Comunicaciones industriales

Incluye DVD

Vicente Guerrero
Ramón L. Yuste
Luis Martínez

PROFI NET

Industrial Ethernet

Cooperates with Education
SIEMENS

PROFI BUS

ASI INTERFACE

Alfaomega

marcombo
ediciones técnicas

Índice

Unidad 1

Redes de comunicación industrial.... 6

1.1 Las comunicaciones industriales 7
1.2 Normas físicas 20
1.3 Técnicas de control de flujo 36
1.4 Técnicas de control de errores 38
1.5 Topología de redes 41
1.6 Métodos de acceso al medio 45
1.7 Sistemas determinista y probabilístico 49
1.8 Interconexión de redes 50

Unidad 2

Redes de comunicación industrial AS-i 54

2.1 Introducción y características del bus AS-i 55
2.2 Funcionamiento de la consola de configuración y diagnóstico 65
2.3 Configuración y programación de una red AS-i con un S7-300 72
2.4 Diagnóstico de una red AS-i con un S7-300 100

Unidad 3

Redes de comunicación industrial Profibus 110

3.1 Introducción y características de Profibus .. 111
3.2 Red Profibus-DP. CPU S7-300 como maestro y ET como esclavos 116
3.3 Red Profibus-DP. Dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo 135
3.4 Red Profibus-DP. PLC con CP 342-5 como maestro y ET como esclavo 152
3.5 Red Profibus-DP. CPU S7-300 con puerto DP en CP 342-5 171
3.6 Integración de un sistema HMI en una red Profibus-DP 188
3.7 Red DP con S7-300 como maestro y S7-200 como esclavo 204
3.8 Red Profibus-DP. Convertidor de frecuencia MM420/440 como esclavo DP 217
3.9 Profibus-DP. DP en conexión con red AS-i mediante DP/ASi Link 239

Unidad 4

Redes de comunicación industrial Ethernet 254

4.1 Introducción y características de Ethernet 255
4.2 Comunicación Ethernet. Entre dos PLC bajo protocolo TCP/IP 266
4.3 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC bajo protocolo TCP/IP 278
4.4 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC bajo protocolo ISO 286
4.5 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC en Multicast 291

Unidad 5

Redes de comunicación industrial PROFINET 298

5.1 Introducción y características de PROFINET 299
5.2 Red PROFINET. Comunicación entre una CP 343-1 con puerto PN y ET 200S .. 306
5.3 Red PROFINET entre un PLC con puerto PN integrado y dos ET 200S 323

Unidad 6

Páginas web integradas de control 330

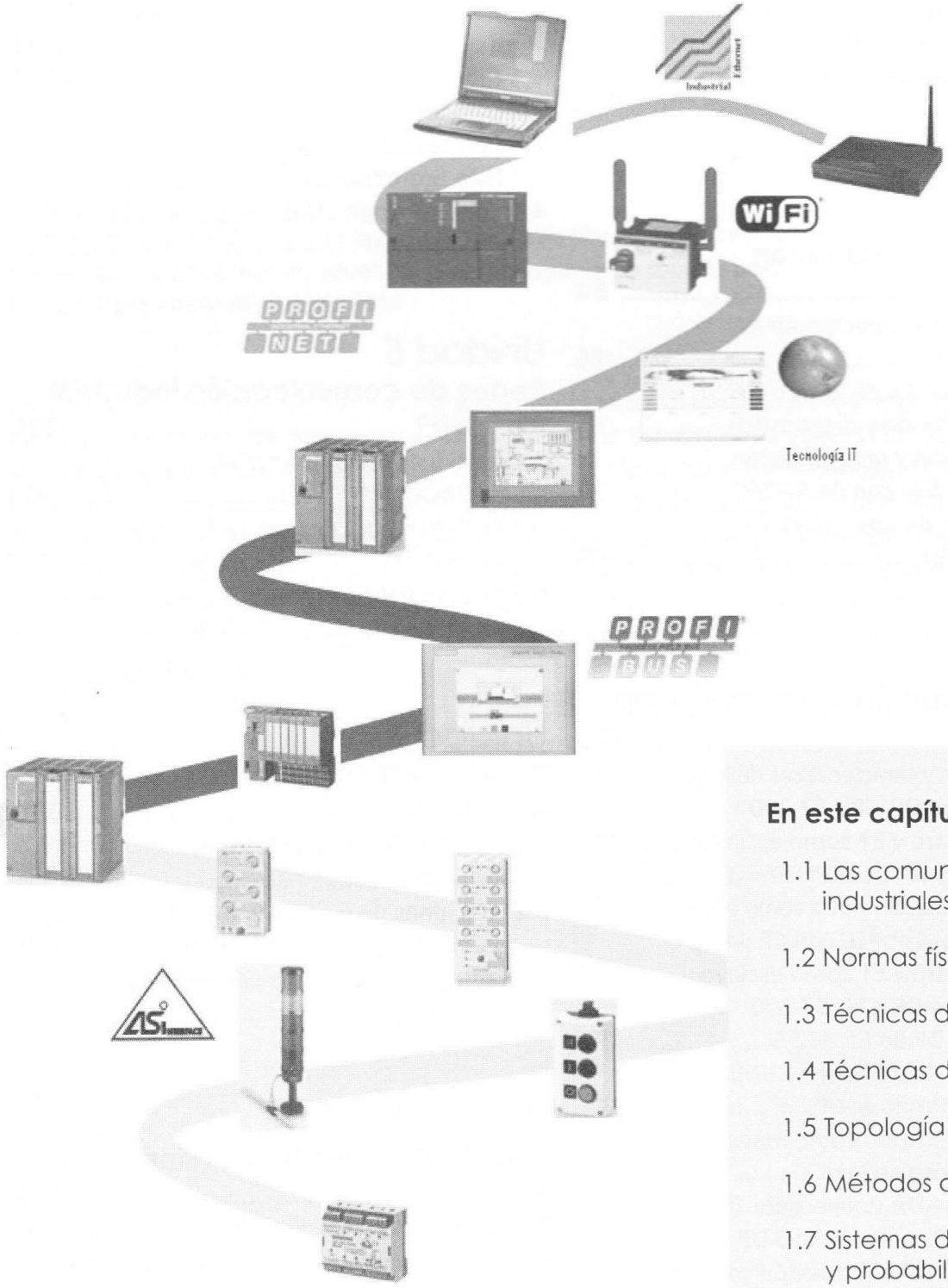
6.1 Introducción y características de la Web 331
6.2 Funciones de diagnóstico de dispositivos mediante una Web integrada 334
6.3 Configuración de una página Web de control 337

Unidad 7

Redes de comunicación industrial Wireless 366

7.1 Introducción y características 367
7.2 Configuración de una red Wireless 380

Unidad 1 Redes de comunicación industrial



En este capítulo:

1.1 Las comunicaciones industriales

1.2 Normas físicas

1.3 Técnicas de control de flujo

1.4 Técnicas de control de errores

1.5 Topología de redes

1.6 Métodos de acceso al medio

1.7 Sistemas determinista y probabilístico

1.8 Interconexión de redes

1.1 Las comunicaciones industriales

1.1.1 Introducción

Desde siglos pasados las comunicaciones han sido siempre un reto para nuestros antepasados. Posiblemente ya no nos acordemos de la forma de comunicarse entre los seres humanos mediante señales de humo, ya que es seguro que tan sólo lo hemos podido ver en las películas del lejano oeste americano. Otro tipo de comunicación, ya no tan lejano y que aún en nuestros días podemos encontrar, es que se realiza entre personas que se encuentran en el mar y otras que intentan enviarle una información desde tierra como son los faros luminosos. Estos dos ejemplos son tan sólo una muestra de otros tantos que podríamos ir describiendo.

Es posible que la invención del teléfono pudo ser una de las bases importantes sobre las que han ido desfilando los diferentes sistemas con los que hoy contamos, pero fue con la aparición de los ordenadores personales con lo que se empezaron a notar cómo las comunicaciones iniciaban un proceso de cambio total tanto en su concepción como en sus aplicaciones. Esto es debido a la utilización de la tecnología digital.

Si nos situamos en nuestros días, ¿quién no utiliza un teléfono móvil?, o ¿existe alguna persona que no haya escuchado hablar de Internet?, ¿hay algún joven estudiante que no se relacione con otras personas del planeta mediante correos electrónicos?, etc. Todo esto nos hace ver una evolución continua y constante cuyos límites se desconocen. Tecnologías como bluetooth, wifi, GPRS, etc. son algunos de los últimos sistemas de comunicaciones aplicados a dispositivos que la mayoría de personas utilizan en la actualidad.

Figura 1.1.1
Dispositivos de comunicación actuales.

Podríamos realizar una exposición totalmente paralela a la expuesta anteriormente cuando hablamos de la evolución experimentada en los dispositivos industriales. Por tanto, podemos observar cómo esas mismas tecnologías que poseen los dispositivos utilizados por las personas aparecen implementadas en la comunicaciones entre diferentes dispositivos industriales.

En la industria moderna, las comunicaciones de datos entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones suponen uno de los pilares fundamentales para que ésta se encuentre en un nivel de competitividad exigida en los procesos productivos actuales.

En un sistema de comunicación de datos industrial es tanto más exigente cuanto más cerca del proceso nos encontramos. Si realizamos una comparativa entre tres de las principales características que determinan la aplicación de las diferentes redes de comunicación, como son:

- Volumen de datos: Cantidad de datos que viajan por la red en cada envío.
- Velocidad de transmisión: Velocidad a la que viajan los datos por la red.
- Velocidad de respuesta: Velocidad que hay entre el momento de dar la orden y la respuesta del dispositivo.

Observamos en la siguiente tabla cuáles serían sus valores:

	Volumen de datos	Velocidad de transmisión	Velocidad de respuesta	Aplicación
Red de ordenadores	Elevado	Elevado	Bajo	Lectura de datos
Detector de proximidad	Muy bajo	Bajo	Instantánea	Sistema de seguridad

Tabla 1.1.1

Si tratamos el ejemplo expuesto en la anterior tabla dándole una aplicación, es posible que nos aclare más estas tres características. Si queremos comunicar un proceso industrial con la red de ordenadores, estos ordenadores podrían ser utilizados para la lectura de bases de datos en donde se refleja el estado actual de la producción. En este caso la velocidad de respuesta es baja, ya que se debe tener en cuenta el tráfico de datos por esa red, en este caso los datos llegarán al sistema de destino con algún segundo de retardo, lo que no va a provocar ninguna disfunción en el sistema productivo, mientras que cuando un detector de proximidad cambie de estado la respuesta en el equipo de control, por ejemplo un autómata programable, ha de ser inmediata, algún milisegundo de retardo a lo sumo.

Está claro que después de la anterior exposición deben existir diferentes niveles de redes de comunicación de datos que cumplan en cada caso con las exigencias funcionales solicitadas. De ahí nace lo que se conoce como pirámide de las comunicaciones. Esta pirámide, reconocida por todos los fabricantes de dispositivos para las redes de datos, está formada por cuatro niveles, que son:

- Oficina: Formado básicamente por ordenadores tanto a nivel de oficina como de ingeniería.
- Planta: Son ordenadores con aplicaciones específicas para el control del proceso.
- Célula: Son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.
- Campo: Son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.

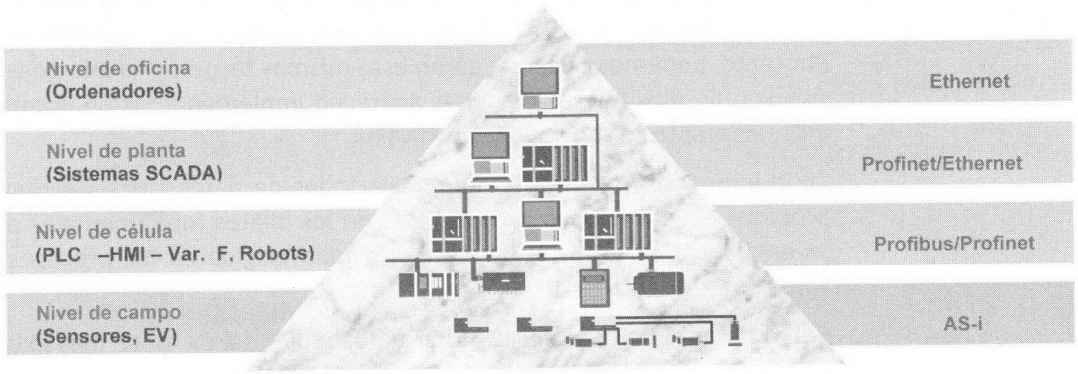


Figura 1.1.2
Pirámide de las comunicaciones.

Todos los fabricantes de dispositivos de redes de comunicación industrial conocen perfectamente las diferentes exigencias para cada tipo de red, por lo que ofrecen diferentes alternativas para cumplir con los requisitos funcionales de cada caso. En el caso de SIEMENS, ofrece para cada nivel una solución y es la que aparece en la figura 1.1.2 y que van a ser objeto de desarrollo en este libro.

En la figura 1.1.3 se realiza un estudio de las principales características de cada uno de los niveles. Además, se completa con otra característica, que es: cuanto más nos acercamos al proceso, mayor número de dispositivos intervienen en la red de comunicación para ese nivel, es decir, que a nivel de campo, que es el nivel más próximo al proceso, la red de datos que interviene engloba a los sensores y actuadores, mientras que al nivel más alejado del proceso, como es el nivel de oficina y que básicamente está compuesto por ordenadores, el número de equipos que interviene en la red se reduce considerablemente.

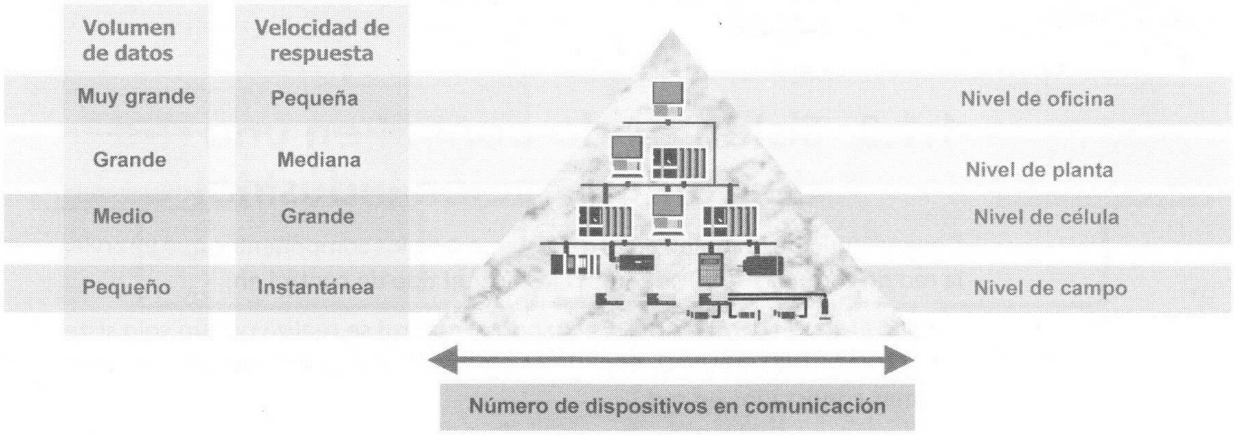


Figura 1.1.3
Velocidades en cada nivel.

1.1.2 ¿Por qué incorporar un sistema de comunicaciones en una empresa?

Una empresa se encuentra en la necesidad de incorporar un sistema de comunicaciones integrado para poder obtener un beneficio, como pueden ser:

- La reducción de costes de producción.
- La mejora de la calidad.
- La mejora de la productividad.
- La reducción del almacenaje.
- La mejora de la efectividad de sus sistemas.
- La reducción de los costes de mantenimiento.

Para conseguir estos objetivos el sistema de comunicaciones debe permitir:

- Sistemas de comunicaciones que enlacen la planta de producción con la de gestión e ingeniería de la empresa.
- La integración de las bases de datos de la empresa (producción, pedidos, almacén, etc.).
- Compartir las aplicaciones tanto a nivel de:
    - Software: GESTIÓN: Textos, hojas de cálculo, bases de datos, etc
      DISEÑO: CAD/CAE.
      PRODUCCIÓN: PLC, robots, CNC, etc.
    - Hardware: Impresoras.
      Otros dispositivos.

Al integrar un sistema de comunicaciones se pueden conseguir ventajas como:

- Tras una orden de fabricación, todos los elementos de un sistema, proceso o planta reciben de forma simultánea la información.
- Permitir centralizar las señales de alarma de cada componente del proceso.
- Permitir el control de la producción, ya que todos los equipos de la planta pueden enviar información a otro sistema que almacenará y procesará dicha información.

Hoy en día, existen multitud de configuraciones de empresas, es decir, empresas con un único edificio, con varios edificios anexos o con varios edificios repartidos en diferentes poblaciones, países o continentes. Es por esta razón por la que podemos encontrar sistemas:

- SIMPLES: Comunicación dentro de una misma planta, a través de cableado eléctrico.
- COMPLEJOS: Comunicación entre diferentes plantas, a través de líneas telefónicas o satélites.

1.1.3 Sistemas de control en una red de comunicación industrial

Dependiendo de la complejidad del sistema o de los componentes que intervienen en la red de comunicación, podemos clasificar el tipo de control en:

- SISTEMA CENTRALIZADO. Es cuando el control se realiza por un solo sistema.
- SISTEMA DISTRIBUIDO. Cuando el control se realiza a través de diferentes sistemas conectados en red.

Las principales características de estos dos sistemas son:

CENTRALIZADO

- Es efectivo mientras el sistema no sea excesivamente grande ni complejo.
- Es fácil de mantener, ya que sólo hay un único controlador.
- Al existir un único controlador, no existen problemas de
- Compatibilidad.
- Son muy delicados a los fallos; si el controlador falla, todo se detiene.

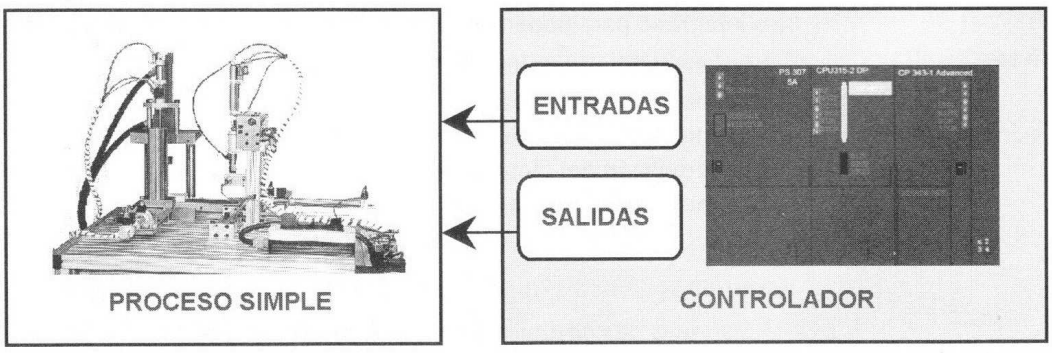


Figura 1.1.4
Sistema de control centralizado.

DISTRIBUIDO

- Para sistemas grandes o complejos.
- La responsabilidad es repartida entre diferentes controladores.
- Todos los controladores deben de comunicarse a través de una red.
- Su capacidad tiende a ser superior a un sistema centralizado.
- Se caracteriza por ser un sistema más flexible que el centralizado.
- Se pueden hacer ampliaciones con otros controladores. Cuando éstos están programados y con

un funcionamiento correcto, entonces se integra en la red de comunicaciones de los demás controladores.

- Se puede partir de un sistema básico e ir ampliando a medida que el sistema lo exija, añadiendo módulos u otros controladores.
- Permite la integración de dispositivos de diferentes fabricantes comunicables entre sí.

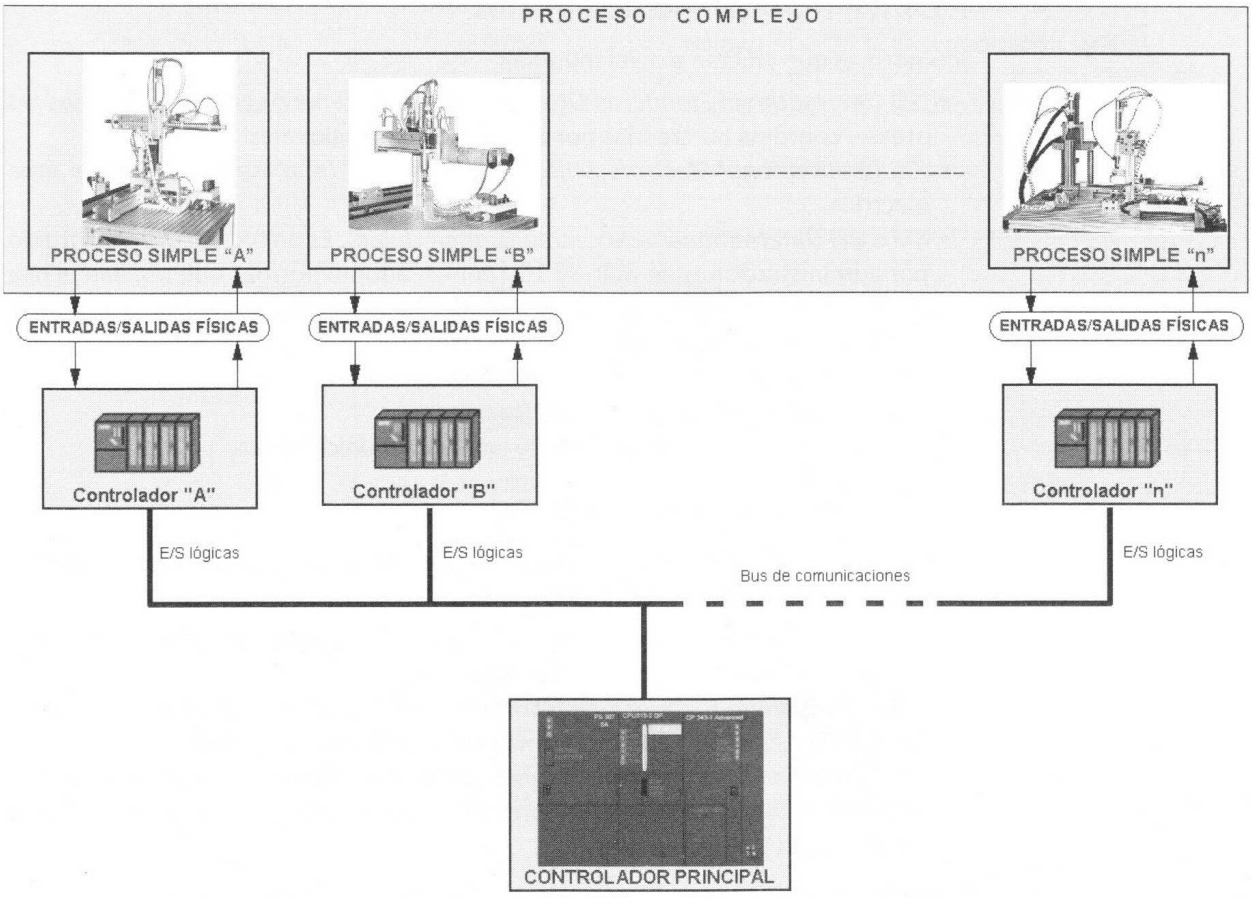


Figura 1.1.5
Sistema de control distribuido.

1.1.4 Normas sobre las comunicaciones

Cabe destacar que con la llegada de las normas todos los fabricantes han ido adaptando sus sistemas al cumplimiento de éstas, por lo cual cada día más los equipos de diferentes fabricantes son más compatibles entre sí, aunque existen multitud de normas y estándares no todas han nacido de una institución normalizadora como son las llamadas normas de facto, que son:

Sistemas realizados por grandes empresas (multinacionales) generalmente, y que de una forma u otra acaban de imponerse en el mercado. Se generan solas y acaban aceptándose.

Y también existen las llamadas normas de iure que son las que alguna organización o institución ha decidido promulgar, y que pueden ser las propuestas por:

- Gobiernos nacionales.
- Organismos nacionales o internacionales.

1.1.4.1 Organismos de normalización

Existen diferentes organismos cuyas normas afectan a diferentes ámbitos geográficos, es decir, normas que rigen a nivel mundial, a nivel continental o a nivel nacional.

1.1.4.1.1 Normas internacionales

Son normas que afectan a nivel mundial:

- ISO (*International Standards Organization*), que genera normas para todas las áreas y coordina las creadas por organizaciones regionales.
- IEC (*International Electrotechnical Commission*). Elabora normas para el área eléctrica.
- ITU o UIT (*International Telecommunication Union*). Es un organismo constituido por administraciones de más de 150 países, adopta normas que regulan el uso del espectro radioeléctrico en los ámbitos espacial y terrestre. Está estructurada en tres sectores, que son:
    - ITU-T para las telecomunicaciones.
    - ITU-R para la radiocomunicación.
    - ITU-D para el desarrollo de las telecomunicaciones.

1.1.4.1.2 Normas continentales

Quedan agrupadas en un determinado número de organismos nacionales de normalización y que a nivel europeo son:

- CEN (*Comité Européen de Normalisation*), es el encargado de generar todas las normas del tipo EN que son a nivel europeo.
- CENELEC (*Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*), es la rama de las CEN que se encarga de las normas del ámbito electrotécnico.
- ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Organización europea creada a instancia de los operadores (PTT Post Telephone and Telegraph) y lo que hoy es la Unión Europea.

A nivel de Estados Unidos, las que afectan al campo de las comunicaciones son:

- ANSI (*American National Standards Institute*). Instituto americano de normas estándar que abarca todas las disciplinas.
- EIA (*Electronics Industries Associate*). Asociación de industrias del sector de la electrónica, que se ocupa de la definición de estándares acerca de la transmisión de señales eléctricas. El estándar más conocido es la RS-232.
- TIA (*Telecommunications Industries Associates*). Agrupación de fabricantes de equipos de telecomunicaciones.
- IEEE o IE^3 (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*). Es una organización profesional que ha elaborado importantes recomendaciones relativas a las comunicaciones industriales y redes de comunicación que han terminado por convertirse en normas de facto.

1.1.4.1.3 Normas nacionales

Son las normas creadas por organismos del propio país de aplicación y que en España son las normas UNE (normas españolas) y UNE-EN (normas españolas adaptadas a las europeas):

- AENOR (*Agencia Española de Normalización*). Es un organismo reconocido por la administración pública española para la normalización de productos, procesos y servicios de todos los sectores.

1.1.4.2 Normas que afectan a las comunicaciones

En la siguiente tabla se muestran tanto el organismo como la norma o recomendación que la contempla:

Organismo	Norma/Recomendación	Contenido
EIA	RS-232C	Norma física RS-232 de comunicación serie.
EIA/TIA	RS-422	Norma física RS-422 de comunicación serie.
EIA	RS-485	Norma física RS-485 de comunicación serie.
EIA/TIA	568	Cableado estructurado de redes de datos.
IEEE	802	Redes de área local (LAN).
IEEE	802.3	Métodos de acceso al medio en redes Ethernet.
IEEE	1284	Norma sobre las comunicaciones en paralelo.
UIT	V.92	Normas sobre los módems de 56 kbps.
AENOR	UNE-EN 50173	Cableado de sistemas de información.
AENOR	UNE-EN 50174	Redes de cableado estructurado.
CENELEC	EN 50170	Buses de campo industriales de propósito general.
CENELEC	EN 61131-5	Comunicaciones en los autómatas programables.
CENELEC	EN 61158-2	Vía de datos en los sistemas de control industriales
IEC	IEC 61158	Buses de campo industriales.

Tabla 1.1.2

1.1.5 Modelo OSI

El modelo OSI, que quiere decir Open System Interconection o Interconexión de Sistemas Abiertos, fue definido por la ISO en el año 1983.

El modelo OSI está formado por siete capas o niveles.

Cada capa o nivel tiene unas funciones claramente definidas y que son las siguientes:

- Nivel 1. FÍSICA: Especifica cuál será el medio físico de transporte a utilizar. Señales eléctricas.
- Nivel 2. ENLACE: Estructuración de los datos dentro de la trama y control de errores.
- Nivel 3. RED: Interviene en el caso en el que intervenga más de una red.
- Nivel 4. TRANSPORTE: División de los datos en paquetes de envío.
- Nivel 5. SESIÓN: Para el control del inicio y finalización de las conexiones.
- Nivel 6. PRESENTACIÓN: Representación y encriptación de los datos.
- Nivel 7. APLICACIÓN: Utilización de los datos.

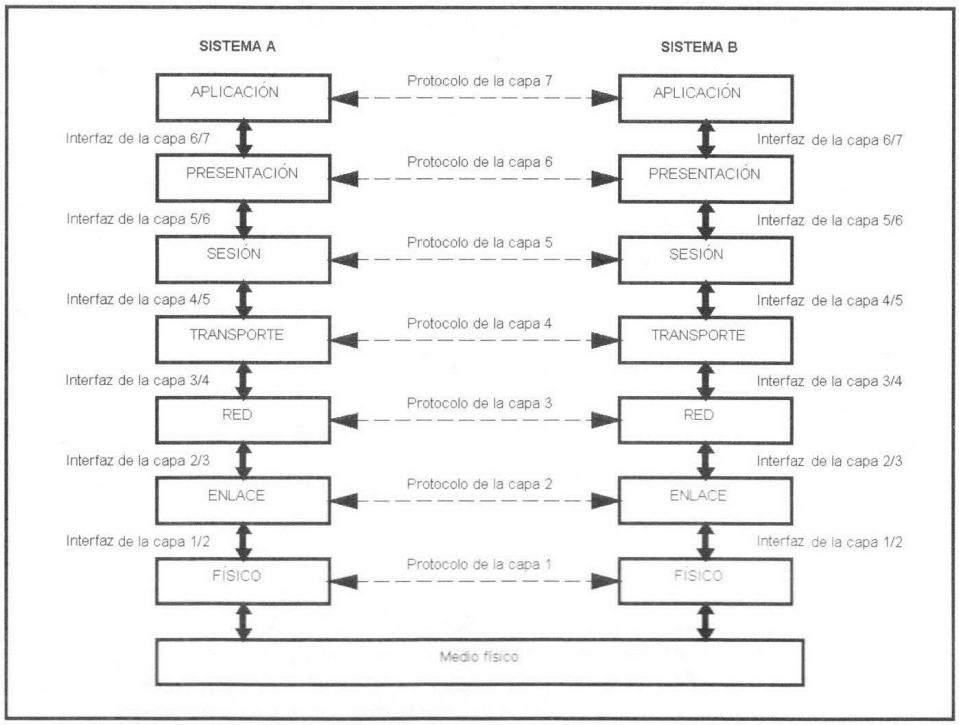


Figura 1.1.6
Sistema de control distribuido.

1.1.5.1 Modelo OSI para las comunicaciones industriales

A nivel de las comunicaciones industriales las capas utilizadas son:

FÍSICA: Se encarga de la transmisión de bits al canal de comunicación.
Define los niveles de la señal eléctrica con la que se trabajará.
Controla la velocidad de transmisión (duración de un bit).

Esta capa física contiene tres subniveles, que son los siguientes:

MEDIO: Canal de transmisión, si es cable, FO, radio, etc.
MAU (Media Attachment Unit): Contiene la electrónica donde se generan o donde se reciben los niveles eléctricos.
PLS (Physical Logical Signal): Codificación en la emisión de la información binaria a señales eléctricas y decodificación en la recepción de la señal eléctrica a señal digital binaria.

ENLACE: Se encarga de establecer una comunicación libre de errores entre dos equipos.
Forma la trama organizando la información binaria y la pasa a la capa física.

Esta capa física contiene dos subniveles, que son los siguientes:

MAC (Media Acces Control): Control del canal de transmisión para que en el momento que esté libre, pueda enviar la información.
LLC (Logical Link Control): Controla y recupera los errores, también codifica la información (hexadecimal o ASCII) a enviar a formato binario o decodifica la información binaria recibida a hexadecimal o ASCII.

APLICACIÓN: Es la capa más próxima al usuario y puede ofrecer servicios tales como correo electrónico, acceso a base de datos, transferencia de ficheros, videoconferencia.

1.1.6 Tipos de transmisión de datos

Para la transmisión de datos se pueden utilizar dos sistemas, como son la transmisión serie o la transmisión paralelo.

1.1.6.1 Transmisión serie

El tipo de transmisión serie se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Los datos son transmitidos bit a bit, utilizando una única línea de comunicación.
- Es la forma clásica de transmitir los datos a larga distancia.
- Se utiliza cuando el volumen de información es relativamente pequeño.

En la figura 1.1.7 se esquematiza este tipo de transmisión. Para enviar, por ejemplo, el carácter ASCII "S", la señal en binario es **0101 0011B = 83D = ASCII "S".**

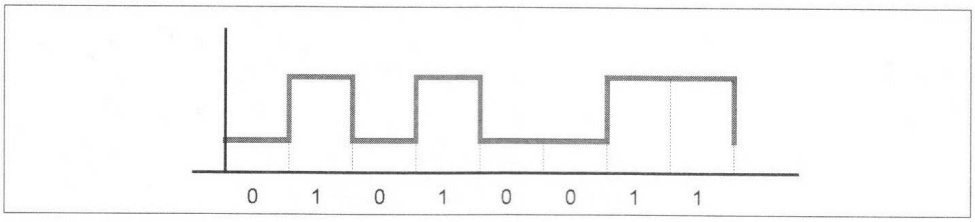


Figura 1.1.7
Señal binaria del carácter ASCII "S".

Para este tipo de transmisión se necesita un canal de comunicación para el envío de los datos y una señal de reloj para la sincronización entre emisor y receptor.

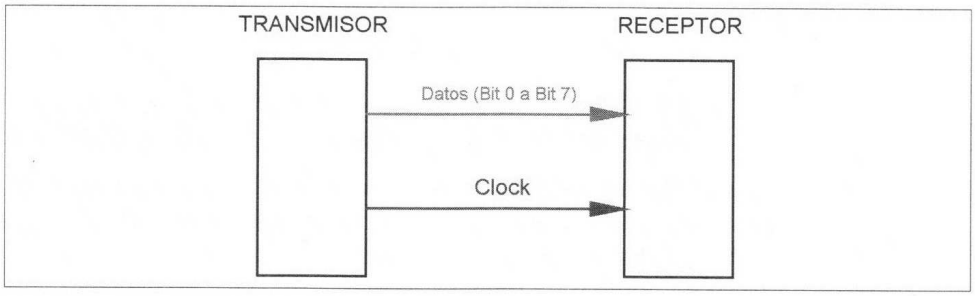


Figura 1.1.8
Esquema transmisión-recepción serie de un dato.

1.1.6.2 Transmisión paralelo

El tipo de transmisión serie se caracteriza por los siguientes aspectos:

- La información se transmite carácter a carácter.
- Todos los bits del mismo carácter se envían simultáneamente.
- Necesita tantas líneas de información como bits tenga el carácter.
- Su empleo queda restringido a enlaces de corta longitud (de 15 a 20 metros como máximo).
- Es adecuado para una comunicación local.

La aplicaciones que cubren son:

- Enlaces ordenador-impresora (tipo Centronics).
- El bus IEEE-488 o bus GPIB, que a fin de cuentas no es más que un enlace paralelo destinado a comunicar aparatos de medida (instrumentación electrónica).

La velocidad de transferencia puede ser más elevada que en el tipo serie.

Para el envío de 8 bits, el enlace paralelo los puede enviar a la vez, mientras que el enlace serie tardaría 8 veces más tiempo.

Para este tipo de transmisión y comparando con el ejemplo de transmisión serie, se necesitan ocho canales de comunicación para el envío de los datos y una señal de reloj para la sincronización entre emisor y receptor.

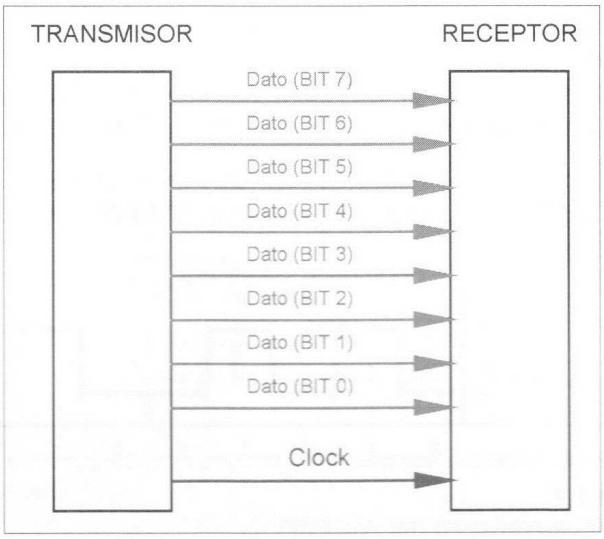


Figura 1.1.9
Esquema transmisión-recepción paralelo de un dato.

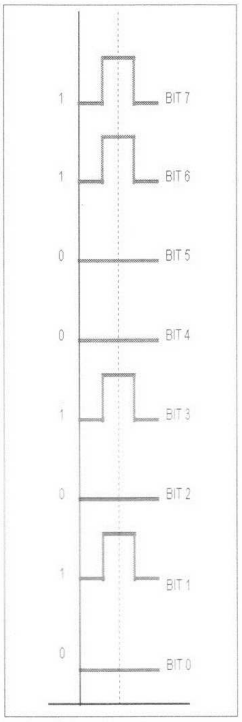


Figura 1.1.10
Señal bit a bit del carácter ASCII "S".

En la figura 1.1.9 se esquematiza este tipo de transmisión. Para enviar, por ejemplo, el carácter ASCII "S", la señal en binario es **0101 0011B = 83D = ASCII "S".**

El código ASCII es el utilizado actualmente en las comunicaciones. En la figura 1.1.10 se muestra la tabla ASCII que corresponde a datos de 7 bits (128 caracteres) y 8 bits (256 caracteres).

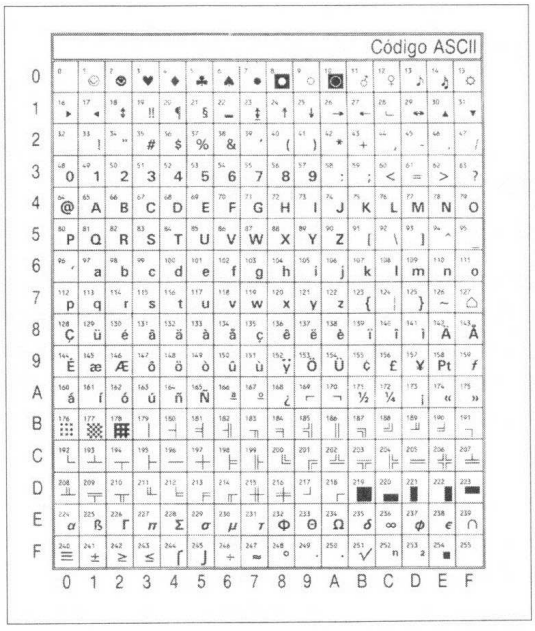


Figura 1.1.11
Caracteres de la tabla ASCII.

1.1.7 Tipos de sincronización en la transmisión de datos serie

La sincronización de los diferentes equipos que intervienen en una red de comunicación serie se realiza a través de una señal de reloj. Para la configuración del reloj existen dos sistemas, que son el asíncrono y el síncrono.

1.1.7.1 Tipo de sincronización asíncrona

Este sistema se basa en la necesidad de configurar de forma local los parámetros de comunicación en cada una de las estaciones participantes en la red. No existe una señal de reloj que una los diferentes equipos. Cuando se envía una información, ésta se inicia con una señal de START. En el momento en que el equipo receptor detecta la señal de START, pondrá en funcionamiento su reloj para ir leyendo los datos a la misma velocidad con la que fueron enviados. El equipo emisor, una vez transmitida la información, enviará una señal de STOP indicando la finalización del envío. Cuando el equipo receptor detecte la señal de STOP, detendrá la lectura de datos.

Esto nos indica que en cada equipo que interviene en la red se deberá realizar una configuración en la que los datos de los parámetros configurados deberán coincidir para una correcta transmisión y recepción de la información.

Esta configuración viene definida por los siguientes parámetros:

- **Velocidad de transmisión**. Es la velocidad a la que se van a transmitir y, como consecuencia, recibir los datos. Debe ser la misma en todas las estaciones que intervienen en la red. Viene dada en bps o en alguno de sus múltiplos, como kbps o Mbps.
- **Bit de start o inicio.** Es la señal que envía el emisor de datos al resto de participantes para indicarle que a continuación van empaquetados los datos. Es un bit siempre en estado "0" lógico.
- **Bits de datos**. Se indica la longitud de bits que tendrá cada carácter utilizado en la transmisión. Este dato viene dado según si se utilizan caracteres de todo el código ASCII (256 caracteres) o la mitad de caracteres de esa misma tabla ASCII (128 caracteres). Por tanto, los valores de su configuración será de 7 u 8 bits.
- **Bit de paridad**. Existe un bit que se envía justo después de los bits de datos y antes del bit de stop, que es el llamado bit de paridad y sirve para realizar un simple control de errores. Este bit puede tener varios estados diferentes:
    - Paridad PAR o EVEN.
    - Paridad IMPAR o ODD
    - Sin paridad o NONE.

El control que hace el bit de paridad consiste en observar cuántos bits se encuentran a nivel alto, donde podemos encontrar varios casos:

Nº. de "1" en los bits de datos	Paridad elegida	Estado del bit de paridad
3 (nº. impar)	PAR	1
3 (nº. impar)	IMPAR	0
2 (nº. par)	PAR	0
2 (nº. par)	IMPAR	1

Tabla 1.1.3

En el ejemplo que se representa en la figura 1.1.12 aparece como un "1" el bit de paridad, ya que el número de bits que está a nivel alto son tres y la configuración dada es par.

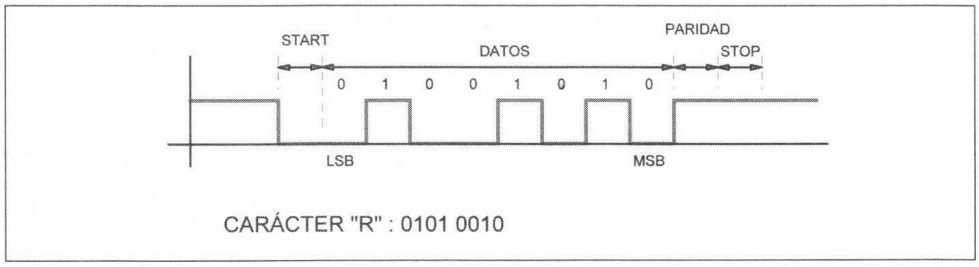


Figura 1.1.12
Representación correcta de un bit de paridad.

Si mientras se está enviando la información se produce una alteración en uno de los bits por un efecto externo, en el momento de la comparación del bit de paridad por parte del equipo receptor, entre el recibido y el calculado, se detectaría que no coincide, por lo que se daría como errónea la información.

En la figura 1.1.13 queda reflejado que si el equipo receptor recibe esa información, al contabilizar los bits "1" de recibidos comprobaría que son 4; por tanto, como la configuración dada es par, le correspondería un "0" al bit de paridad, por lo que al realizar la comparación observa que en la información recibida aparece un "1", y, por tanto, información errónea.

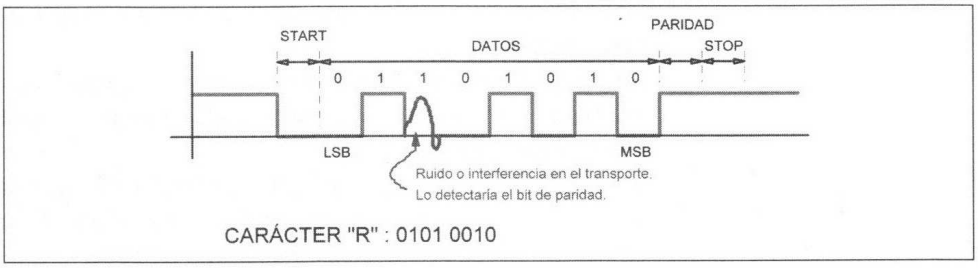


Figura 1.1.13
Detección de un error en el bit de paridad.

• **Bits de stop o parada**: Es el bit que se envía al final de la información y del bit de paridad, si existe, y trata de poner la señal eléctrica a nivel alto, que es el estado normal de la señal en el canal de comunicación cuando no se está transmitiendo ninguna información. Puede ser 1, 1,5 o 2 bits. Tanto en la figura 1.1.12 como en la 1.1.13 se observa cómo el bit de STOP se encuentra a "1".

1.1.7.2 Tipo de sincronización síncrona

En este sistema no es necesaria la configuración del reloj de forma local en cada equipo participante, tal y como sucedía en el tipo asíncrono. Existen dos formas de configurar la señal del reloj, que son:

- No incorporada en los datos. En el que existe una señal independiente que une el equipo emisor con los demás equipos participantes en la red y que servirá para la sincronización entre el envío y la recepción de los datos.

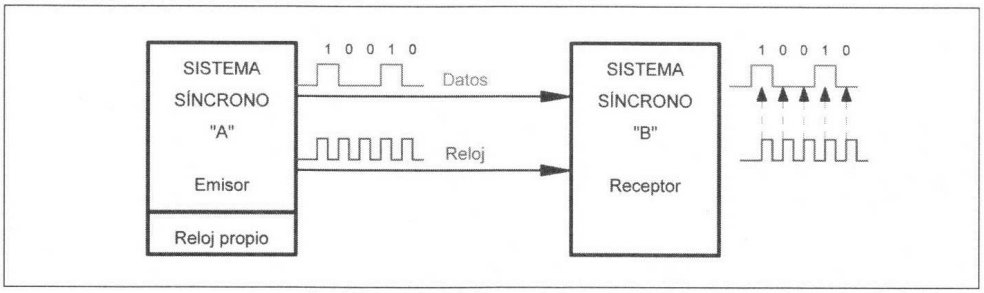


Figura 1.1.14
Sistema de transmisión síncrona con señal de reloj.

- Incorporada en los datos. En este caso existen sistemas para la detección de la velocidad de transmisión con la propia información recibida. Para ello, se realiza una codificación previa de la información para asegurar que en cada bit existan cambios de nivel como es el método de codificación Manchester.

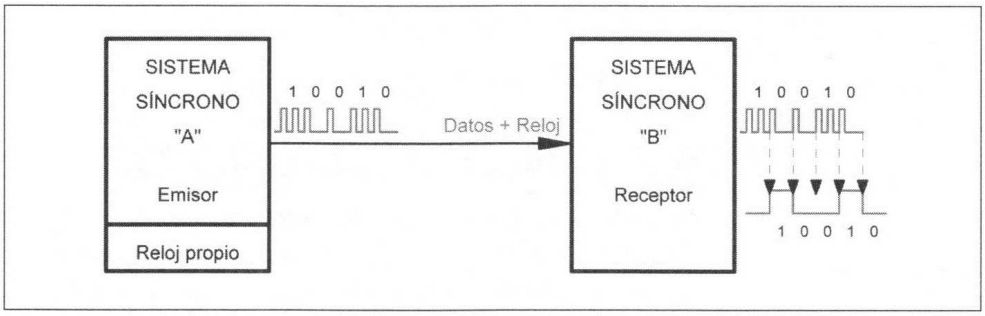


Figura 1.1.15
Sistema de transmisión síncrona con señal de reloj incorporada.

- Para poder incorporar el reloj dentro de la información enviada, el equipo emisor enviará una serie de caracteres al inicio de la transmisión, llamados caracteres de sincronismo (ASCII 22), con los que los equipos receptores detectarán la velocidad para que cuando tenga que leer los datos lo haga a la velocidad adecuada. Estos caracteres de sincronismo son enviados tanto al inicio como al final de la transmisión, de forma que los equipos receptores podrán conocer cuándo debe iniciar y cuándo finalizar la recepción de los datos.

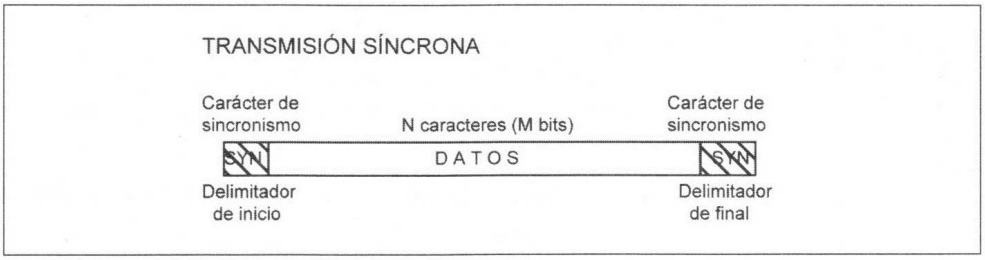


Figura 1.1.16
Sistema de transmisión síncrona con señal de reloj incorporada.

Cuando se debe enviar un volumen de información elevado, ésta se empaquetará entre diferentes caracteres de sincronismo.

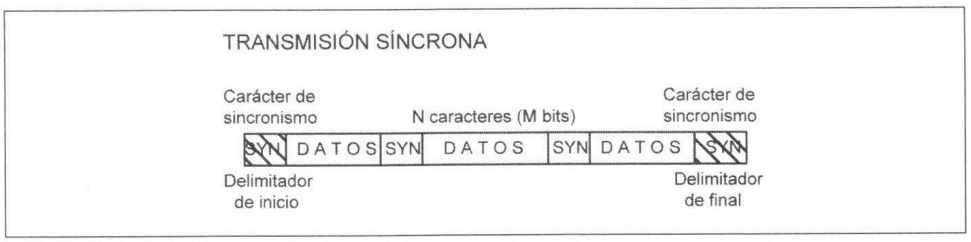


Figura 1.1.17
Transmisión síncrona con gran volumen de datos.

1.2 Normas físicas

Dentro de lo que es el nivel físico del modelo OSI, y al igual que otros aspectos de la comunicación, el enlace de datos también se encuentra normalizado. Las principales normas utilizadas en las comunicaciones industriales son:

- RS-232.
- RS-422.
- RS-485.

1.2.1 Norma física RS-232

La norma **RS-232C** fue definida por la Asociación de Industrias en Electrónica, **EIA** (*Electronic Industries Association*), en 1969 en lo que es la definición del conector y del cable. Esta norma es idéntica a la norma **V.24** definida por el **UIT** (*International Telecommunication Union*).

También se ha de destacar que aunque la norma RS-232C fue creada para comunicar un ordenador con un módem, hoy en día este estándar se utiliza también a nivel industrial para comunicar punto a punto diferentes componentes y equipos, como reguladores, autómatas programables, lectores de códigos de barras, variadores de frecuencia, etc.

La revisión que se realizó en 1987 a la norma **RS-232C** fue creada como **RS-232D**, donde se introducen nuevas señales destinadas a la especificación de determinadas condiciones de prueba; dos de esas señales utilizan las conexiones 18 y 25 que en el antiguo estándar (RS-232C) estaban sin asignación.

El estándar RS-232C cubre cuatro áreas, que son:

- Características mecánicas de la interface.
- Paso de señales eléctricas por la interface.
- Función de cada señal y subconjunto de señales para ciertas aplicaciones.

1.2.1.1 Características mecánicas de la interface

De lo que se ocupa la sección mecánica es definir:

- La asignación de señales a los 25 contactos del conector.
- Qué parte del equipo contiene el conector hembra (el DCE u ordenador). Por tanto, el conector macho para el DTE o módem.
- La longitud máxima recomendada del cable (15 metros).
- La máxima capacidad del cable (2500 pF).

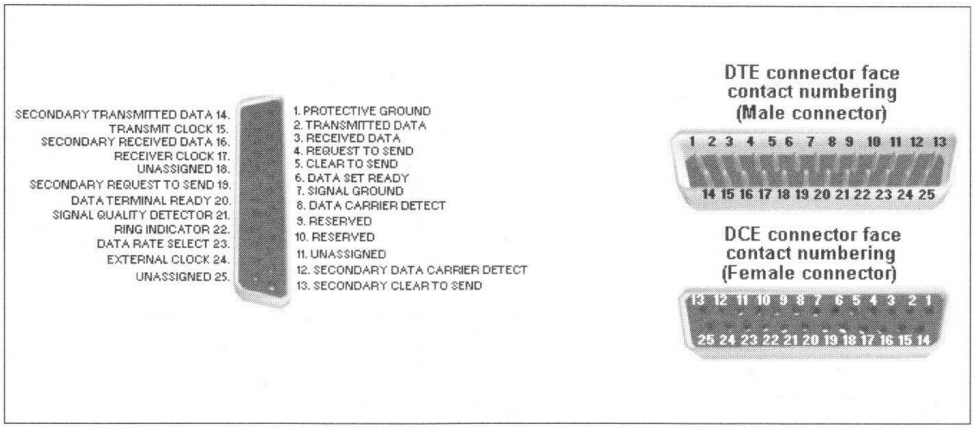


Figura 1.2.1
Conector para comunicación bajo norma RS-232.

1.2.1.2 Paso de señales eléctricas por la interface

El estándar RS-232 fue creado para realizar comunicaciones serie punto a punto a velocidades <=20 kbps. Lo que realmente está limitado es la longitud del pulso, siendo esta longitud inversamente proporcional a la velocidad, por lo que podemos aumentar la velocidad si disminuimos la longitud del cable o bien aumentar la longitud del cable si disminuimos la velocidad de transmisión.

Señales de la interface. La recomendación RS-232 establece que la señal de cualquier contacto puede estar según se indica en la siguiente tabla:

Señales de la interface RS-232		
	Negativo	**Positivo**
Tensión RS-232C (v)	-3 a -15	+3 a +15
Tensión RS-232D (v)	-3 a -25	+3 a +25
Tensión de transición (v)	- 3 a +3	
Estado binario	1	0
Condición de señal	Marca	Espacio
Función	No activa (off)	Activa (on)

Tabla 1.2.1
Conector para comunicación bajo norma RS-232.

El estándar RS-232 utiliza tensiones de - 12 y +12 voltios para definir los distintos estados de la señal.

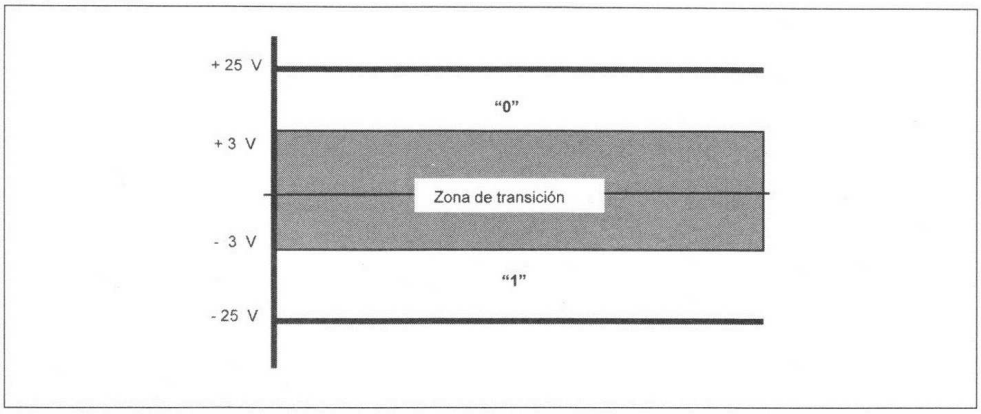


Figura 1.2.2
Señales por la interface RS-232.

Sólo el 4% del tiempo de cada periodo de bit es el que se debe utilizar para realizar una transición (paso de -3 a +3 voltios, o viceversa).

La capacidad del conductor se comporta como un freno a los cambios de tensión. Si la velocidad es muy rápida, la capacidad del conductor puede provocar lecturas erróneas de la información transmitida. La norma establece que la velocidad máxima es de 20 kbps y que la capacidad del cable no debe superar los 2.500 pF, como los cables que se suelen utilizar tienen una capacidad de entre 130 y 170 pF por metro de longitud.

Longitud máxima	= Capacidad máxima	/ Capacidad del conductor por metro
	= 2.500 pF	/ 170 pF/m
	= 14,7 metros	

Veamos un ejemplo de qué es lo que llegaría al equipo receptor en el peor de los casos si se incluye en el canal de comunicación el efecto capacitivo y los ruidos externos. En primer lugar, representamos la señal binaria que queremos enviar desde el equipo transmisor al equipo receptor. En este ejemplo se representa en código **ASCII** el carácter "**H**" que en binario es **01001000**.

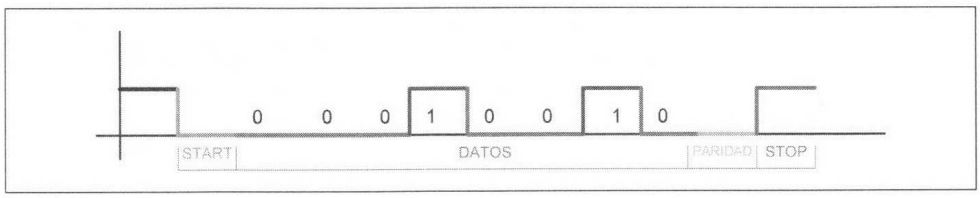


Figura 1.2.3
Señal digital del ASCII "H" por la interface RS-232.

El siguiente paso es representar la **señal eléctrica ideal** sin ninguna interferencia, es decir, que si se quiere enviar un nivel alto ("1" lógico) la tensión a enviar será de - 25 voltios; y si por el contrario es un bit de nivel bajo ("0" lógico), la tensión deberá ser de + 25 v.

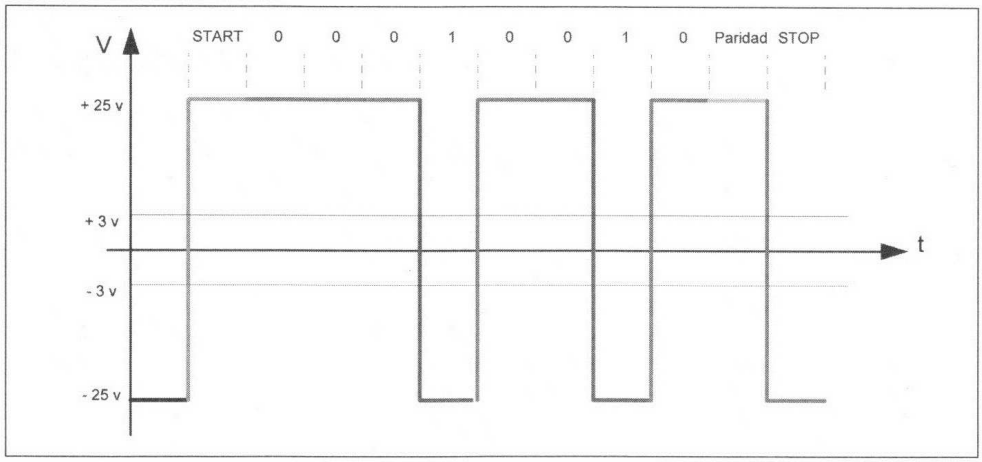


Figura 1.2.4
Señal eléctrica ideal del ASCII "H" por la interface RS-232.

Ahora representamos la señal aplicándole el efecto capacitivo del medio de transmisión. A mayor capacidad, el flanco de subida y bajada se hace más plana y por tanto mayor tiempo en la zona de transición.

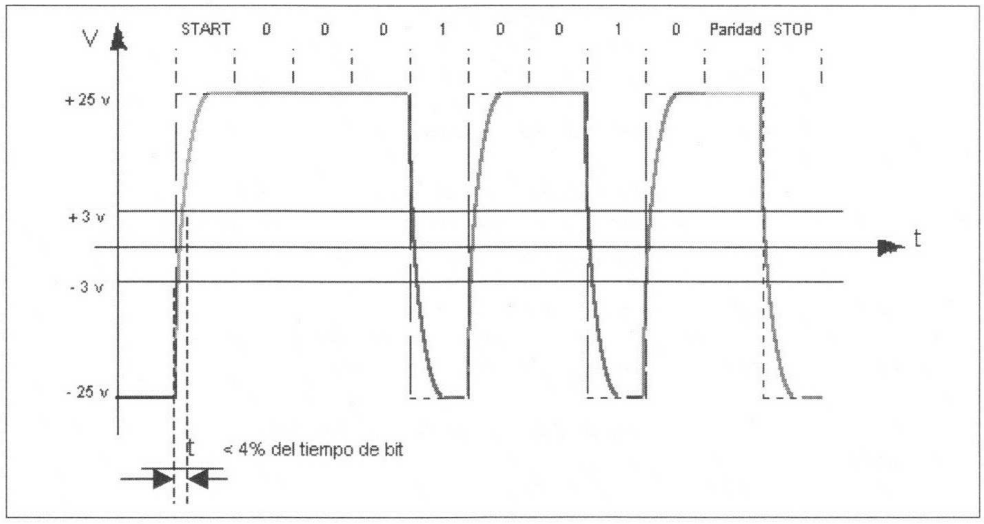


Figura 1.2.5
Señal eléctrica real del ASCII "H" por la interface RS-232.

Y por último, representamos la señal real que llegará al equipo receptor si además de lo anterior queda modificada por los ruidos acoplados al canal de comunicación.

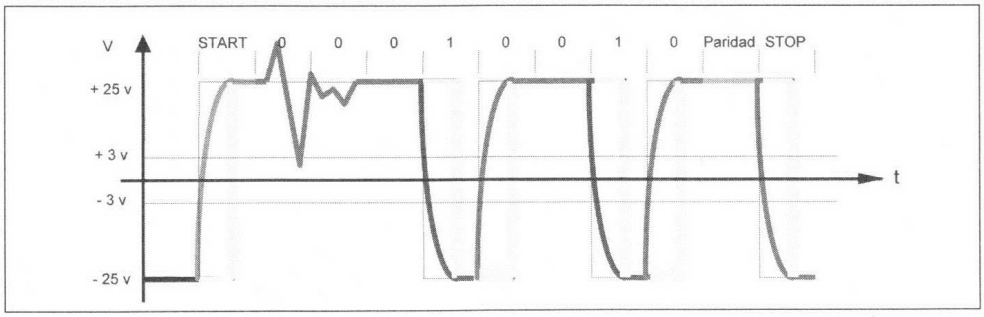


Figura 1.2.6
Señal eléctrica real con interferencias del ASCII "H" por la interface RS-232.

1.2.1.3 Función de cada señal y subconjunto de señales para ciertas aplicaciones

En la siguiente tabla se muestra la asignación de patillas de los conectores estandarizados para la comunicación serie RS-232C relacionando la señal y la función que realiza.

Contacto	Señal	Función	Origen de la señal	Tipo de señal
1	GND	Tierra de protección	DCE	Menos usadas
2	TD	Transmisión de datos	DTE	Datos
3	RD	Recepción de datos	DCE	Datos
4	RTS	Petición de envío	DTE	Control de flujo
5	CTS	Preparado para transmitir	DCE	Control de flujo
6	DSR	Módem preparado o línea de datos preparada	DCE	Control de flujo
7	SG	Tierra de señal		Tierra común
8	CD	Detector de portadora	DCE	Líneas de módem
9	NC	Reservado para pruebas (+Vcc)		Pruebas
10	NC	Reservado para pruebas (-Vcc)		Pruebas
11	NC	Selección de la frecuencia de transmisión		
12	SCD	Detector de portadora secundaria	DTE	Menos usadas
13	SCS	Listo para envío secundario	DTE	Menos usadas
14	STX	Transmisión de datos secundario	DCE	Menos usadas
15	TC	Temporización de transmisión por DCE	DCE	Menos usadas
16	SRD	Recepción de dato secundario	DCE	Menos usadas
17	RC	Temporización de recepción	DTE	Menos usadas
18	NC	No asignado		Pruebas
19	SRS	Solicitud envío secundario	DCE	Menos usadas
20	DTR	Terminal de datos preparado	DTE	Control de flujo
21	SQ	Detector de calidad de la señal	DTE	Menos usadas
22	RI	Indicador de señal de llamada acústico	DCE	Líneas de módem
23	DRS	Selector de frecuencia de portadora	DTE	Menos usadas
24	ETC	Selector de frecuencia de portadora	DCE	Menos usadas
25	NC	No asignado		

Tabla 1.2.2

Hasta ahora todas las especificaciones a nivel de contactos que se han descrito coinciden con la norma RS-232 de 25 contactos (DB-25). Sin embargo, se suele encontrar con bastante frecuencia esta norma pero reducida a 9 contactos (DB-9).

Equivalencias de conectores DB-9 y DB-25			
RS-232	**DB-25**	**DB-9**	**Dato E/S**
SG	7	5	
TD	2	3	S
RD	3	2	E
RTS	4	7	S
CTS	5	8	E
DSR	6	6	E
DTR	20	4	S
CD	8	1	E
RI	22	9	E

Tabla 1.2.3

El DB-9 utiliza los nueve contactos que para una comunicación asíncrona son necesarios y, a su vez, realizan las mismas funciones que el estándar de 25 contactos.

1.2.1.3.1 Señales interconectadas entre emisor y receptor

Las señales que se intercambian entre el terminal (DTE) y el módem (DCE) en el proceso de una comunicación son las siguientes:

GND (contacto 1). ***Tierra de protección (Protective Ground)***.

- Conectado generalmente al chasis del equipo.
- En algunas ocasiones incluso a una señal de tierra externa.
- También se utiliza para apantallar un cable protegido de forma que minimice las interferencias producidas por altos niveles de ruidos.

SG (contacto 7). ***Tierra de señal (Signal Ground)***.

- Es la referencia del resto de señales de la interface como son las señales de datos, de reloj, de control, etc.
- La tensión que debe tener este contacto debe ser siempre de 0 voltios.
- A pesar de que esta señal es totalmente independiente de la del contacto 1, en algunas ocasiones éstos se encuentran unidos formando una tierra común.

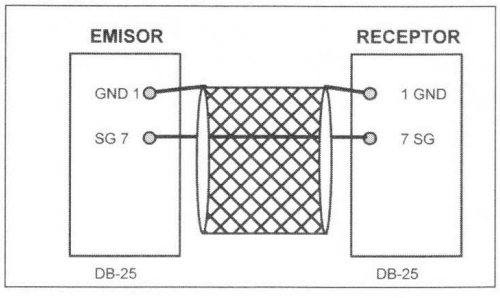


Figura 1.2.7
Conexión de las señales GND y SG.

TD o TxD (contacto 2). ***Transmisión de datos (Transmited Data)***.

- Por esta línea se envían las señales de datos desde el equipo emisor al transmisor.
- Cuando no se transmite ningún dato, este contacto debe encontrarse a nivel lógico 1.

RD o RxD (contacto 3). ***Recepción de datos (Receive Data)***.

- Por esta línea se reciben las señales de datos que se transmiten desde el equipo emisor.
- Cuando no se recibe ningún dato, este contacto debe encontrarse a nivel lógico 1 por efecto del TxD del transmisor.

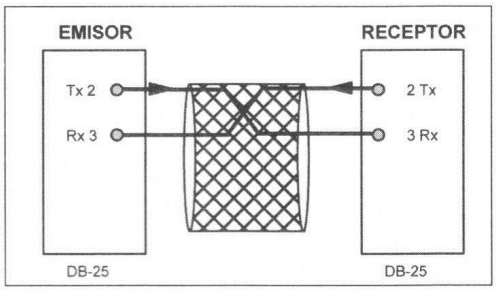


Figura 1.2.8
Señales para el intercambio de datos.

RTS (contacto 4). ***Petición de envío (Request to send)***.

- Esta señal es enviada desde el emisor al receptor para indicarle que tiene datos para enviar.
- Antes de empezar a transmitir datos, el emisor debe recibir la señal de CTS del receptor, por su contacto 5, que le indica que éste está listo para recibir.

CTS (contacto 5). ***Preparado para transmitir (Clear To Send)***.

- Cuando se tiene activado este contacto, indica que el equipo con el que nos queremos comunicar está preparado.
- En el receptor se activará esta señal después de que el emisor active su señal de RTS.
- Las señales de RTS y de CTS también se pueden utilizar como control de flujo de datos entre emisor y receptor. Para que estas señales puedan ser reconocidas como indicadores de flujo de datos, el software de comunicaciones debe estar configurado para mantener un control de flujo RTS/CTS también llamado control de flujo hardware.

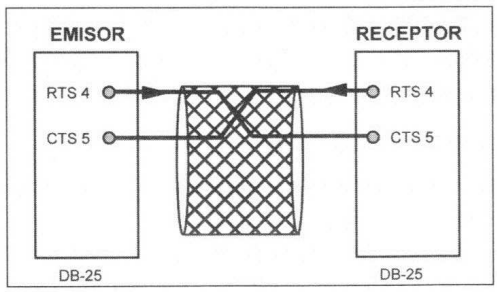


Figura 1.2.9
Señales para el control de flujo de datos.

DSR (contacto 6) ***DCE preparado (Data Set Ready)***.

- Este contacto indica el estado en el que se encuentra el DCE.
- Cuando está a nivel lógico 0, es decir circuito activo, indica que el DCE está listo para transmitir datos.

DTR (contacto 20) ***Terminal de datos preparado (Data Terminal Ready)***.

- Cuando este contacto está con señal activa, le indica al DCE que el DTE está preparado para la comunicación.
- Si la señal no está activa, el receptor cortará la comunicación en curso.

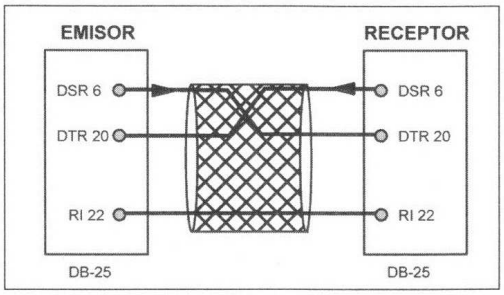


Figura 1.2.10
Señales para eal control de los equipos.

RI (contacto 22) ***Indicador de llamada (Ring Indicator)***. Este contacto indica al DTE que se está recibiendo una llamada por el canal de comunicaciones. En respuesta a esta señal de llamada, el DTE le envía una tensión al contacto 20 (DTR), que le indica al DCE que atienda la llamada.

CD (contacto 8) ***Detección de portadora (Carrier Detect).***

- También se le conoce como detector de la señal de la línea recibida o como detección de una portadora de datos. Con una señal en este contacto el receptor indica al emisor que está recibiendo una señal de portadora, que no es más que un tono a una frecuencia determinada.
- Esta señal debe estar presente durante todo el tiempo que dure la comunicación.

1.2.1.3.2 Proceso seguido para una comunicación

Cuando dos equipos se quieren comunicar realizan el siguiente proceso:

- Comprobación de que tanto el emisor (DTE) como el receptor (DCE) están preparados, alimentados, sin ningún error, etc. (señales DTR/DSR).
- El emisor (DTE) quiere enviar datos y le pregunta al receptor (DCE) si está preparado para recibir (señal RTS del emisor (DTE) al CTS del DCE).
- El emisor (DTE) espera que el receptor (DCE) le responda, activando éste la señal CTS del emisor (DTE) mediante el contacto RTS del receptor (DCE).
- El emisor (DTE) envía la señal de datos del contacto Tx al receptor (DCE) que la recibe por el contacto Rx.

Tanto si se utiliza el conector DB-9 como el DB-25, nos podemos encontrar con cables de comunicaciones en los que las conexiones pueden ser diferentes, dependiendo de los equipos a comunicar. A continuación se muestra un ejemplo, la siguiente conexión permite conocer si hay algún dispositivo conectado en el otro extremo y además realizar un control del flujo por hardware por las líneas RTS/CTS.

Cable conexión Null Modem (2)						
DTE (emisor)			*Canal comunicaciones*	*DCE (receptor)*		
DB9	**DB25**	**Señal**	**Sentido**	**Señal**	**DB25**	**DB9**
3	2	TX		TX	2	3
2	3	RX		RX	3	2
5	7	SG		SG	7	5
4	20	DTR		DTR	20	4
6	6	DSR		DSR	6	6
1	8	CD		CD	8	1
7	4	RTS		RTS	4	7
8	5	CTS		CTS	5	8
9	22	RI		RI	22	9

Tabla 1.2.4

1.2.1.3.3 Tipo de transmisión

En la norma RS-232 se utiliza el tipo de transmisión simple, también llamado *Single-Ended*, que se caracteriza por:

- Utilizar un único hilo o cable, referenciado a una masa común (no balanceado o equilibrado).
- El dato se obtiene de la señal que llegue por ese hilo.
- Se emplea para distancias cortas y bajas velocidades de transmisión.

A continuación se muestra cómo afecta el posible ruido, que se pueda incorporar al canal de comunicación, a los equipos que como la norma RS-232 son del tipo de transmisión simple.

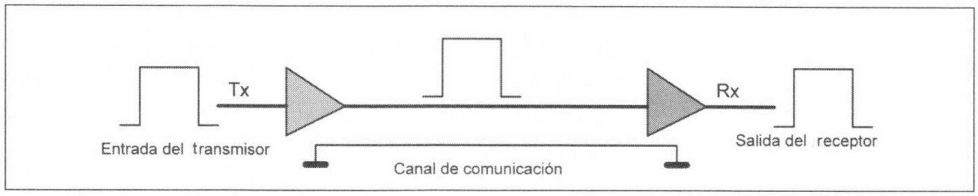


Figura 1.2.11
Transmisión RS-232 sin interferencias en el canal de comunicación.

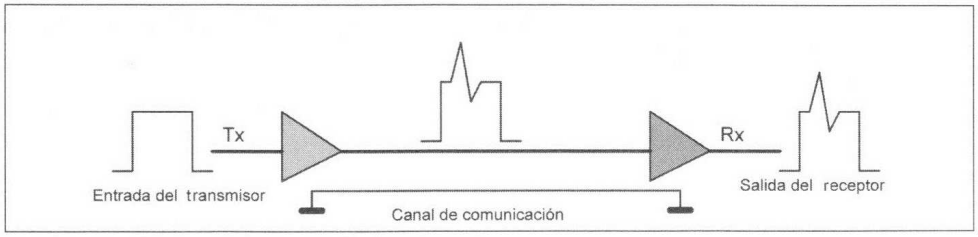


Figura 1.2.12
Transmisión RS-232 con interferencias en el canal de comunicación.

Lo que nos indica que es un sistema bastante vulnerable a las posibles interferencias y, por tanto, se limita a comunicaciones de cortas distancias.

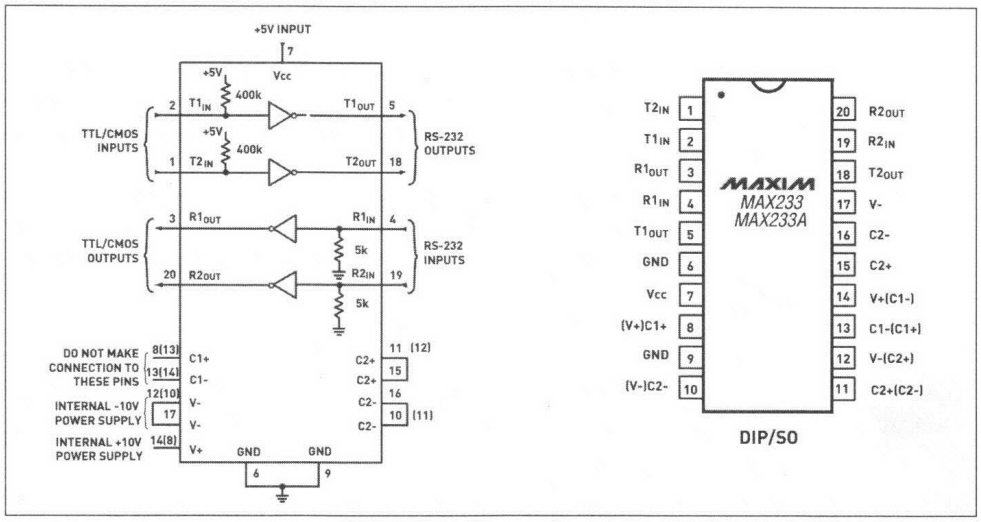


Figura 1.2.13
Circuitos comerciales que integran la norma RS-232.

1.2.2 Norma física RS-422

Para mayores velocidades, sobre distancias grandes y bajo condiciones de elevado ruido, la transmisión de datos entre componentes y periféricos utilizando la norma RS-232 con una sola línea de datos se hace muy difícil. La solución que se planteó ante las nuevas exigencias de la industria fue la de utilizar una línea diferencial que ofrece las siguientes características:

- Utiliza dos hilos respecto a una masa.
- El dato recibido se obtiene de la diferencia de tensiones entre dos hilos.
- Permite mayores distancias de transmisión que la transmisión simple.
- Es más inmune al ruido eléctrico.

Por otro lado, mientras la norma RS-232 establece una diferencia de tensión de salida entre el estado activo y no activo de 6 voltios, es decir, zona de transición entre +3 y -3 voltios, la norma RS-422 disminuye esta diferencia hasta los 4 voltios (entre + 2 y - 2 voltios). Esto hace posible el hecho de poder transmitir datos a mayor velocidad por un mismo cable, ya que la característica eléctrica de la capacidad tiene menos tiempo para frenar los cambios de estado y por tanto los tiempos de los periodos de cada bit pueden ser menores. Otra de las ventajas radica en el hecho de poder interconectar equipos transmisores y receptores que utilicen la alimentación de 5 voltios disponible en los ordenadores, por lo que no es necesaria una alimentación auxiliar.

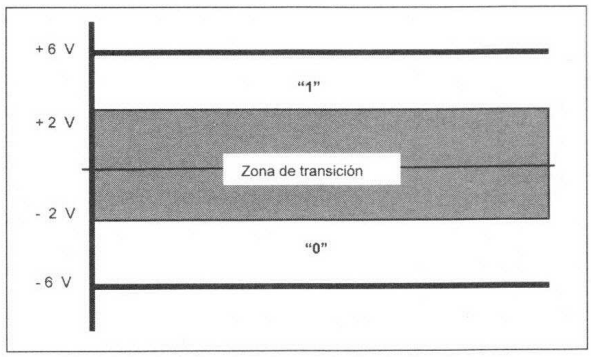


Figura 1.2.14
Señales eléctricas por la interface RS-422.

Las señales que utiliza esta norma son las siguientes:

Señal	Definición
Tx+ o TD+	Señal no invertida transmitida al canal de comunicaciones
Tx- o TD-	Señal invertida transmitida al canal de comunicaciones
Rx+ o RD+	Señal no invertida recibida a través del canal de comunicaciones
Rx- o RD-	Señal invertida recibida a través del canal de comunicaciones
FG	Masa de protección

Tabla 1.2.5

En la norma RS-422 se utiliza el tipo de transmisión diferencial Full-Duplex que se caracteriza por:

- Utilizar dos hilos o cables, referenciado a masa.
- El dato se obtiene de la diferencia de la señal eléctrica entre los dos hilos que componen el canal de comunicación.
- El hecho de que el tipo de transmisión sea Full-Duplex indica que cada equipo puede enviar y recibir de forma simultánea al utilizar canales diferentes.
- Esta norma RS-422 permite velocidades de hasta 10 Mbps y distancias de hasta un máximo de 1.200 metros.
- Esta norma física permite la configuración de una red con un máximo de 32 estaciones de trabajo.

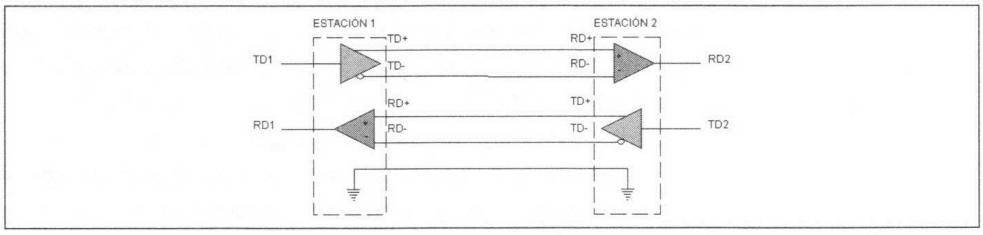


Figura 1.2.15
Transmisión diferencial aplicada a la norma RS-422.

A continuación se muestra cómo se elimina el efecto del posible ruido que se pueda incorporar al canal de comunicación.

Un sistema diferencial permite eliminar los posibles ruidos que se puedan incorporar en el canal de comunicación, ya que realiza la diferencia entre los valores de la señal eléctrica en cada momento. Por tanto RD = [TD+] - [TD-]. En la figura 1.2.16. se observa cómo se realiza el sistema para la obtención de la señal que leerá el receptor.

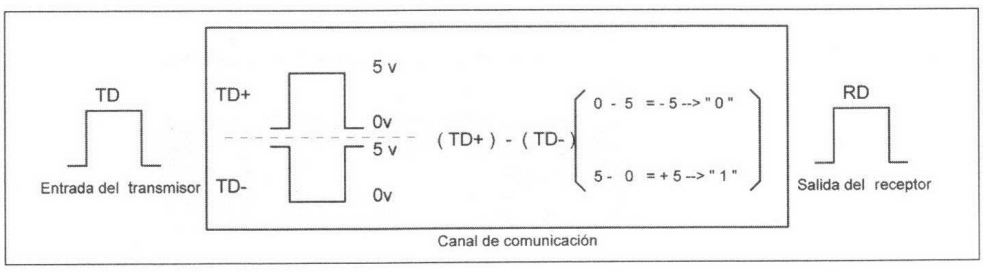


Figura 1.2.16
Transmisión sin interferencias en un sistema diferencial.

En el supuesto de que se incorporaran ruidos en el canal de comunicación, tal ruido quedaría incorporado de igual manera tanto en la señal TD+ como en la TD-, ya que se produce dentro de la línea. Por tanto, aplicando la misma técnica para la obtención de la señal en el receptor, tendríamos:

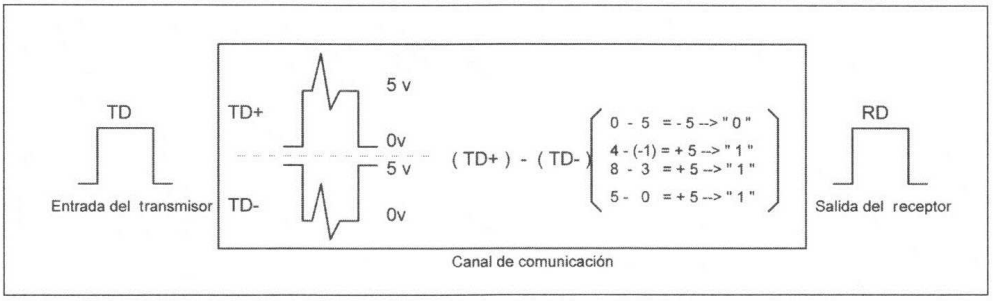


Figura 1.2.17
Transmisión con interferencias en un sistema diferencial.

Otra de las grandes diferencias que se incluyó en esta norma RS-422 con respecto a la RS-232 es el hecho de poder pasar de trabajar de forma punto a punto entre dos equipos a poder realizar una red con un máximo de 32 equipos compartiendo el canal de comunicaciones.

En una configuración en red trabajando bajo la norma RS-422 se debe asignar a un equipo el estatus de estación principal o primaria, siendo el resto de equipos participantes estaciones secundarias.

Como sucede en la mayoría de redes, se deberá colocar resistencias terminadoras (Rt) en los extremos de cada canal para mantener en todo momento la impedancia en la línea.

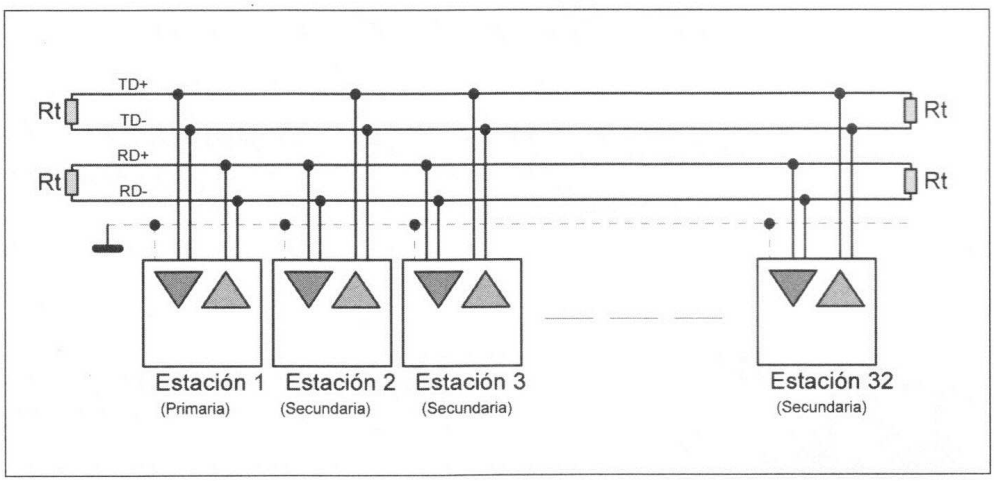


Figura 1.2.18
Configuración esquemática de una red en la norma RS-422.

Como se puede observar en la figura 1.2.19, las posibilidades de comunicación son las siguientes:

- La estación primaria puede comunicarse directamente con el resto de estaciones, tanto para enviar como para recibir.
- Las estaciones secundarias no pueden comunicarse directamente entre sí, ni para enviar ni tampoco para recibir. Para poder realizar esta operación, deberá pasar previamente por la estación primaria.

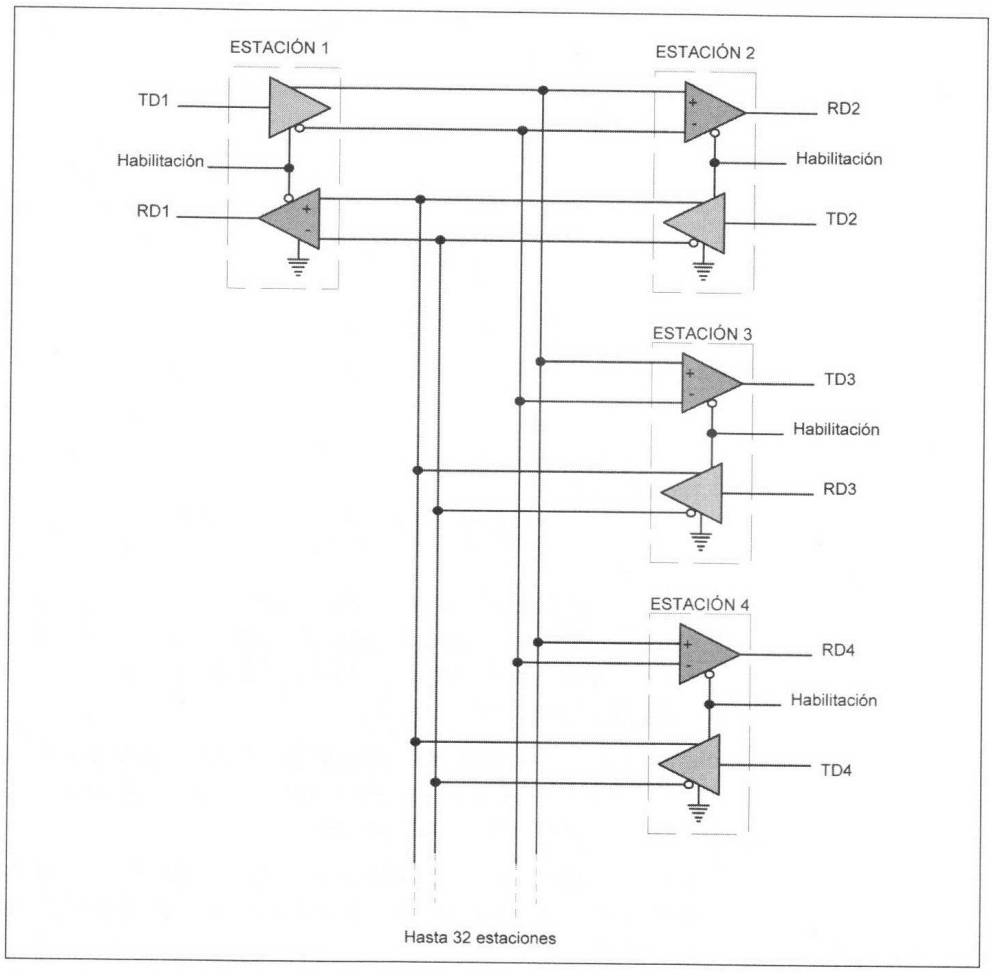


Figura 1.2.19
Configuración multifilar de una red en la norma RS-422.

Existen en el mercado diferentes circuitos electrónicos que integran la norma RS-422 que facilitan la construcción de éstos en equipos industriales, como por ejemplo los que se muestran en la figura 1.2.20.

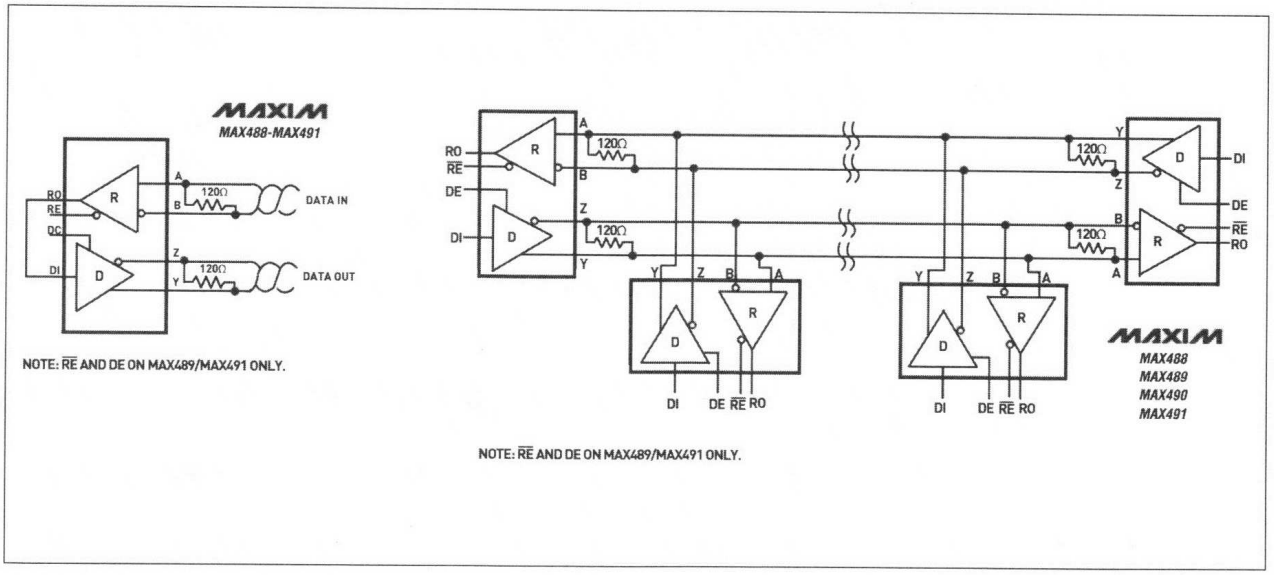


Figura 1.2.20
Circuitos comerciales que integran la norma RS-422.

1.2.3. Norma física RS-485

Para solventar algunos de los problemas que presentaban las anteriores normas, la EIA definió un nuevo estándar: la RS-485. Introducida en 1983, es una versión mejorada de la RS-422. Se considera como interface multipunto y permite la comunicación de hasta 32 equipos emisores-receptores en un bus de datos común, por lo que dispone del tercer estado (habilitación) para que no existan colisiones en el canal de comunicación, satisfaciendo al mismo tiempo los requerimientos de la RS-422.

La norma RS-485 se basa también, y al igual que la RS-422, en un sistema diferencial que permite eliminar los posibles ruidos que se puedan incorporar en el canal de comunicación (ver figuras 1.2.16 y 1.2.17).

A efectos eléctricos, son compatibles totalmente con la norma RS-422. Los niveles lógicos referidos a los eléctricos son:

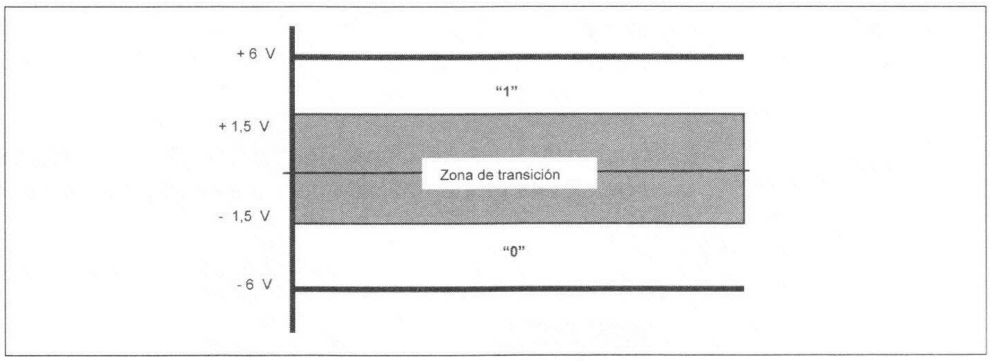


Figura 1.2.21
Señales eléctricas por la interface RS-485.

Las señales que utiliza esta norma son las siguientes:

Señal	Definición
A o D+	Señal de emisión/recepción no invertida transmitida al canal de comunicaciones
B o D-	Señal de emisión/recepción invertida transmitida al canal de comunicaciones
FG	Masa de protección

Tabla 1.2.6

En la norma RS-485 se utiliza el tipo de transmisión diferencial Half-Duplex que se caracteriza por:

- Utilizar dos hilos o cables, referenciado a masa.
- El dato se obtiene de la diferencia de la señal eléctrica entre los dos hilos que componen el canal de comunicación.
- El hecho de que el tipo de transmisión sea Half-Duplex indica que cada equipo puede enviar y recibir, pero no de forma simultánea.
- Esta norma RS-485 permite velocidades de hasta 10 Mbps y distancias de hasta un máximo de 1.200 metros.
- Esta norma física permite la configuración de una red con un máximo de 32 estaciones de trabajo.

La norma RS-485 incorpora un tercer estado que permite que un equipo se pueda colocar en estado de alta impedancia, y por tanto no lee nada, es como si se encontrara desconectado de la línea.

Normalmente la habilitación se encuentra en estado de recepción "0". Si se quiere transmitir, bastará con poner un "1" en la entrada de habilitación correspondiente.

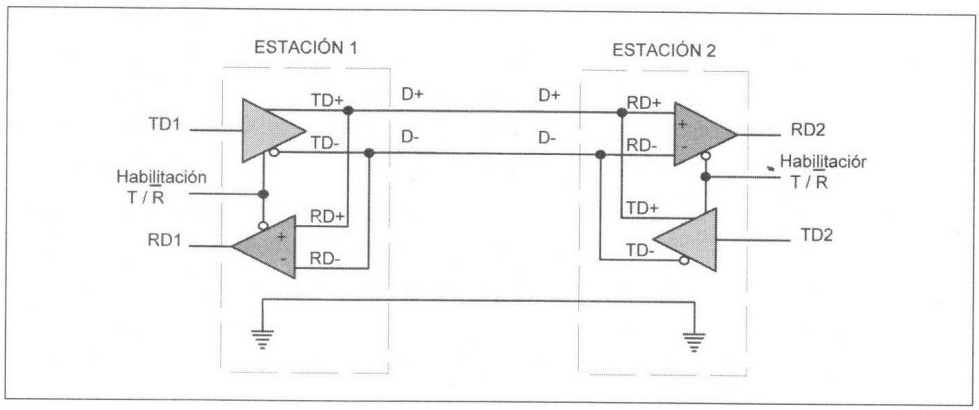


Figura 1.2.22
Transmisión diferencial aplicada a la norma RS-485.

Existen bastantes aplicaciones dentro de las comunicaciones industriales en las que la norma RS-485 es la utilizada para transmisión de datos, como es el caso de PROFIBUS.

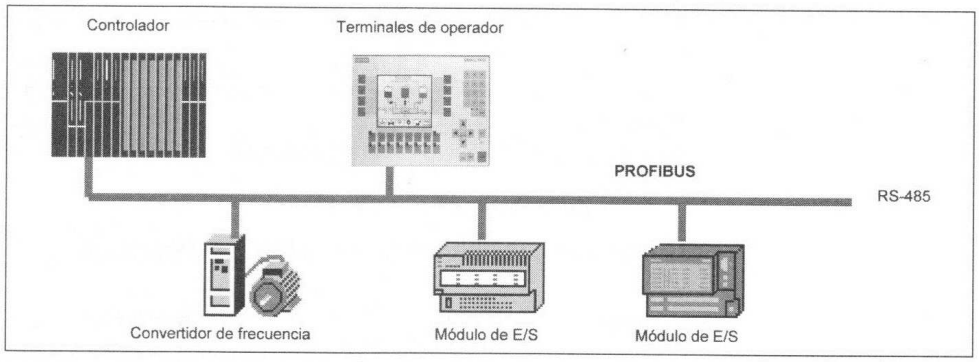


Figura 1.2.23
Ejemplo de una red Profibus con diferentes componentes.

Las principales características son que la longitud máxima es de aproximadamente 1.200 metros a una velocidad de 90 kbps, y la velocidad máxima del enlace es de 10 Mbps. Como en cualquier sistema de comunicaciones, la velocidad y longitud del enlace están inversamente relacionadas: si deseamos obtener la máxima velocidad, el cable deberá ser de unos pocos metros y viceversa.

La norma establece que el número máximo de equipos será de 32, pero con receptores de alta impedancia se pueden alcanzar los 256 equipos. Los adaptadores RS-485 utilizan una fuente de alimentación de 5 voltios para sus circuitos.

En la figura 1.2.24 se puede observar que cada equipo del enlace dispone de un adaptador con las líneas TD/RD y habilitación (T - /R) para controlar el modo de funcionamiento del equipo:

- Cuando esta entrada tiene un "0", el equipo se encuentra en modo recepción y puede escuchar el tráfico en la red.
- Cuando esta entrada de control se pone a "1", el equipo se pondrá en modo transmisión y es cuando éste está en disposición de poder enviar datos a la red.

En una configuración en red trabajando bajo la norma RS-485 cualquier equipo puede comunicarse con el resto, lo que representa una ventaja con respecto a la RS-422, aunque por otro lado complica el control de acceso a la red.

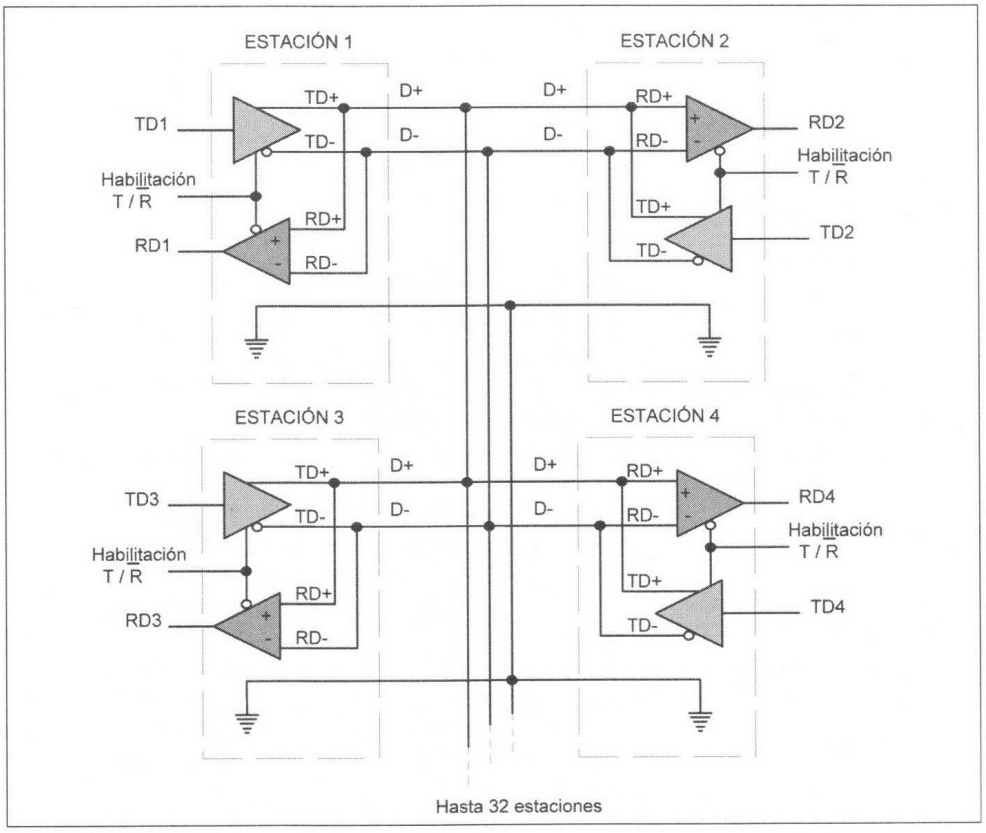


Figura 1.2.24
Configuración multifilar de una red en la norma RS-485.

Al igual que sucedía en la norma RS-422, y como también sucede en la mayoría de redes, se deberán colocar resistencias terminadoras (Rt) en los extremos del canal de comunicaciones para mantener en todo momento la impedancia en la línea y que es del orden de los 120 ohmios.

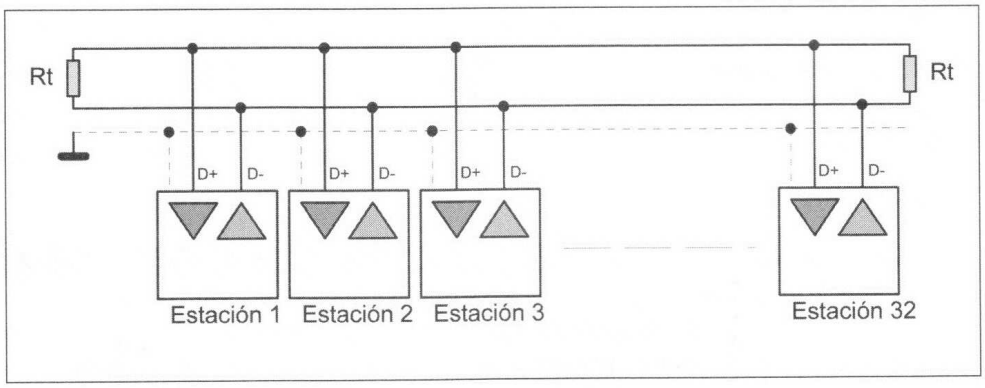


Figura 1.2.25
Configuración esquemática de una red en la norma RS-422.

Existen en el mercado diferentes circuitos electrónicos que integran la norma RS-422 que facilitan la construcción de éstos en equipos industriales, como por ejemplo los que se muestran en la figura 1.2.26.

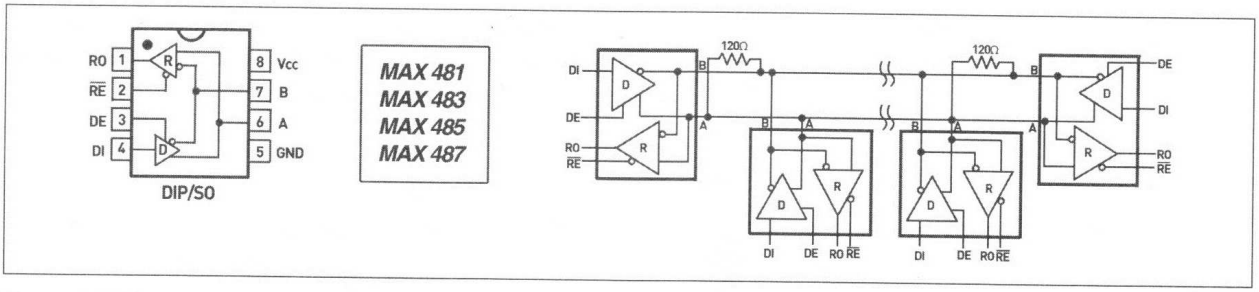


Figura 1.2.26
Circuitos comerciales que integran la norma RS-485.

A continuación se presenta una tabla, a modo de resumen, de las diferentes normas físicas desarrolladas en este capítulo.

Parámetros		RS-232C	RS-422-A	RS-485
Modo de trabajo		Unipolar	Diferencial	Diferencial
Número de emisores y receptores		1 emisor 1 receptor	1 emisor 32 receptores	32 emisores 32 receptores
Longitud máxima del cable		15 metros	1.200 metros	1.200 metros
Velocidad de transmisión máxima		20 kbps	Hasta 10 mbps	Hasta 10 mbps
Número de líneas		Hasta 25 (datos y control)	Hasta 4 (datos y control por software)	2 (datos y control por software)
Tipo de cable		Cable específico (hilos tantos como señales)	Par trenzado (2 pares)	Par trenzado (1 par)
Topología que admiten		Punto a punto	Multipunto (punto a punto desde principal a secundarias) Anillo	Punto a punto Multipunto Anillo Bus
Simultaneidad en la transmisión		Simplex Half duplex Full duplex	Full duplex	Half duplex
Tensión de salida del emisor	Sin cargar Cargado	+/- 5 V +/- 15 V	+/-2 V +/- 6 V	+/- 1,5 V +/- 6 V

Tabla 1.2.7

1.3 Técnicas de control de flujo

En muchas ocasiones el equipo emisor es más rápido en enviar la información que el equipo receptor en procesarla. El ejemplo más claro es el de un ordenador conectado a una impresora. En estos casos el equipo receptor no es capaz de procesar los datos a la misma velocidad que le están llegando. El equipo emisor ha de estar informado de esta situación para que deje de enviar información al equipo receptor. A esto se le conoce como control de flujo. Para solucionar de forma más eficaz este problema existen dos mecanismos, que son:

- Control de flujo por hardware o hardware flow control.
- Control de flujo por software o software flow control.

1.3.1 Control de flujo por hardware

Cuando un equipo emisor se dispone a enviar datos a otro receptor, se realiza la siguiente secuencia:

- El emisor le envía al equipo receptor una señal de petición de transmisión conocida como RTS (*Request to Send*). Esta señal consiste en poner a "1" el contacto 4 de la interface RS-232 del equipo emisor.
- Esta señal será recogida por el receptor a través de su contacto 5 CTS (*Clear to Send).*
- Si el equipo receptor está preparado para recibir, responde activando su contacto 4 RTS (*Request to Send*)
- Esa señal será recogida por el emisor a través de su contacto 5 CTS (*Clear to Send*).
- Llegado a este punto, se inicia la transmisión de la información desde el emisor hacia el receptor.

Se conoce como control de flujo por hardware al hecho de que el control se realiza mediante un cable físico que une el emisor con el receptor y que son los siguientes:

Transmisión / recepción de datos: Tx / Rx
Listo para enviar /recibir: RTS / CTS
Equipos preparados: DTR / DSR

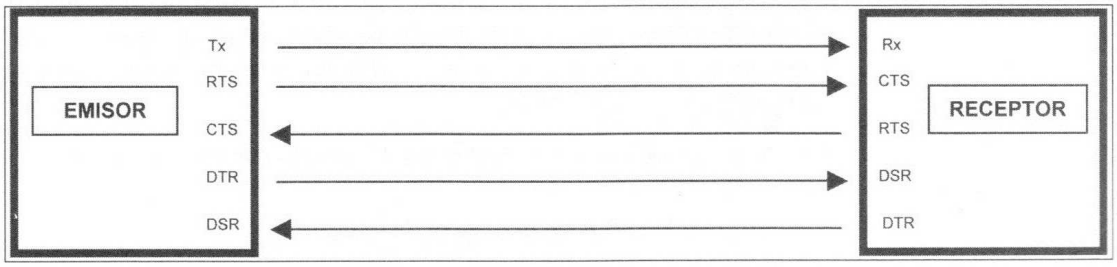


Figura 1.3.1
Conexiones entre emisor y receptor para el control de flujo por hardware.

1.3.2 Control de flujo por software XON/XOFF

En este caso no es necesario utilizar una línea de control física (cable entre emisor y receptor), sino que se utilizan dos caracteres especiales de control, que son:

XOFF: ASCII 19 CTRL+Q DC1 o Device Control 1

XON: ASCII 17 CTRL +S DC3 o Device Control 3.

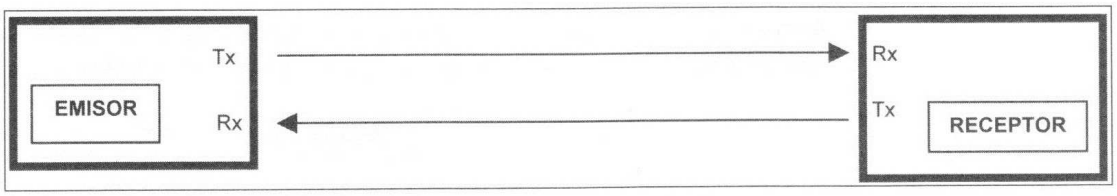


Figura 1.3.2
Conexiones entre emisor y receptor para el control de flujo por software.

Estos caracteres de control son utilizados por el receptor para indicar al emisor que detenga o reanude el envío de datos.

A este tipo de control de flujo se le conoce como Software Flow Control o Software Handshaking, control de flujo por software, ya que los caracteres Xon y Xoff son generados por software.

El carácter de control Xoff lo utiliza el receptor para detener el flujo de datos. Por su parte, el carácter Xon permite reanudar el envío de datos.

1.4 Técnicas de control de errores

Se define como error el hecho de que un bit de un mensaje sufra una inversión durante una transmisión. Esto convierte un mensaje en ilegible, y por tanto puede inutilizar todo el costoso proceso de transmisión. Los errores pueden ser debidos al hecho de que los circuitos físicos por los que se establece una comunicación están sometidos a multitud de ruidos y distorsiones que hacen que la señal que el terminal emisor introduce por un extremo no sea exactamente igual a la señal que el circuito le entrega al terminal receptor.

Hay dos problemas que resolver mediante:

- *Métodos de detección de errores.*
- *Métodos de corrección de errores.*

En aplicaciones industriales solamente se utilizan métodos de detección de errores acompañados de la petición de retransmisión, ya que los métodos de corrección de errores son bastante complejos y tan sólo se utilizan en situaciones extremas, generalmente cuando la propagación es muy grande como son las comunicaciones espaciales, resultando más eficaz la aplicación de estas técnicas que volver a retransmitir el mensaje erróneo.

Se han desarrollado varias técnicas para detectar y corregir errores. Pueden distinguirse dos grupos:

- *Métodos basados en el control de la paridad.*
- *Métodos algebraicos.*

1.4.1 Métodos de detección de errores

1.4.1.1 Códigos de control de paridad

Este método, llamado también geométrico, se basa en añadir un bit (de paridad) a cada uno de los caracteres transmitidos. Este bit debe tener el valor cero o uno, de forma que haga que el número total de unos del carácter, contando el bit de paridad, sea un número impar (paridad impar) o un número par (paridad par). El terminal receptor cuenta el número de bits unos de cada carácter, comprobando que dicha suma dé como resultado un número impar si el método utilizado es de paridad impar, o par si el método utilizado es de paridad par. Si todo es correcto, se continúa con la transmisión; de lo contrario, se le indica al terminal emisor que le vuelva a retransmitir la trama errónea.

A continuación se muestran varios ejemplos del control de paridad. En este primer caso se ha configurado como parámetro de comunicación que el bit de paridad sea "impar":

Carácter	Estado del bit de paridad
0101 1110	0
0111 0000	0
0010 1010	0
0000 1100	1

Tabla 1.4.1

Si, por el contrario, se ha configurado el bit de paridad como "par", entonces será:

Carácter	Estado del bit de paridad
0101 1110	1
0111 0000	1
0010 1010	1
0000 1100	0

Tabla 1.4.2

Puede darse el caso de que se elija el tercer tipo de paridad: que en lugar de par (even) o impar (odd), sea ninguna (none) queriendo decir que no se añadirá ningún bit de paridad; por tanto, en este caso no existirá control del error.

1.4.1.2 Suma de comprobación

El método anterior tan sólo sirve para detectar el error que se pueda producir en un bit, pero no si existen errores en un número par de bits, es decir, que si en un mismo carácter se modifican el estado de dos bits, este método no lo detectará. Para evitar esto, algunos protocolos incluyen al final de cada trama un carácter de comprobación de error, carácter conocido como ***carácter de comprobación horizontal***. Lo que contiene es el bit de paridad de cada posición de los caracteres enviados. Si aplicamos esto al ejemplo en el que configuramos como paridad "impar", tendremos lo siguiente cuando no existe error en la transmisión:

Carácter	Estado del bit de paridad
0101 1110	0
0111 0000	0
0010 1010	0
0000 1100	1
1111 0111	**0**

Tabla 1.4.3

Para el mismo caso en el que sí existe un error en la transmisión, el carácter sería:

Carácter	Estado del bit de paridad
0101 1110	0
0111 0000	0
0010 1010	0
0100 1100	0
1011 0111	1

Tabla 1.4.4

Un sistema que utilice la paridad vertical y la horizontal podría llegar a detectar y corregir todos los errores de un bit en un solo carácter.

1.4.1.3 Ecoplexión

La técnica de la ecoplexión consiste en que el receptor devuelve cada carácter en cuanto lo recibe. De esta manera el emisor puede comprobar si los caracteres efectúan todo el recorrido sin ser modificados.

Este sistema no es muy correcto, ya que cuando el emisor recibe con errores un carácter devuelto no es posible determinar si el receptor lo recibió en buenas condiciones y se introdujeron los errores en el trayecto de vuelta, o si el dato ya contenía errores al llegar al destino. De cualquier forma, el emisor sabe que hay anomalías en el sistema. No es un método altamente utilizado.

1.4.1.4 Códigos de redundancia cíclica o CRC

Este código de redundancia cíclica es el más utilizado. Es un método algebraico, también llamado convolucional o polinómico, que consiste en agregar al final de cada trama una secuencia de bits, llamada secuencia de verificación de trama, SVT, la cual habilita al receptor a comprobar si se ha producido un error en la transmisión. La SVT está ligada matemáticamente con los datos de la trama, por lo que el receptor tan sólo deberá recalcular el valor y compararlo con el recibido. Si el valor comparado resulta diferente, el receptor notificará al emisor que le vuelva a transmitir la trama.

A este método llamado código de redundancia cíclica o CRC (*Cyclic Redundancy Check*) y a los valores añadidos a la trama, se les llama carácter de comprobación de bloque o BCC (*Block Check Character*) o simplemente redundancia.

Este método consiste en considerar las series de bits de los datos como un polinomio P(x), y efectuar una división con otro polinomio conocido tanto por el emisor como por el receptor, llamado polinomio generador G(x). Por ejemplo el CRC (CCITT) es $X^{16}+X^{12}+X^{5}+1$. El cociente de esta división se desecha y el resto de ésta se añade a la trama, transmitiéndose a continuación toda.

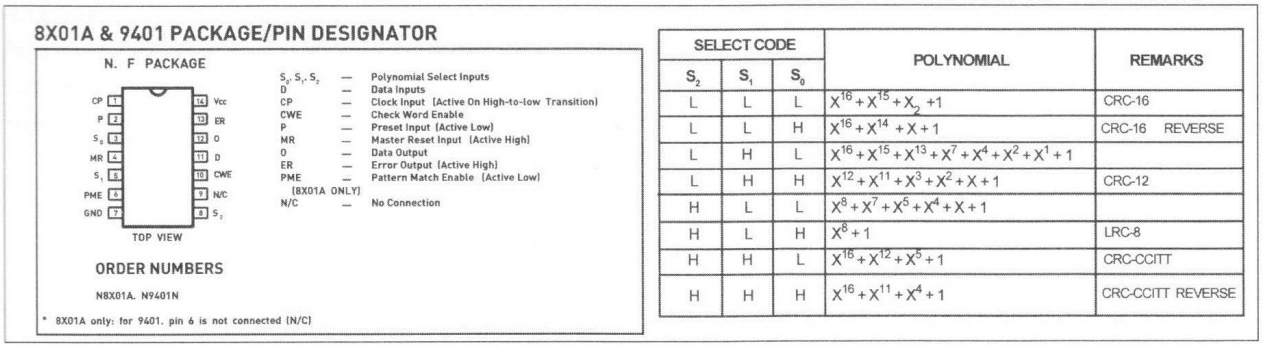
Existen varios polinomios generadores normalizados:

Norma	Polinomio
CRC - 12	$X^{12}+X^{11}+X^{3}+1$
CRC -16 (ANSI)	$X^{16}+X^{15}+X^{5}+1$
CRC - 16 (CCITT)	$X^{16}+X^{12}+X^{5}+1$

Tabla 1.4.5

Los CRC - 16 son códigos de redundancia que utilizan un SVT de 16 bits, detecta todas las cadenas erróneas con longitudes iguales o menores a 16 bits y aproximadamente un 99,997% de las cadenas erróneas de más de 16 bits. Este sistema, aunque parezca complicado, es fácilmente implementable tanto a nivel de software, aplicando el cociente de los polinomios, como a nivel de hardware, realizando un circuito electrónico basado en funciones lógicas XOR (o-exclusiva). Hoy en día los diferentes CRC normalizados se encuentran en circuitos integrados.

Este método no necesita añadir un bit a cada carácter, tal como sucedía en el método de paridad, por lo que el número de bits necesarios para detectar los errores es bastante menor.



8X01A & 9401 PACKAGE/PIN DESIGNATOR

N. F PACKAGE

TOP VIEW

S_2, S_1, S_0 — Polynomial Select Inputs
D — Data Inputs
CP — Clock Input (Active On High-to-low Transition)
CWE — Check Word Enable
P — Preset Input (Active Low)
MR — Master Reset Input (Active High)
O — Data Output
ER — Error Output (Active High)
PME — Pattern Match Enable (Active Low) (8X01A ONLY)
N/C — No Connection

ORDER NUMBERS

N8X01A, N9401N

* 8X01A only: for 9401, pin 6 is not connected (N/C)

SELECT CODE			POLYNOMIAL	REMARKS
S_2	S_1	S_0		
L	L	L	$X^{16}+X^{15}+X_2+1$	CRC-16
L	L	H	$X^{16}+X^{14}+X+1$	CRC-16 REVERSE
L	H	L	$X^{16}+X^{15}+X^{13}+X^7+X^4+X^2+X^1+1$	
L	H	H	$X^{12}+X^{11}+X^3+X^2+X+1$	CRC-12
H	L	L	$X^8+X^7+X^5+X^4+X+1$	
H	L	H	X^8+1	LRC-8
H	H	L	$X^{16}+X^{12}+X^5+1$	CRC-CCITT
H	H	H	$X^{16}+X^{11}+X^4+1$	CRC-CCITT REVERSE

Figura 1.4.1
Circuito integrado que incorpora el cálculo del CRC.

1.4.2 Métodos de corrección de errores

Si un error ha sido detectado en el mensaje recibido, se impone tratar de corregirlo. Existen dos filosofías de corrección:

- Corrección hacia delante o intentando reconstruir el posible error. Utilizando información redundante que el emisor introdujo en el mensaje, el receptor localiza los bits erróneos y reconstruye el mensaje original. Su inconveniente reside en que el número de bits necesarios para reconstruir la cadena de bits original es muy grande, perdiendo eficiencia el sistema. Se utilizan métodos especiales, como los llamados:

  Método de Hamming.
  Método de Orchard.
  Método de Reed-Muller.

- Corrección hacia atrás o retransmisión de la trama. El receptor no dispone de medios para corregir. Lo que hace es pedir al emisor que retransmita el mensaje erróneo. A cambio, se mantiene ocupada durante más tiempo la línea de comunicación, con lo que el coste de la transmisión crece. Éste es el sistema utilizado en las comunicaciones industriales por ser un volumen de datos relativamente pequeño.

1.5 Topología de redes

La topología de las redes es el aspecto físico que forman los equipos y el cableado de los mismos. Se pueden encontrar sistemas industriales con las siguientes topologías:

- Punto a punto.
- Bus.
- Árbol.
- Anillo.
- Estrella.

1.5.1 Punto a punto

Es la más sencilla, ya que se basa en la conexión directa de dos equipos. Sus principales características son:

- No es necesario que dentro de la trama del mensaje se incluyan las direcciones, tanto de origen como la de destino.

- Se pueden llegar a comunicar mediante sistemas Half-Duplex (RS-485) o Full-Duplex (RS-422). En este último caso también es innecesario el tema del acceso al medio, ya que se pueden comunicar bidireccionalmente y de forma simultánea.
- El sistema de cableado utilizado es sencillo y a veces sin necesidad de adaptadores de red (interfaces).

Ventajas:

- Topología simple en su instalación.
- Fácil control de acceso a la red.
- Si un nodo falla, el resto puede funcionar.
- Su evolución fue hacia el tipo estrella.

Inconvenientes:

- Válido para pocos nodos, por su complejidad en el cableado.
- Múltiples tarjetas de comunicaciones.

Aplicaciones:

- Pocas estaciones y distancias cortas.

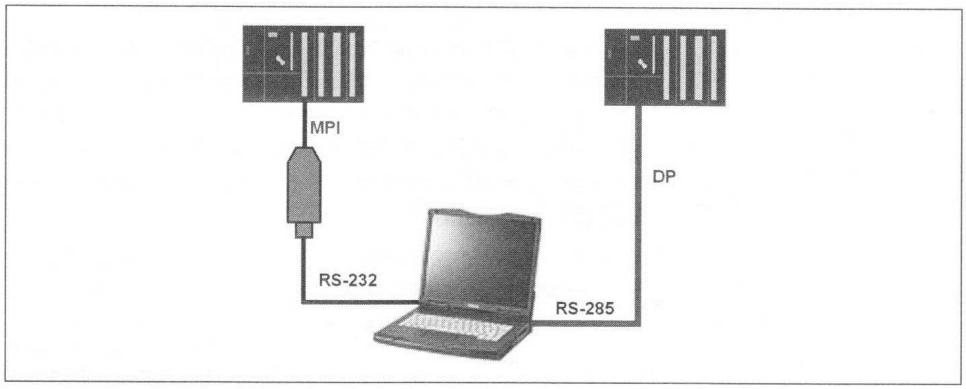


Figura 1.5.1
Estructura de red en forma de punto a punto.

1.5.2 Bus

Una única línea, compartida por todos los nodos de la red.

Al ser un bus compartido, antes de enviar un mensaje cada nodo ha de averiguar si el bus está libre.

Tan sólo un mensaje puede circular por el canal en cada momento.

Si una estación emite su mensaje mientras otro mensaje está en la red, se produce una colisión.

Ventajas:

- Coste de la instalación bajo.
- El fallo de un nodo no afecta al funcionamiento del resto de la red.
- Control del flujo sencillo.
- Todos los nodos pueden comunicarse entre sí directamente.
- La ampliación de nuevas estaciones o nodos es sencilla.

Inconvenientes:

- Limitado en la distancia (10 km), necesidad de repetidores por problemas de atenuación.

- Posibilidad elevada de colisiones en la red.
- Acaparamiento del medio cuando un nodo establece una comunicación muy larga.
- Dependencia total del canal. Si éste falla, la red se paraliza.

Aplicaciones:

- Redes industriales.
- Redes LAN Ethernet (obsoleto).

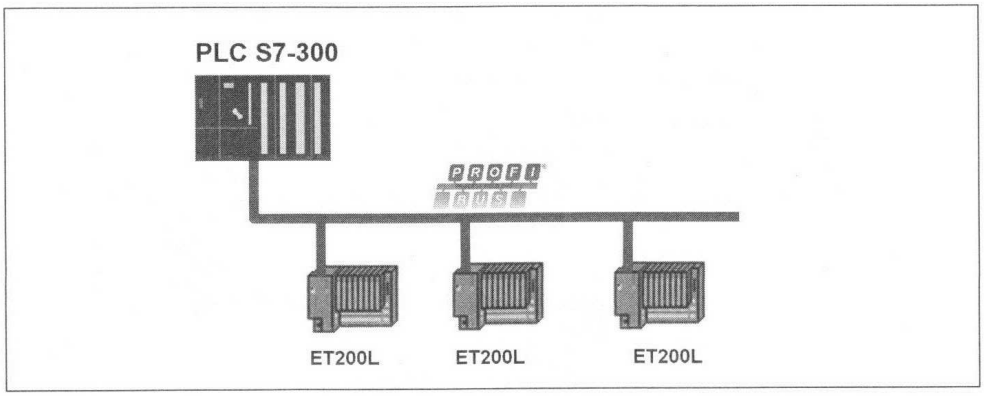


Figura 1.5.2
Estructura de red en forma de bus.

1.5.3 Árbol

Está formado por un grupo de buses conectados entre sí, dando lugar a una estructura arbórea. Con este sistema se consigue mayor alcance que el proporcionado por un bus simple, aunque se incrementa el problema de la atenuación.

Este tipo de red puede aplicarse para dotar de una red por departamentos o zonas independientes dentro de una empresa.

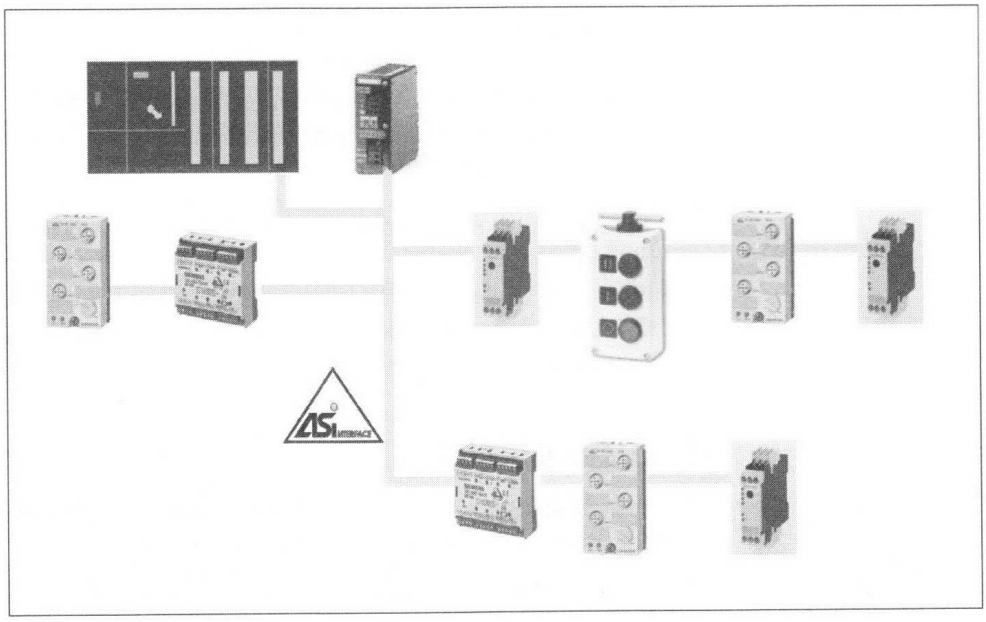


Figura 1.5.3
Estructura de red en forma de árbol.

1.5.4 Anillo

Es un caso especial de la conexión en bus, en el que los dos extremos se unen para formar un bus cerrado en forma de anillo. Sus características principales son:

- La información fluye en un único sentido.
- El mecanismo de transmisión es dejar el mensaje y éste circula por el anillo hasta llegar al receptor.
- Puede circular más de un mensaje por el anillo.
- La inserción de un nuevo equipo al anillo es fácil, tan sólo es necesario conectarlo físicamente al medio de transmisión.
- El rendimiento de la red puede ser muy elevado, la velocidad la marca el equipo más lento.
- El control es bastante simple desde el punto de vista hardware y software.

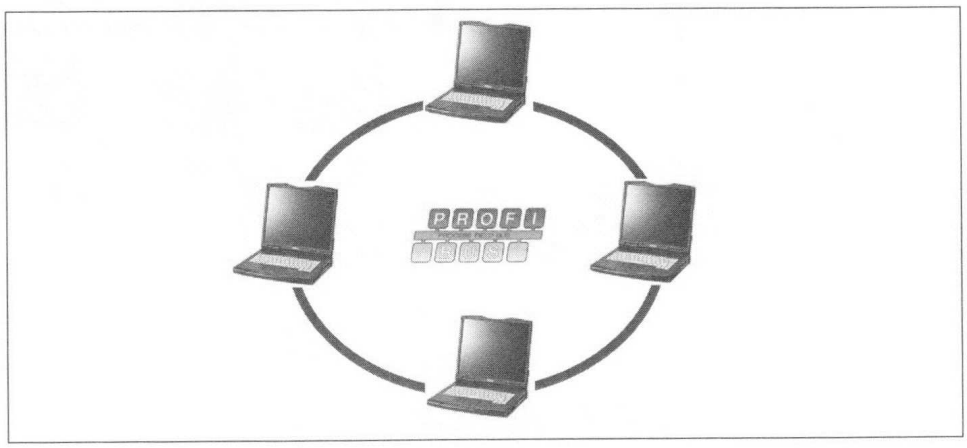


Figura 1.5.4
Estructura de red en forma de árbol.

Ventajas:

- No existen problemas de encaminamiento, todos los mensajes circulan por el mismo camino.
- La inserción de un nuevo nodo es fácil.
- No se producen colisiones.
- El rendimiento es alto, aunque la velocidad la marca el nodo más lento.
- No hay problemas de atenuación, cada nodo actúa como repetidor de la señal.

Inconvenientes:

- El fallo de un equipo deja el anillo fuera de servicio y por tanto la red deja de funcionar.
- IBM lanzó al mercado la red tipo "TOKEN RING" que hace que cuando un equipo falle, éste se cortocircuite provocando que la red siga funcionando.
- Es válido para distancias cortas.

1.5.5 Estrella

Todos los puestos de trabajo están conectados a un mismo nodo de la red, llamado concentrador o HUB (repetidor de la información).

Este nodo central es el que controla toda la transferencia de información, con lo cual se crea una dependencia total de este elemento, puesto que si falla dicho elemento, cae con él toda la red.

Ventajas:

- Mayor rendimiento, ya que la información va directamente del emisor al receptor sin pasar por nodos intermedios (excepto el HUB).
- Podemos añadir o suprimir nodos con suma facilidad.
- Fácil conexionado y mantenimiento.
- Admite diferentes velocidades.

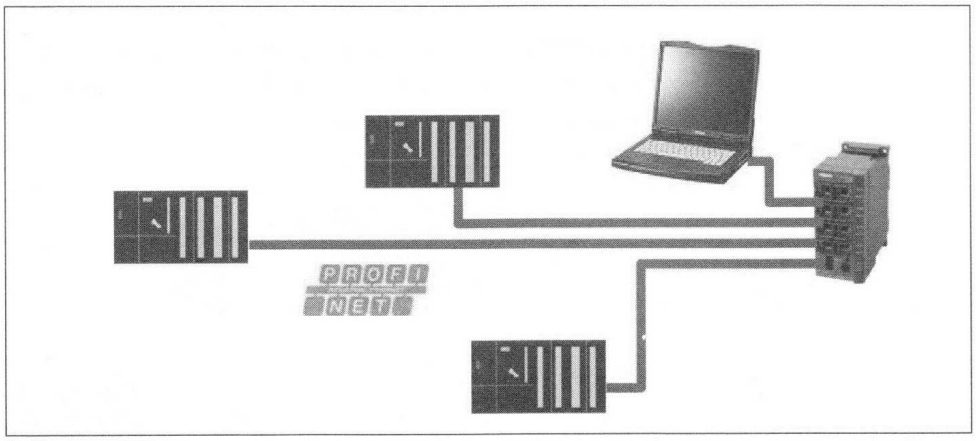


Figura 1.5.5
Estructura de red en forma de estrella.

Inconvenientes:

- Dependencia total del HUB; si éste falla, la red no funciona.
- Si el HUB no es suficientemente potente, se pueden producir retardos importantes que pueden llevar a paralizar la red (efecto "cuello de botella").

Aplicaciones:

- Redes LAN, Ethernet y Fast Ethernet

1.6 Métodos de acceso al medio

En el diseño de una red se ha de tener en cuenta si puede darse el caso de que varias estaciones puedan transmitir de forma simultánea a través del mismo canal de comunicaciones, ya que esto provoca colisiones que pueden ocasionar:

- Información errónea en la recepción.
- Pérdida de la información.

Para evitarlo, se han desarrollado diferentes técnicas conocidas como métodos de acceso al medio. Estos métodos están basados en dos sistemas:

- Métodos de acceso a la red con control, llamados centralizados.
- Métodos de acceso a la red aleatorios, llamados de contienda.

1.6.1 Métodos de acceso a la red con control, llamados centralizados

Se aplican a sistemas en los que un equipo realiza la función de centro de control. Todos estos sistemas los podemos englobar en dos grupos:

- Métodos de sondeo y selección.
- Métodos de paso de testigo.

1.6.1.1 Métodos de sondeo y selección

Este método se utiliza en redes del tipo Master/Slave, también conocido como Polling o Sondeo, está basado en dos procedimientos:

- **SONDEO o POLLING**: La estación central (Master) interroga al resto de estaciones de forma secuencial una tras otra (Poll). Cuando una estación Slave tiene el "Poll" es cuando se le permite transmitir la información, si es que dispone de ella.
- **SELECCIÓN**: La estación Master envía un "Select" a la estación Slave para decirle que tienen información para enviarle. Esta le contesta si está o no preparada; si lo está, le envía el mensaje.

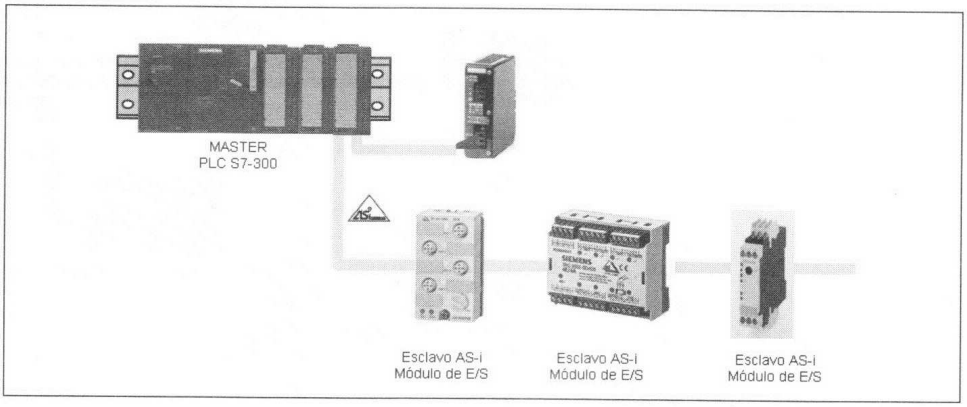


Figura 1.6.1
Bus AS-i como ejemplo de aplicación del método de sondeo y selección.

El gran inconveniente de este sistema es que es un poco "lento", por lo que se suele utilizar en sistemas con poco volumen de información en las transmisiones.

1.6.1.2 Métodos de paso de testigo

Este otro método se utiliza en redes donde todas las estaciones disponen de la misma prioridad. También es conocido como Token-Ring o Token-Bus.

Dependiendo de la topología de la red se pueden encontrar dos tipos que aplican este mismo método, son:

- Paso de testigo en bus o Token-Bus (IEEE 802.4).
- Paso de testigo en anillo o Token-Ring (IEEE 802.5).

1.6.1.2.1 Paso de testigo en bus o token-bus

Este método necesita la configuración de la red antes de su puesta en marcha, ya que ha de determinar cuál será la estación anterior y posterior de cada una de ellas para la circulación del testigo.

Es totalmente independiente la configuración o disposición físicas de las estaciones a la configuración lógica de dar a cada estación su dirección.

Una estación será la encargada de poner en circulación la trama testigo, y ésta irá recorriendo cada una de las estaciones según sea la lista de direcciones.

Dentro de lo que es la trama de información, existe un campo que es de "control". Dependiendo del dato que contenga ese campo, la trama actuará como de "trama testigo" o "trama de datos".

La trama de información se compone de los siguientes campos:

Figura 1.6.2
Campos de la trama de paso de testigo.

PREÁMBULO: Para sincronizar el emisor con el receptor (1 byte).
CONTROL: Tipo de trama Testigo – Datos – Otras (1 byte).
DIRECCIÓN DESTINO: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes).
DIRECCIÓN ORIGEN: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes).
DATOS: Información a transmitir (De 0 a 8174 bytes).
CRC: Control de error (4 bytes).
FIN DE TRAMA: La misma información que en el campo de inicio de trama.

Una estación lanza la "trama testigo". En ese momento se pueden dar las siguientes situaciones:

- Si la trama no va destinada a ella misma, retransmite la misma a la siguiente estación.
- Si la trama llega como testigo, quiere decir que la podemos utilizar para enviar información a la estación que se quiera.
- Si el testigo ha vuelto a la estación emisora con un ACK en los datos, quiere decir que la información ha sido recibida correctamente por la estación destino. A continuación se libera el testigo y se pasa a la siguiente estación.

Existe un tiempo límite de posesión del testigo para las estaciones. Si este tiempo es superado, se ha de liberar el testigo a la estación siguiente. Este tiempo puede ser igual o diferente para cada estación o conjunto de estaciones. De esta manera se pueden asignar diferentes prioridades a cada una de ellas.

1.6.1.2.2 Paso de testigo en anillo o token-ring

Aplicado a sistemas en los que no existen estaciones con diferentes rangos de prioridad, sino que cualquier estación puede poner en funcionamiento el sistema.

Existen dos tipos de tramas:

- Una trama de control llamada testigo.
- Una trama diferente de datos.

La trama testigo tiene la siguiente estructura:

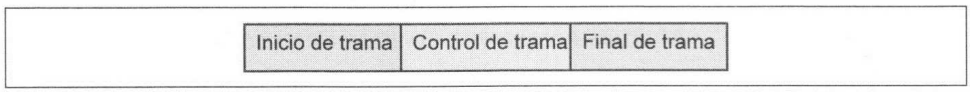


Figura 1.6.3
Campos de la trama testigo.

Y la trama de datos esta otra:

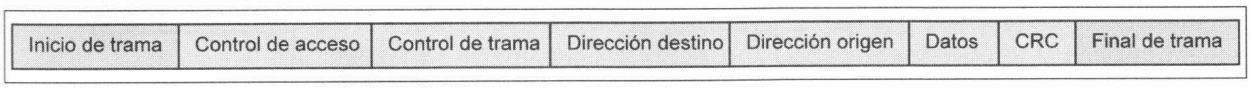


Figura 1.6.4
Campos de la trama de datos.

INICIO DE TRAMA: Para sincronizar las estaciones (1 byte).
CONTROL DE ACCESO: Contiene información en cada bit de tipo de trama, monitor y de prioridad (1 byte). En un bit se indica el tipo de trama (0=Trama testigo, 1=Trama de datos).

CONTROL DE TRAMA: Sirve para distinguir las tramas de datos de las de control, como ACK, etc. (1 byte).
DIRECCIÓN DESTINO: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes).
DIRECCIÓN ORIGEN: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes).
DATOS: Información a transmitir sin limite de longitud.
CRC: Control de error (4 bytes).
FIN DE TRAMA: La misma información que en el campo de inicio de trama.
ESTADO DE TRAMA: Es un campo de 1 byte en el que se contienen entre otros los bits denominados "A" y "C" que indican lo siguiente:
A: Destinatario encontrado o no.
C: Si se ha realizado la copia de la información.

Según esto se pueden dar los siguientes casos:

A=0 y C=0: El destinatario no ha sido encontrado, por ejemplo porque esté apagado o ausente de la red.
A=1 y C=0: El destinatario está presente pero no ha aceptado la trama, bien porque es errónea, porque no tiene memoria suficiente para copiar la trama o por otras causas que han impedido copiar la trama.
A=1 y C=1: El destinatario está presente y además ha copiado la trama correctamente.
A=0 y C=1: Caso imposible, ya que si se ha realizado la copia, es porque ha encontrado el destinatario.

Cuando a una estación le llega el testigo, puede optar por dos acciones:

- Si quiere emitir un mensaje, saca el testigo de la red y pone su mensaje en la trama de datos. Este mensaje llegará a su destinatario y completará un ciclo entero hasta volver al emisor. En este momento, el emisor da por finalizada su tarea, y vuelve a poner el testigo en la red, hasta que otra estación lo recoja para transmitir.
- Si no quiere emitir un mensaje, reenvía la trama testigo a la siguiente estación.

1.6.2 Métodos de acceso a la red aleatorios, llamados de contienda

En contraposición a las técnicas en donde el control de la transmisión es realizada por una sola estación (Master/Slave), existen técnicas sin prioridad en ninguna estación, donde cada ordenador controla su comunicación, pudiendo iniciar una transmisión de información sin tener que esperar a que otra estación le conceda permiso.

CSMA/CD (IEEE 802.3): A esta técnica se le conoce por el nombre de *contienda*, método que según la norma IEEE 802.3 se conoce como CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*).

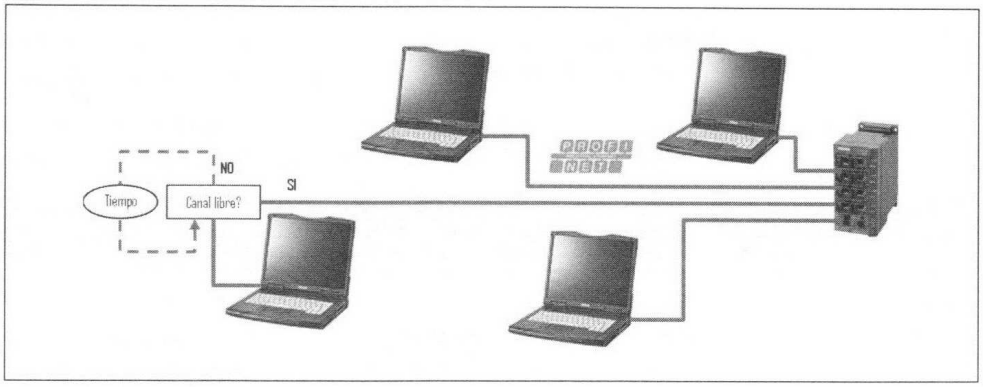


Figura 1.6.5
Método de acceso a la red CSMA/CD.

Este sistema sigue los siguientes pasos:

- Escucha el estado del canal de comunicaciones, comprobando los niveles de la señal.
- Si no detecta señal de datos, inicia su transmisión.
- Puede ocurrir que dos estaciones hayan iniciado la transmisión de forma simultánea. Cada estación, después de colocar los datos en el canal, comprueba que los datos existentes en el canal son los que se han enviado. Si no es así, es que se ha producido una colisión y detiene la transmisión.
- Si detecta colisión espera un tiempo aleatorio e inicia de nuevo el proceso. El tiempo deber ser aleatorio o prioritario, ya que si fuese el mismo se producirían colisiones sucesivas.
- Si aún y así se continúan detectando colisiones, se abortaría el proceso de comunicación después de varios intentos.

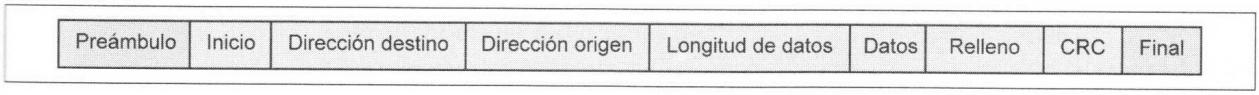


Figura 1.6.6
Campos de la trama del método CSMA/CD.

La trama que utiliza la IEEE 802.3 se compone de los siguientes campos:

PREÁMBULO: Para sincronizar el emisor con el receptor que siguen la secuencia 1010 1010 (7 bytes).

INICIO: Con el byte 1010 1011 se indica que se inicia la trama (1 byte).

DIRECCIÓN DESTINO: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes). El bit de mayor orden de este campo, que ocupa el lugar 47, codifica si la información es para:

- Un único destinatario: bit 47 a "0".
- Varios destinatarios: bit 47 a "1" (*Multicast*).
- Todos los destinatarios: Si se pone todo "1" (*Broadcast*).

DIRECCIÓN ORIGEN: Dirección MAC física de la tarjeta de red (6 bytes).

LONG. DE LOS DATOS: Codifica los bytes que contiene el campo de datos. Su valor oscila entre 0 y 1.500 (2 bytes).

DATOS: Información a transmitir (De 0 a 1500 bytes).

RELLENO: La IEEE 802.3 especifica que una trama no puede tener un tamaño inferior a 64 bytes; por tanto, cuando la longitud del campo de datos es muy pequeña es necesario rellenar este campo para completar una trama mínima de al menos 64 bytes. Es un campo que por tanto puede tener una longitud comprendida entre 0 y 64 bytes.

CRC: Control de error (4 bytes).

FIN DE TRAMA: La misma información que en el campo de inicio de trama.

1.7 Sistemas determinista y probabilístico

El hecho de que un sistema de comunicación sea del tipo determinista o no determinista (probabilístico) depende únicamente del tiempo en la transmisión/recepción:

- **DETERMINISTA**: Cuando el tiempo es fijo siempre y conocido, como por ejemplo un sistema de comunicación AS-i, que tarda 5 ms en realizar la emisión/recepción de 31 esclavos y 10 ms para 62 esclavos. También es un sistema determinista la red Profibus y Profinet.
- **PROBABILÍSTICO**: Cuando el tiempo es aleatorio, es decir, no siempre es el mismo y por tanto no es conocido, como por ejemplo una red Ethernet que utiliza el método de acceso CSMA/CD.

Este concepto es importante tenerlo en cuenta en las redes de comunicación industrial que en su mayoría, por no decir todos, deben ser del tipo determinista, ya que se ha de asegurar un tiempo máximo y conocido desde que se produce una acción, por ejemplo accionar la seta de emergencia, y esa información llega al controlador.

1.8 Interconexión de redes

Cuando se diseña un tipo de red, en ésta se incorporan todos los dispositivos necesarios para un correcto funcionamiento de ésta, pero es posible que esta red con el tiempo deba ser ampliada, deba poderse conectar a otras redes del mismo o diferente tipo, etc. Para cubrir estas necesidades existen una serie de dispositivos auxiliares para que la red pueda alcanzar esos objetivos de interconexión, elementos como:

- El repetidor.
- El puente o *bridge*.
- El encaminador o *router*.
- La pasarela o *gateway*.

A continuación se pasa a realizar un pequeño estudio de esta serie de dispositivos.

1.8.1 Repetidor

Como ya se ha estudiado con anterioridad, las señales eléctricas se degradan por efecto de la ley de Ohm, es decir, que cuando se realiza una transmisión de señal por un hilo conductor, éste, y como consecuencia de su propia resistencia, tiende a atenuar la señal, y cuando la longitud de la línea se va haciendo mayor, esta atenuación también se incrementa, hasta llegar incluso a que la estación receptora no sea capaz de leer nada del canal debido a la baja señal que le llega.

El objetivo del repetidor es la regeneración de las señales eléctricas y garantizar las conexiones entre los elementos de una red. Operan en el nivel 1, físico del modelo OSI, dado que tan sólo vuelven a acondicionar los valores de las señales eléctricas y no intervienen ni en el control de acceso ni en la topología.

Con esto parece tener resuelta la pérdida de señal colocando sucesivos repetidores en la red. Pero hay otros aspectos que impiden un gran número de repetidores, como es la longitud máxima que se puede alcanzar en cada tipo de red. A modo de ejemplo una red tipo AS-i, en el que podemos alcanzar máximo los 300 metros colocando 2 repetidores, uno cada 100 metros, por lo que se tendrían 3 segmentos de 100 metros cada uno.

Un repetidor además se puede aprovechar para convertir la norma física (RS-232, RS-422, RS-485, etc.) o bien el sistema de cableado (Coaxial, Par trenzado UTP o FTP, FO, etc.).

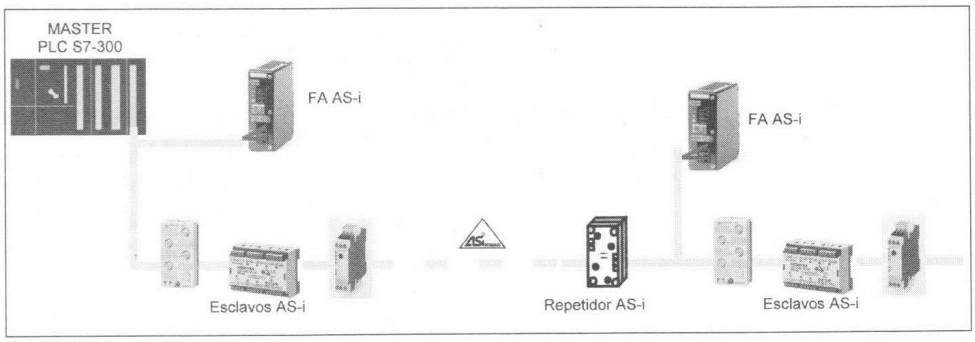


Figura 1.8.1
Ejemplo de instalación con repetidor.

Los repetidores son bidireccionales, en donde podemos encontrar diferentes tipos de repetidor, como:

- Repetidor de continuación: Es el más simple, consta de dos puertos.
- Repetidor modular: Es más sofisticado, está formado por diferentes tarjetas en un bus y cada una de ellas puede distribuir un tipo de señal, 10 Base T, 10 Base 2, 100 Base T...
- Hubs o concentradores: Son repetidores que se utilizan para una red en estrella.
- Repetidor apilable: Una serie de hubs que se pueden conectar entre sí a través de un bus externo.

Ventajas:

- Facilidad de operación.
- No requiere ningún tipo de configuración especial al operar en el nivel físico.

Limitaciones:

- No atiende a las direcciones de red, se limita a repetir la señal.
- No resuelve los problemas de tráfico. Si ha habido una colisión, él transporta esa información errónea al resto de estaciones.

1.8.2 Puente o *bridge*

Es una máquina de red que posee alguna inteligencia, y realiza una serie de operaciones básicas en la red. Son capaces de almacenar y reenviar las tramas recibidas en función del contenido de las mismas. Su principal aplicación es la de unir dos redes del mismo tipo.

Une dos redes del mismo tipo, estructura y protocolo.

Los puentes o *bridge* operan en capa de enlace (OSI) nivel 2, es decir, su unidad de operación es la trama de red. Cuando un puente o *bridge* debe pasar una trama de una red a otra ejecuta las siguientes fases:

- Almacena en memoria la trama recibida, para su posterior análisis.
- Comprueba el campo de control de errores. Si hay error, elimina las tramas de la red.
- Si no hay errores, reenvía la trama al destinatario.

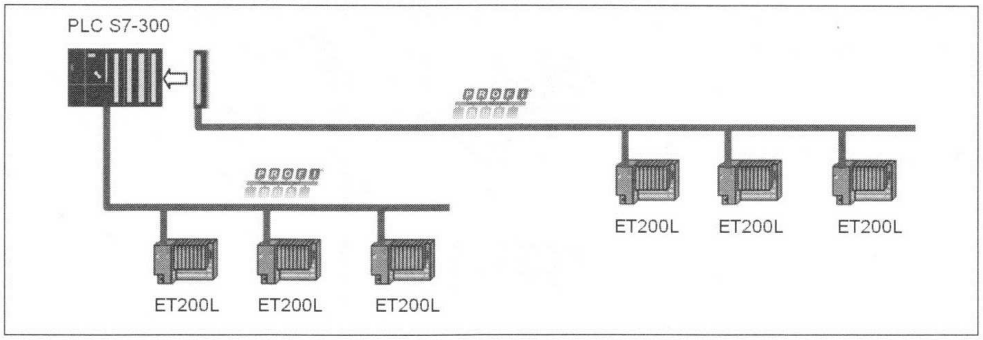


Figura 1.8.2
Ejemplo de instalación con puente o *bridge*.

1.8.3 Encaminador o *router*

Son dispositivos software o hardware que se pueden configurar para encaminar o convertir paquetes entre sus distintos puertos utilizando la dirección lógica correspondiente (p. ej, 255.255.0.9).

El encaminador o *router* opera en el nivel 3 (OSI) de red. Lo que hace es unir dos redes de diferente configuración o estructura pero que trabajen con el mismo protocolo.

Un *router* que encamina o convierta a TCP/IP no sirve para otro protocolo.

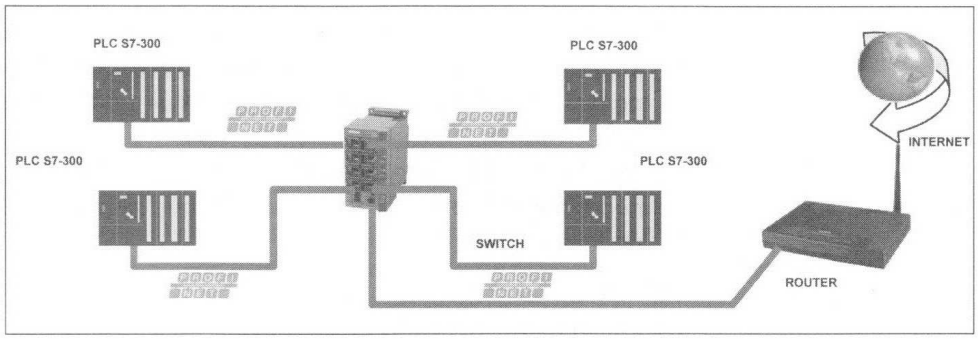


Figura 1.8.3
Ejemplo de instalación con encaminador o *router*.

1.8.4 Pasarela o *gateway*

Una pasarela es una puerta de enlace con una red. Lo que hace es unir dos redes que puedan tener diferente estructura (bus, anillo, estrella, etc.), tipo (Ethernet, Token-Ring, Master/Slave, etc.) y protocolo (TCP/IP, NetBeui, IPX/SPX, Profibus, AS-i, etc.).

Las pasarelas son máquinas de red inteligentes y flexibles. La mayor parte de su operatividad está implementada a nivel de software.

Las funciones de una pasarela son:

- Reconocimiento y almacenamiento de los mensajes correspondientes a las estaciones de la red origen. Estos mensajes se desensamblan en el nivel de transporte.
- Adaptación de los formatos de datos de la red destino.
- Envío del mensaje a la red y estación destino.
- Conexión física de cada uno de los tipos de la red conectados.

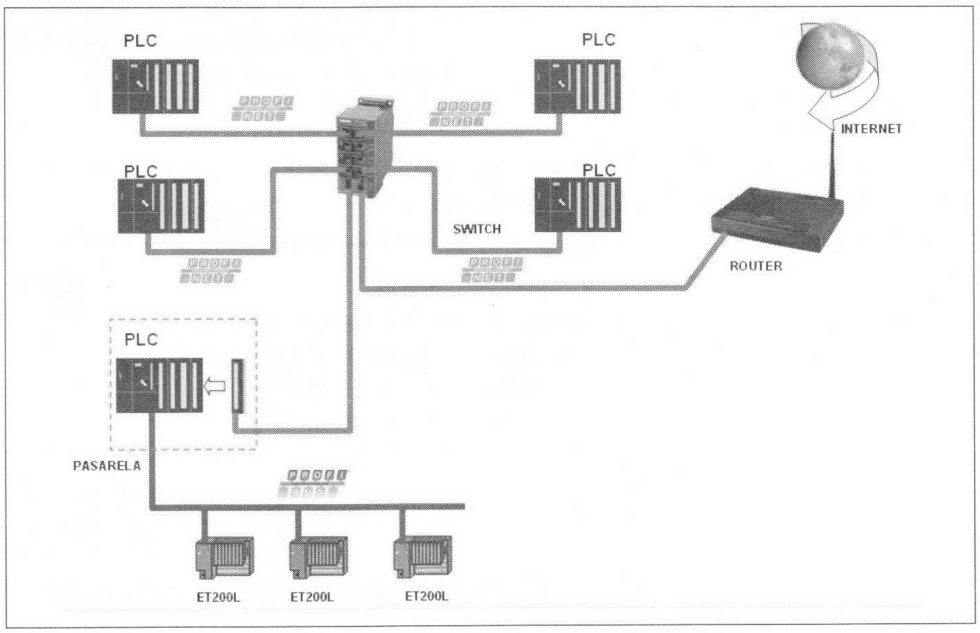


Figura 1.8.4
Ejemplo de instalación con pasarela o *gateway*.

Tambien podemos encontrar componentes específicos que con la única función de trabajar de pasarela o *gateway*. Algunos ejemplos son:

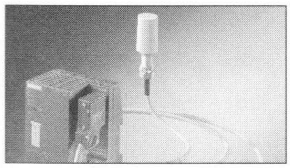


Figura 1.8.5

- **IWLAN/PB Link PN IO.**

  El IWLAN/PB Link PN IO se emplea como elemento de transición (pasarela) entre las redes Industrial Wireless LAN y PROFIBUS.
  Gracias a la utilización del IWLAN/PB Link PN IO, bien como interfaz maestro PROFIBUS o como proxy PROFINET IO, el Link es apropiado para la comunicación con sistemas de automatización en aplicaciones móviles tales como, por ejemplo, sistemas de transporte filoguiados, transelevadores o electrovías monocarril.
  La posibilidad de usar PROFINET permite disfrutar de sus numerosas ventajas a nivel de sistema, por ejemplo el diagnóstico vía bus.

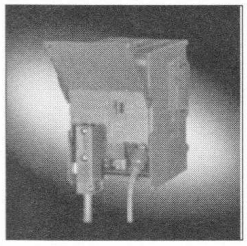


Figura 1.8.6

- **IE/PB Link PN IO.**

  Actuando como componente autónomo, el IE/PB Link PN IO constituye el nexo de unión entre Industrial Ethernet y PROFIBUS operando con comunicación en tiempo real (RT), lo que permite integrar en una aplicación PROFINET los dispositivos PROFIBUS existentes. Desde el punto de vista del controlador de IO, todos los esclavos DP se tratan como dispositivos IO con interfaz Ethernet, es decir, el IE/PB Link PN IO es su representante (proxy).

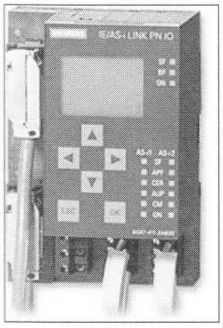


Figura 1.8.7

- **IE/AS-i LINK PN IO.**

  IE/AS-i LINK PN IO es un PROFINET IO-Device (según IEC 61158) y un maestro AS-i (conforme a la especificación AS-i 3.0 según EN 50 295 e IEC 62026-2).
  Permite el acceso transparente a los datos en AS-Interface desde Industrial Ethernet. Disponible como maestro sencillo o doble, resulta idóneo para una estructura descentralizada y para la conexión de una red AS-Interface a sistemas de bus de nivel superior.
  Para IE/AS-i LINK PN IO hay dos variantes disponibles:
  - Aparato con una línea AS-Interface (maestro sencillo).
  - Aparato con dos líneas AS-Interface (maestro doble).

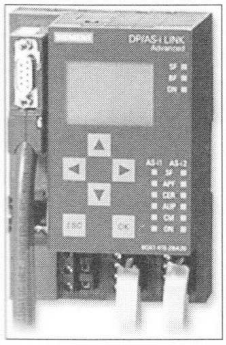


Figura 1.8.8

- **DP/AS-i LINK Advanced.**

  DP/AS-i LINK Advanced es un esclavo PROFIBUS DPV1 (según EN 50 170) y también un maestro AS-i (conforme a la especificación AS-i 3.0 según EN 50 295 e IEC 62026-2).
  Permite el acceso transparente a los datos en AS-Interface desde PROFIBUS DP.
  Disponible como maestro sencillo o doble, resulta idóneo para una estructura descentralizada y para la conexión de una red AS-Interface a sistemas de bus de nivel superior.
  Cómoda conexión TIA de AS-Interface.
  El puerto Ethernet integrado permite el diagnóstico por interfaz web y reduce el número de puertos de switch externos.

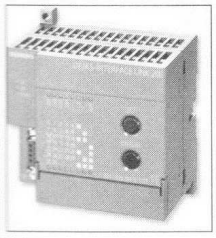


Figura 1.8.9

- **DP/AS-i Link 20E.**

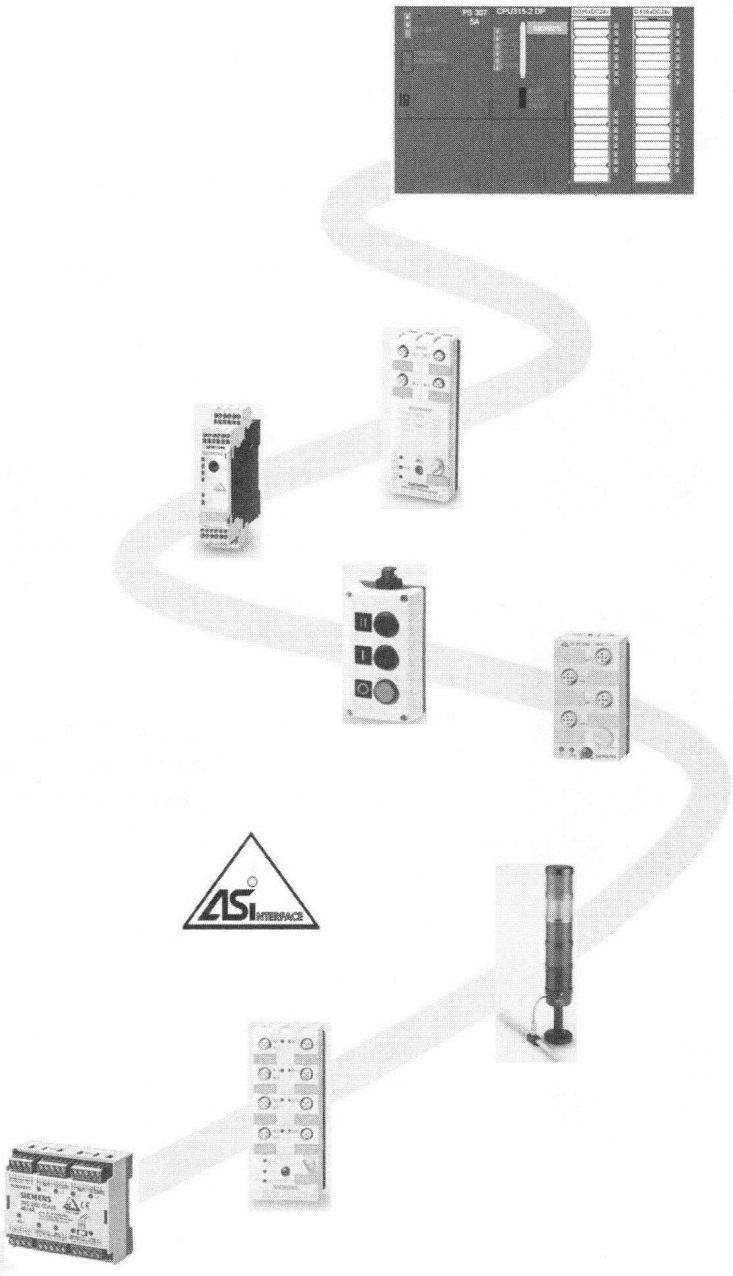
  El módulo DP/AS-i Link 20E (conforme a AS-i especificación 3.0) conecta el bus PROFIBUS DP al bus AS-Interface.
  El Link 20E alberga en sí un esclavo PROFIBUS DP y un maestro AS-Interface. No es necesaria una alimentación adicional, pues el suministro eléctrico se toma del cable AS-Interface. También se ven reducidos los tiempos de puesta en marcha, pues la configuración se realiza fácilmente con sólo pulsar un botón.
  El DP/AS-i Link 20E permite configurar la red AS-Interface desde STEP7 (V5.2 o superior) sin necesidad de software adicional.

Figura 1.8.10

- **DP/EIB Link.**

  El módulo DP/EIB Link conecta el bus PROFIBUS DP al bus KONNEX (EIB).
  El DP/EIB es en sí un esclavo PROFIBUS DP y un maestro EIB.
  El DP/AS-i Link 20E permite configurar la red AS-Interface desde STEP7 (V5.2 o superior) sin necesidad de software adicional.

Unidad 2 Redes de comunicación industrial AS-i



En este capítulo:

2.1 Introducción y características del bus AS-i

2.2 Funcionamiento de la consola de configuración y diagnóstico

2.3 Configuración y programación de una red AS-i con un S7-300

2.4 Diagnóstico de una red AS-i con un S7-300

2.1 Introducción y características del bus AS-i

2.1.1 Introducción

El bus AS-Interface o Interfaz de Actuador/Sensor fue creado en el año 1994 para la sustitución de la gran cantidad de señales provenientes de los sensores y dirigidos hacia los actuadores desde el controlador.

El AS-Interface, también conocido de forma abreviada como bus AS-i, es un sistema de enlace para el nivel más bajo de procesos en instalaciones de automatización.

Los mazos de cables utilizados hasta ahora en este nivel son reemplazados por un único cable eléctrico, el cable AS-i. Por medio del cable AS-i y del maestro AS-i se acoplan sensores y actuadores binarios de la categoría más simple a las unidades de control a través de módulos AS-i en el nivel de campo.

AS-Interface presenta varias características fundamentales, como son:

- AS-Interface es idóneo para la conexión de actuadores y sensores binarios. A través del cable AS-i tienen lugar tanto el intercambio de datos entre sensores/actuadores (esclavos AS-i) y el maestro AS-i como la alimentación eléctrica de los sensores y los actuadores.
- Cableado sencillo y económico; montaje fácil con técnica de perforación de aislamiento; gran flexibilidad gracias al cableado tipo árbol.
- Reacción rápida: el maestro AS-i necesita como máximo 5 ms para el intercambio de datos cíclico con hasta 31 estaciones conectadas.
- Las estaciones (esclavos AS-i) conectadas al cable AS-i pueden ser sensores/actuadotes con conexión AS-i integrada o módulos AS-i, a cada uno de los cuales se pueden conectar hasta ocho sensores/actuadores binarios convencionales.
- Con módulos AS-i estándar pueden funcionar hasta 124 actuadores y 124 sensores conectados al cable AS-i.
- Si se utilizan módulos AS-i con un espacio de direcciones ampliado, es posible la operación de hasta 186 actuadores y 248 sensores con un maestro extendido.
- Maestros AS-i de SIMATIC NET extendidos soportan una posibilidad de acceso especialmente sencilla a sensores/actuadores analógicos o a módulos que trabajen según el perfil de esclavo AS-Interface 7.3/7.4.

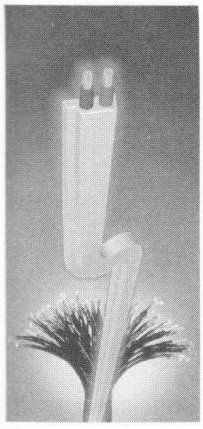


Figura 2.1.1
Cable perfilado AS-i.

2.1.2 Estándar AS-i abierto para sistemas de interconexión a nivel de procesos

Las especificaciones eléctricas y mecánicas para AS-i han sido creadas por la Asociación AS-Interface formada inicialmente por 11 empresas del área de los sensores y los actuadores binarios entre las que se encuentra Siemens y a los por lo que posteriormente se han ido añadiendo otras que también son fabricantes de componentes que son compatibles con este bus.

Las especificaciones se ofrecen gratuitamente a las empresas interesadas. La función principal de esta asociación es la estandarización internacional de la red, el desarrollo tecnológico posterior y la certificación de los productos realizados por los diferentes fabricantes. Es por esto que AS-i se considera un bus estándar, abierto e independiente del fabricante. El usuario puede reconocer que un producto AS-Interface está probado y homologado si tiene el sello "AS-Interface" y su correspondiente número de prueba.

Figura 2.1.2
Logotipo de AS-i.

Con todo esto se tiene garantizado el futuro de la instalación. La red AS-Interface es un sistema con el que se pueden conectar elementos de aparellaje sencillos (sensores, actuadores, y aparatos de servicio), dentro del nivel más bajo de automatización. Dentro de todas las técnicas de automatización, representa la solución más sencilla y económica.

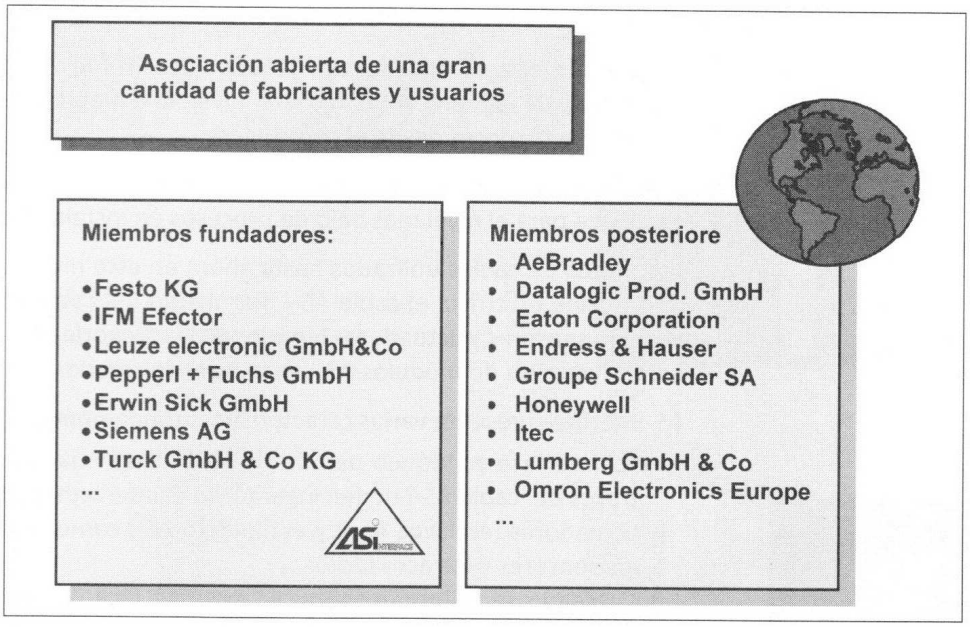


Figura 2.1.3

2.1.3 AS-i dentro de las redes de comunicación industrial

El bus AS-Interface es una red estándar de mercado, robusta y suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos para un bus de comunicación industrial. Está especialmente diseñada para el nivel "más bajo" del proceso de control.

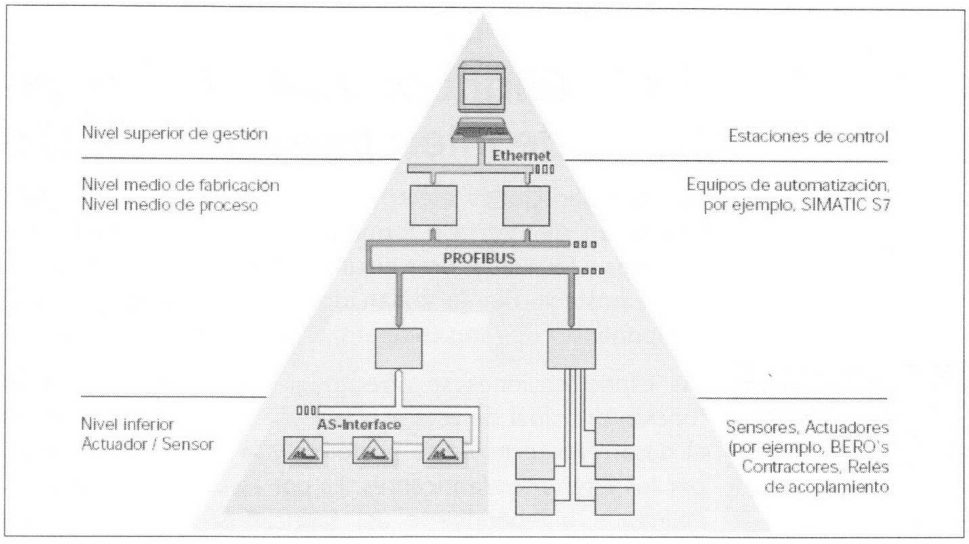


Figura 2.1.4
El bus AS-i dentro de los diferentes niveles de comunicación industrial.

Dentro de lo que son las comunicaciones, cabe diferenciar entre las comunicaciones multimedia (básicamente ordenadores y tecnología Internet), de datos (transferencia de datos entre diferentes controladores) y de campo (transferencia de datos en tiempo real). Para todas Siemens dispone de solución que permite la interconexión entre todas ellas, así como también se integra las comunicaciones para la gestión de edificios.

Actualmente Siemens propone las siguientes tecnologías de comunicación:

Ethernet: Comunicación entre redes de ordenadores y acceso a Internet.
Profinet/Profibus: Comunicación ente PLC y PC incluyendo tecnología Wifi y acceso a Internet.
Profinet/Profibus: Comunicación entre PLC así como entre PLC y periferia descentralizada.
AS-i: Comunicación entre dispositivos de entrada/salida digitales y analógicos con un PLC.
KONNEX - EIB: Comunicaciones para la gestión de edificios y viviendas.

Figura 2.1.5
Redes de comunicación industrial Siemens.

2.1.4 Principal ventaja de la aplicación del bus AS-i

Cuando se quiere automatizar un proceso, es necesario utilizar una gran cantidad de sensores y actuadores. Por ejemplo, en un centro de logística, donde los detectores de ultrasonidos se encargan de averiguar la posición de un paquete dentro de la cinta transportadora, o en una embotelladora de bebidas, donde hay que controlar el nivel de llenado, o en una fundición, donde los perfiles en T tienen que ser colocados en su posición correcta. Los sensores son "los ojos y los oídos" para el control del proceso, y están distribuidos en todas las partes de la instalación.

El cableado de cada uno de los sensores y actuadores se ha realizado durante mucho tiempo según la tecnología tradicional: Cada uno de los sensores y actuadores se cablean directamente al PLC de control. De esta forma es necesario utilizar una gran cantidad de cables, conectados al PLC en su correspondiente armario de distribución. La tecnología actual es la denominada técnica de bus, ya utilizada desde hace tiempo en el nivel de fabricación y proceso. Esta tecnología es la empleada con el bus AS-Interface desde mediados de los años 90, para la conexión en red de sensores y actuadores (nivel Actuador / Sensor).

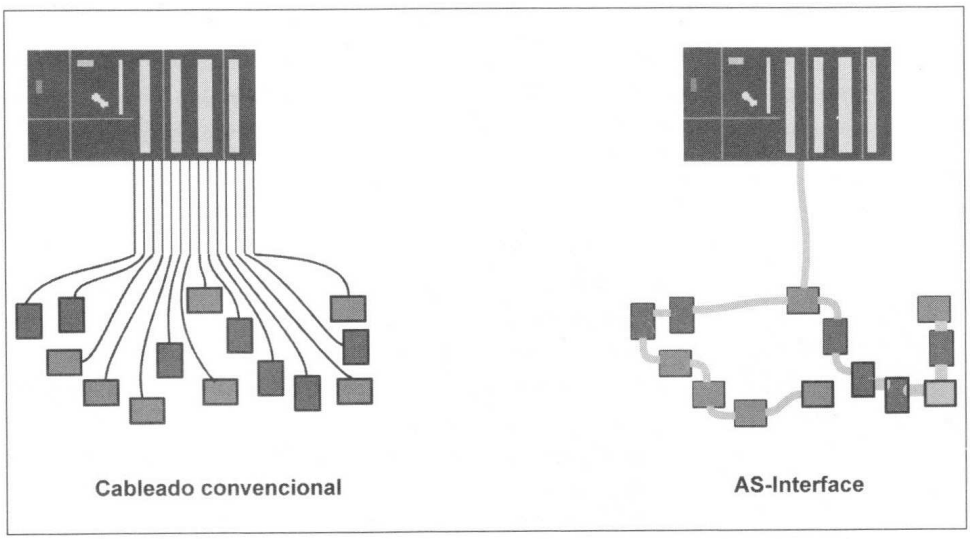


Figura 2.1.6
Comparativa gráfica entre el sistema convencional y el actual con AS-i.

Las principales ventajas son:

- El montaje tan sencillo garantiza un funcionamiento muy simple.
- La transmisión de datos y energía por el mismo cable ahorra costes en las conexiones y el montaje.
- Alta seguridad de funcionamiento gracias a la continua supervisión de los esclavos conectados en la red.
- Puesta en marcha rápida y sencilla.
- Armarios de distribución más pequeños, ya que se necesitan menos módulos de E/S y menos bornes.
- El grado de protección IP67 de los módulos de usuario ahorra la colocación de armarios en campo.
- No se necesita ningún software adicional. Se utiliza la programación tradicional de STEP 7.
- Tiempos de parada más pequeños en caso de fallo, gracias al intercambio de módulos sin necesidad de reconfiguración.

2.1.5 Principales datos técnicos

A continuación se muestran en una tabla los principales datos técnicos de este tipo de red de comunicación:

ta fseE05	
Método de acceso	Maestro-Esclavo (de)
Tiempo de ciclo	Máximo 5 / 10 ms (31 / 62 esclavos)
Medio de transmisión	Cable a 2 hilos sin pantalla y con protección contra cambio de polaridad. Datos y energía por el mismo cable
Número máximo de esclavos	62 esclavos (máx. 248 bits E, 186 bit S con 62 esclavos)
Extensión de la red	Máximo 300 metros de red (con repetidor/ extensor)
Topología	Línea, árbol y estrella
Protocolo	Según AS-Interface
Aplicación	Comunicación a nivel de proceso o campo

Tabla 2.1.1

2.1.6 Comparativa entre versiones

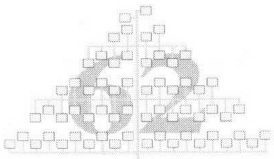


Figura 2.1.7

Básicamente se conocen dos versiones operativas de AS-Interface que son las versiones 2.0 y la 2.1. Existen algunas diferencias entre ellas, aunque son totalmente compatibles.

La principal diferencia es la ampliación de 31 a 62 esclavos que puede controlar un maestro AS-i.

En la versión 2.0 tan sólo existe un esclavo con un número de dirección unívoca y cada esclavo pueden contener como máximo 4 entradas + 4 salidas.

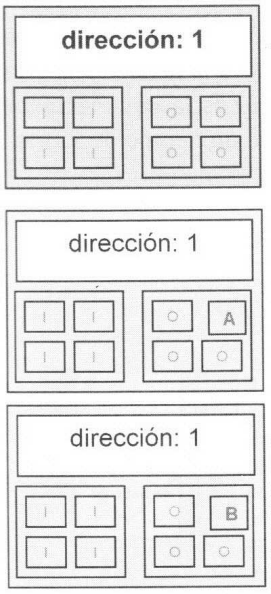


Figura 2.1.8

Por tanto quiere decir que una maestro AS-i de la versión 2.0 puede controlar una red formada como máximo por 31 esclavos (dirección 1 a 31) con un total de 124 señales de entrada + 124 señales de salidas.

A estos esclavos se les denomina esclavos "únicos".

Mientras que en la versión 2.1 pueden existir dos esclavos con la misma dirección, pero se diferencia porque existe uno que será esclavo "A" y otro que será esclavo "B", en la que cada uno de ellos puede contener como máximo 4 señales de entradas + 3 señales de salidas

Por tanto, en el caso de un maestro de la versión 2.1 podrá controlar una red formada como máximo por 62 esclavos (dirección 1A a 31A y 1B a 31B) con un total de 248 señales de entradas + 186 señales de salidas.

Ambas versiones son compatibles entre sí, es decir que esclavos con la versión 2.0 se pueden conectar a una red en donde el maestro es de la versión 2.1 y al contrario, esclavos de la versión 2.1, conectados a una red controlado por un maestro de la versión 2.0. En este último caso el maestro no entiende de esclavo "A" ni "B", por tanto se pierde esta ventaja.

En cualquier caso no puede haber en una misma red un esclavo único con la dirección "x" y otro esclavo A o B con la misma dirección "x".

A continuación se muestra una tabla resumen comparativa entre las dos versiones:

	Version 2.0	Version 2.1
Nº de esclavos	Máximo 31 esclavos	Máximo 62 esclavos
Nº máximo de E/S	124 E + 124 S	248 E + 186 S
Tipo de transmisión	Datos y energía hasta 8 A	Datos y energía hasta 8 A
Medio físico	Doble cable sin apantallar 2 x 1.5 mm^2	Doble cable sin apantallar 2 x 1.5 mm^2
Máximo tiempo de ciclo AS-i	5 ms	10 ms
Gestión de datos analógicos	Con bloques de función FC´s	Integrada en la CP Maestra
Nº de datos analógicos	16 Bytes para datos digitales y analógicos	124 datos analógicos posibles
Método de acceso	Maestro/Esclavo	Maestro/Esclavo
Máxima longitud de cable	100 m, Extensión con repetidores hasta 300 m	100 m, Extensión con repetidores hasta 300 m

Tabla 2.1.2

2.1.7 Ciclo de lectura y escritura en los esclavos

El sistema de acceso al medio está basado en un sistema maestro-esclavo, en el que el ciclo de lectura/escritura sobre los esclavos en una red AS-i está basada en un sistema conocido como "polling", en donde el maestro en primer lugar realiza una llamada a todos y cada uno de los esclavos tipo "A" o únicos en donde copia el estado de sus entradas y les fuerza las salidas al estado indicado por el programa en cada momento, desde el esclavo 1 o 1A hasta el esclavo 31 o 31A uno tras otro y en ese orden. Una vez finalizado, inicia el mismo proceso pero con los esclavos tipo "B", desde el 1B al 31B.

Al ser un sistema determinista nos asegura que en 5 ms ha realizado la actualización de datos en los 31 esclavos tipo "A" y únicos y en otros 5 ms asegura la actualización de datos en los 31 esclavos tipo "B", lo que indica que si tenemos los 62 esclavos conectados en una misma red, el maestro AS-i habrá actualizado los datos en un tiempo de 10 ms.

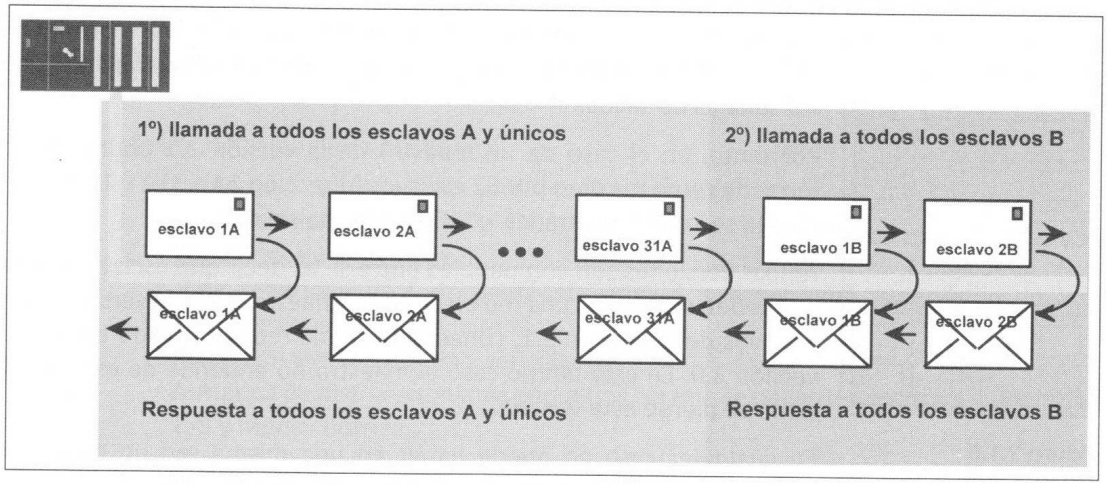


Figura 2.1.9
Estructura del ciclo de lectura/escritura desde el maestro a los esclavos.

La estructura del sistema está formada por un autómata programable que integra la CPU y el Maestro AS-i (CP). De éste parte la red AS-i donde se conectan los diferentes esclavos.

El maestro AS-i dispone de su propio procesador. Éste realiza la función de actualizar todos los datos de los esclavos conectados en la red y guardarlos en su propia memoria no volátil. Por tanto, leerá el estado de las señales de entrada de cada esclavo y las copiará en su memoria, así como asignará a cada salida de cada esclavo el estado que esté registrado en su memoria.

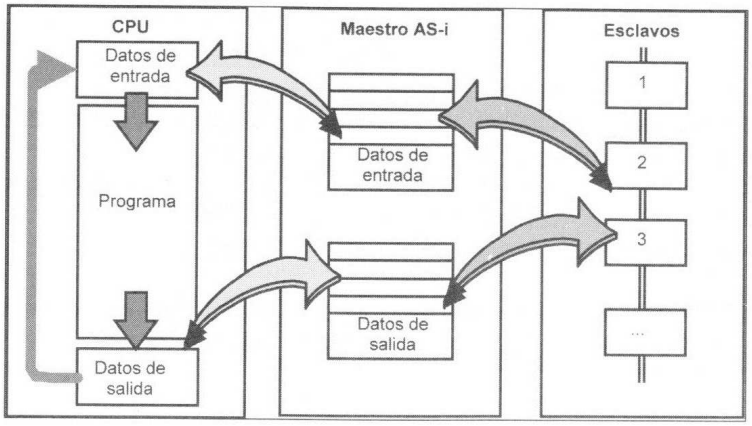


Figura 2.1.10
Lectura y escritura de los datos en los esclavos.

La CPU deberá realizar el traslado de los datos del estado actual de las entradas, así como del estado en que se deseen poner las salidas de cada uno de los esclavos conectados en la red.

Para ello se deberá asignar un espacio en la memoria de datos del PLC. Puede ser el área de marcas (M), aunque lo mas común es reservar un área de bloque de datos (DB). Por tanto, el programa del PLC, en primer lugar copiará los datos registrados en la memoria no volátil del maestro AS-i que corresponden al estado de las entradas de cada uno de los esclavos, y a continuación ya podrá hacer uso de estos datos realizando el programa correspondiente a la aplicación, y por último enviará los datos que corresponden al estado en que se deseen deben estar las salidas de los esclavos al maestro AS-i.

Mientras la CPU del PLC realiza su scan a lo que es el programa cargado en el mismo, la CP maestra de AS-i realiza su propio scan sobre los esclavos configurados y conectados en el bus. De esa forma los datos del estado en el que se encuentran las señales de entrada y salida de cada uno de los esclavos estarán totalmente actualizados para que la CPU cuando lo crea necesario haga uso de ellos.

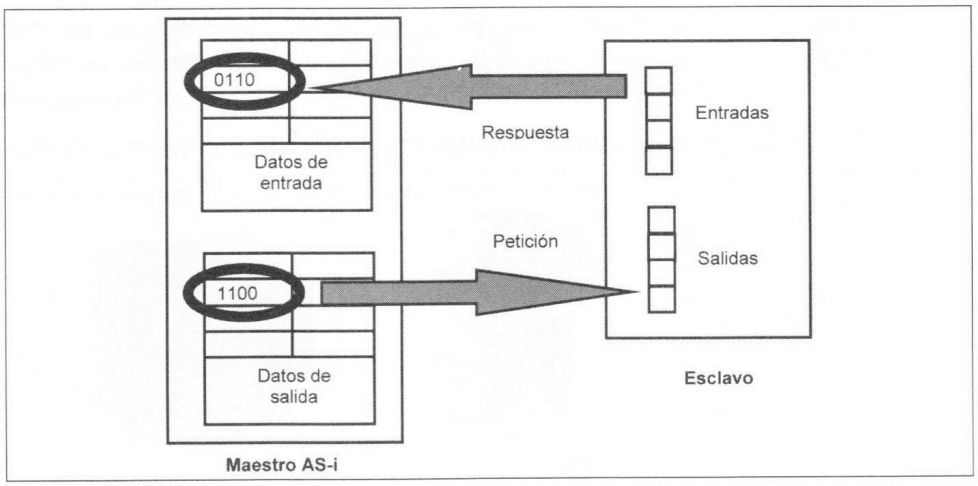


Figura 2.1.11
Memoria del estado de los datos de entrada y salida de los esclavos.

2.1.8 Equipos participantes en un bus AS-i

Los equipos que pueden participar en un bus AS-i se engloban en diferentes grupos:

- Fuente de alimentación AS-i.
- Maestros.
- Esclavos.
- Fuente de alimentación estándar.
- Cables y conectores.

2.1.8.1 Fuente de alimentación AS-i

La fuente de alimentación AS-i es específica y superpone una tensión aproximada de 31 VDC a la tensión de los datos que circulan por el bus. Su función es suministrar energía a las estaciones conectadas al cable AS-i.

Pueden ser de diferentes tipos, clasificadas principalmente por la potencia de la misma, aunque también existen otras diferencias como el grado de protección IP que incorpora.

A continuación se muestran diferentes fuentes de alimentación para el bus AS-i:

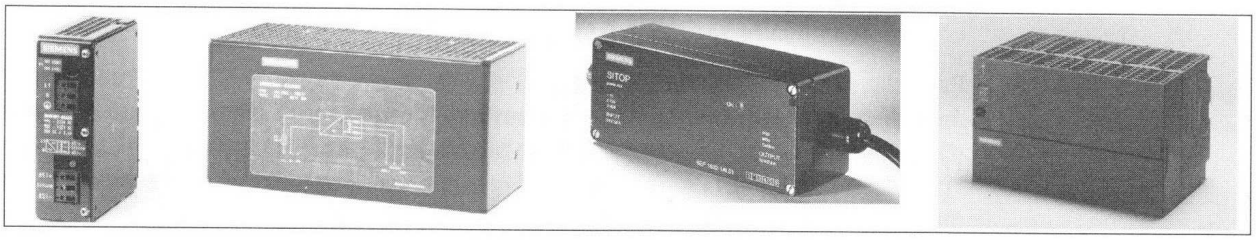


Figura 2.1.12
Tipos de fuente de alimentación AS-i.

2.1.8.2 Maestros AS-i

La CPU del autómata programable por sí sola no es capaz de controlar una red AS-i, ya que no dispone de la conexión correspondiente. Es, por tanto, necesaria la conexión de una tarjeta de ampliación conectada en el propio bastidor del autómata programable que realice las funciones de maestro de la red AS-i. Esa tarjeta es conocida como CP (Communication Processor), aunque también podemos encontrar maestros AS-i en formato de pasarela o *gateway*.

A continuación se muestran diferentes maestros para el bus AS-i:

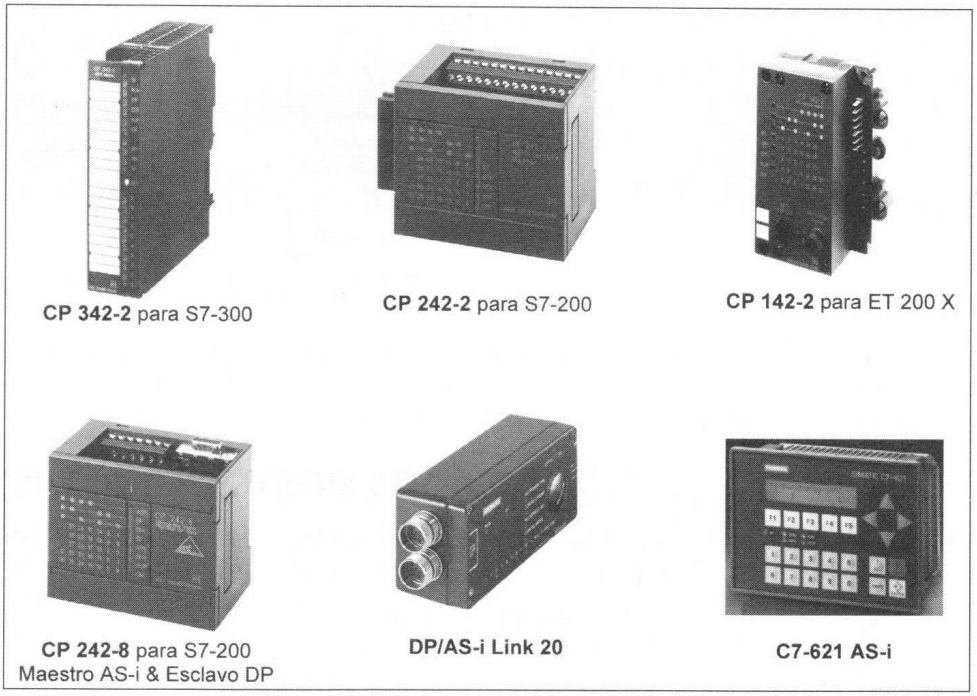


Figura 2.1.13
Tipos de maestros AS-i.

2.1.8.3 Esclavos AS-i

En cuanto a los esclavos AS-i, se pueden encontrar multitud de modelos diferentes en cuanto a formas, tipos y número de entras/salidas, función, etc. y que puede ir desde un esclavo para entrada/salida estándar, hasta esclavos en forma de célula fotoeléctrica, pasando por arrancadores, balizas de señalización, botonera de pulsadores, etc.

A continuación se muestran diferentes modelos de esclavos maestros para el bus AS-i:

Figura 2.1.14
Tipos de esclavos AS-i.

2.1.8.4 Fuente de alimentación estándar de 24 VDC

Para algunos de los esclavos es necesaria la conexión de una alimentación de 24 VDC estándar, para dar mayor potencia a los sensores/actuadores conectados en el esclavo. Para identificar qué esclavos necesitan dicha alimentación se realiza básicamente una inspección ocular, fijándonos en dos aspectos:

- Dispone de bornes de conexión en donde haga referencia a algo igual o similar a POWER EXT.
- Dispone de un led indicador de fallo con referencia a algo igual o similar a AUX POWER.

2.1.8.5 Conectores y cables

Para diferenciar las distintas aplicaciones que pueden tener cada uno de los hilos que pueden integrar la red, nos podemos encontrar cables perfilados con los siguientes colores:

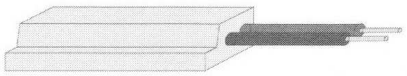
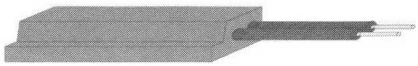
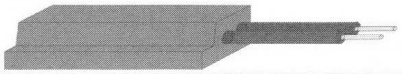
Tipo de cable	Color externo	Aplicación
	Amarillo	Bus AS-I portador de datos + alimentación
	Negro	Alimentación auxiliar de esclavos a 24 VDC
	Rojo	Alimentación auxiliar de esclavos a 220 VAC

Figura 2.1.15
Tipos de cables perfilados AS-i según su aplicación.

En cuanto a los conectores, éstos se utilizan cuando se quiere conectar un dispositivo estándar, ya sea sensor o actuador, a esclavos del bus AS-I.

Estos conectores tienen la forma indicada en la figura 2.1.16 y están formados por una carcasa y cuatro conexiones. Estas conexiones pueden tener una finalidad diferente según el componente aplicado, sensor a dos hilos o a tres hilos, sensor digital o analógico, etc.

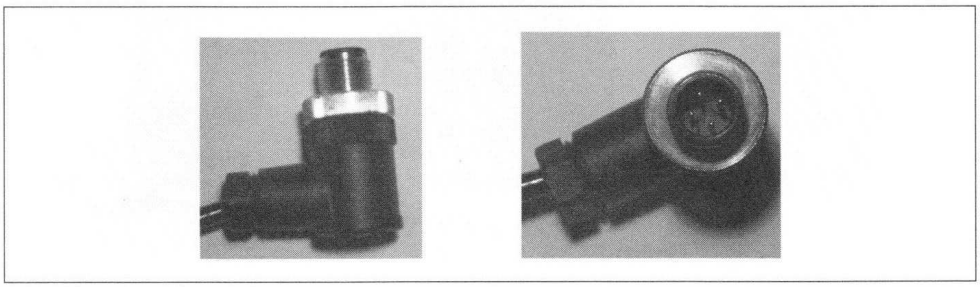


Figura 2.1.16
Conector para esclavos AS-i.

2.2 Funcionamiento de la consola de configuración y diagnóstico

2.2.1 Descripción técnica de los equipos

2.2.1.1 Función de cada posición del selector

La función que tiene asignada cada una de las posiciones del selector giratorio se describe a continuación:

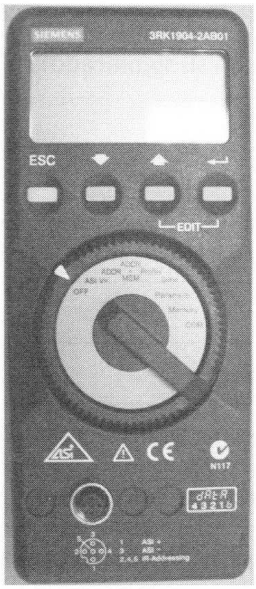


Figura 2.2.1

Posición	Función
OFF	Desconexión manual – Posición del selector en OFF:
ASI V=	Indicación de la tensión AS-i y el consumo de corriente AS-i:
ADDR	Direccionamiento sin almacenar la configuración del bus.
ADDR+MEM	Direccionamiento con almacenamiento de la configuración del bus.
Profile	Leer y escribir el perfil de un esclavo
Data	Leer y escribir datos de/al esclavo
Parameter	Leer y escribir los parámetros de esclavo en formato HEX
Memory	Cargar, almacenar, borrar y copiar juego de datos
COM	Parametrizar y activar interfase por ordenador

Tabla 2.2.1

2.2.1.2 Función de cada botón

A continuación se hace una breve descripción de cada uno de los botones de que frontalmente dispone el instrumento:

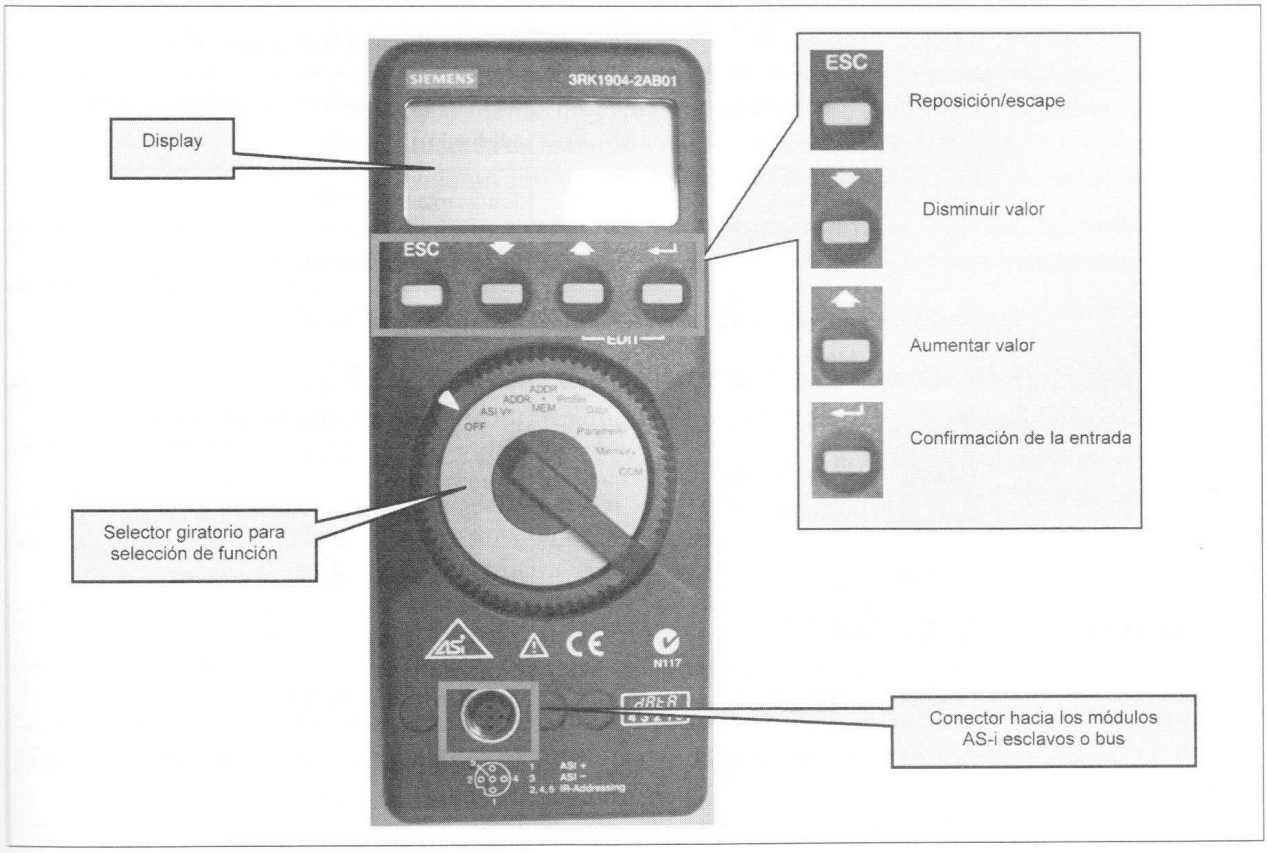


Figura 2.2.2

2.2.1.3 Significado de los posibles avisos del instrumento

Seguidamente se muestra un listado de avisos y la función con su significado:

Aviso	Función	Significado
coMErr	COM	Error de transmisión
dbLAdd	ADDR	Se ha encontrado una dirección duplicada
Echo	Parameter	Parámetro recibido XH
EMPty	Memory (copy)	Copia realizada de la instalación
Error	Data, Parameter	Dirección 0: datos y parámetros ilegibles
Found	ADDR	Se han reconocido las direcciones de los esclavos
Hi LoAd	ASI V=	Carga de corriente por aparato de direccionamiento demasiado alta
intErr	ASI V=	Ninguna fuente de alimentación AS-i en el bus
MAStEr	ADD, Profile, Data, Parameter, Memory	Master activo en el bus
no ASi	ADDR	No se ha encontrado ninguna dirección de esclavo
no out	Data	El tipo de esclavo no tiene ninguna salida [no OUTPUT]
no inP	Data	El tipo de esclavo no tiene ninguna entrada [no INPUT]
npPArA	Parameter	No se ha encontrado ningún parámetro
notEQu	Memory (copy)	No se ha encontrado ningún perfil de esclavo adecuado
oL	ASI V=	Sobrecarga $V_{ASI} > 35$ V
-PoL	ASI V=	Tensión < -2 V (-Pol parpadea)
PrGErr	ADDRE, Profile, Data, Parameter, Memory	Error de programación
ProG	Data, Parameter, Memory (copy)	Los datos se transmiten hacia el esclavo
rEAd	ADDR, Profile, Data, Parameter, Memory	Leyendo datos
SEArch	ADDR, Data	Búsqueda de direcciones de esclavos
uALbit	Data	Validación de bit incorrecto
uSEnot	Data, Profile	Dirección 0 no admisible
uSEonE	Memory (copy)	Sólo se puede copiar un esclavo, utilizar conector de direcciones

Figura 2.2.2

2.2.2 Ejercicio resuelto

En este apartado se relacionan una serie de ejercicios de aplicación de algunas de las funciones de este instrumento de direccionamiento y diagnostico.

2.2.2.1 Objetivos

El objetivo principal de este ejercicio es el conocimiento de la consola de direccionamiento y diagnóstico tanto para los esclavos como para las redes de comunicación AS-i.

2.2.2.2 Equipos a utilizar

Una Consola de direccionamiento y diagnóstico.

Una red de comunicación AS-i perfectamente configurada y en funcionamiento, formada por:

Una PLC de la serie S7-300.

Un Maestro AS-i CP 343-2.

Una Fuente de alimentación AS-i.

Una Fuente de alimentación de 24 VDC.

Varios esclavos de diferente tipo.

Cable perfilado de bus AS-i amarillo.

Cable perfilado de alimentación auxiliar negro.

2.2.2.3 Desarrollo del ejercicio

2.2.2.3.1 Medida de la tensión en el bus AS-i

Una vez confirmada toda la estructura del bus a nivel de hardware, es decir el master con la fuente de alimentación AS-i y la externa, y los esclavos, podemos realizar la medida de la tensión AS-i en el bus tan sólo conectando el instrumento de direccionamiento sobre el bus colocando el selector en la posición "ASI V=".

La conexión del instrumento de direccionamiento al bus se puede hacer directamente en los cables AS-i de cualquier esclavo que se encuentre incorporado al bus.

Si la medida es correcta aparecerá el valor de la tensión AS-i que es de 30 V.

2.2.2.3.2 Medida del consumo de corriente AS-i

Para medir el consumo de corriente en el bus, el selector del instrumento de direccionamiento se ha de poner en la misma posición que para la tensión, es decir en "ASI V=". Además, y una vez realizada la configuración a nivel de hardware, se deberá de desconectar del bus el master AS-i y la fuente de alimentación AS-i deberá estar desconectada.

2.2.2.3.3 Direccionamiento de los esclavos con conexión directa con el instrumento

Para hacer una asignación de una dirección a un esclavo, nos podemos encontrar en los siguientes casos:

- Esclavo nuevo, por tanto con la dirección por defecto que es la "0".
- Esclavo que ya tiene una dirección asignada diferente de "0" y que se le quiere cambiar.

- Esclavo integrado en el bus y al que queremos modificar su dirección actual.

En cualquiera de los dos primeros casos el procedimiento será el mismo:

- Conectar el instrumento de direccionamiento al esclavo mediante el cable incorporado.
- Colocar el selector del instrumento en la posición "ADDR".
- Accionar el pulsador.

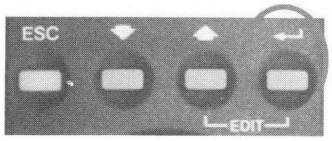


Figura 2.2.3

- En el display se visualiza la palabra "SEARCH", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.
- Esperamos unos segundos y aparece en el display "SET x", en donde "x" es la dirección actual del esclavo. Ahora, y con las teclas:

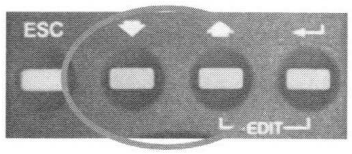


Figura 2.2.4

elegimos la dirección que le queremos asignar y, una vez se visualice la nueva dirección, la confirmamos accionando el pulsador:

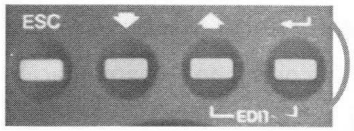


Figura 2.2.5

Seguidamente, se visualiza "PROG" y a continuación "ADDRES x", en donde "x" es la nueva dirección asignada.

2.2.2.3.4 Direccionamiento de los esclavos conectados en el bus

En el caso de que queramos modificar la dirección de un esclavo conectado en el bus, seguiremos los siguientes pasos:

- Dejar sin alimentación el master CP AS-i, por ejemplo poniendo en OFF el interruptor de la fuente de alimentación del PLC.
- Conectar el instrumento de direccionamiento directamente en los cables del bus,
- Colocar el selector del instrumento en la posición "ADDR".
- Accionar el pulsador:

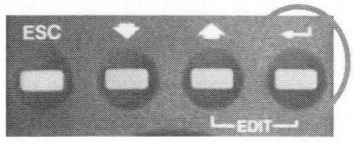


Figura 2.2.6

- En el display se visualiza la palabra "SEARCH", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.
- Esperamos unos segundos y aparece en el display "USE x". Además de las direcciones de todos los esclavos encontrados en el bus, "x" es la dirección del primer esclavo encontrado. Ahora, y con las teclas:

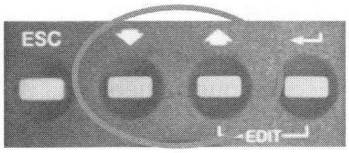


Figura 2.2.7

elegimos el esclavo al que le queremos modificar su dirección. La confirmamos accionando el pulsador:

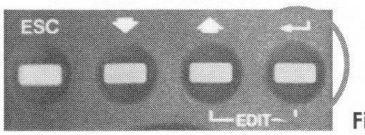


Figura 2.2.8

- La dirección del esclavo aparece intermitentemente en el campo direcciones, lo que quiere decir que en el display aparece "SET x" , en donde "x" es la dirección actual del esclavo. Ahora, con las teclas:

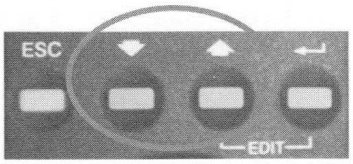


Figura 2.2.9

elegimos la dirección que le queramos asignar y, una vez se visualice la nueva dirección, la confirmamos accionando el pulsador:

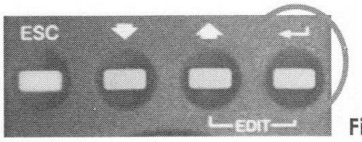


Figura 2.2.10

Seguidamente, se visualiza "PROG" y a continuación "USE x" en donde "x" es la nueva dirección asignada.

Si se encuentran dos o más esclavos con la misma dirección en el bus, el display del instrumento visualiza "DBLADD", y la dirección correspondiente aparecerá de forma intermitente.

2.2.2.3.5 Lectura del perfil de un esclavo

El perfil de un esclavo sirve como identificador de los diferentes tipos de módulos. Este identificador está formado por códigos de Entrada/Salida [I/O] e ID. Además, los módulos con la especificación ampliada (AS-i V2.1) disponen de un código ID1 e ID2. Por tanto, y a modo de resumen, si aparecen dos valores en hexadecimal quiere decir que el módulo es de especificación no ampliada; y si aparecen cuatro valores en hexadecimal, quiere decir que el módulo es con especificación ampliada.

- Dejar sin alimentación el master CP AS-i, por ejemplo poniendo en OFF el interruptor de la fuente de alimentación del PLC.
- Conectar el instrumento de direccionamiento directamente en los cables del bus.
- Colocar el selector del instrumento en la posición "PROFILE".
- Accionar el pulsador:

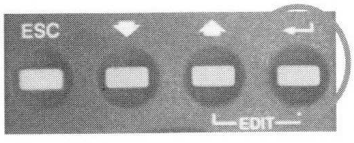


Figura 2.2.11

- En el display se visualiza la palabra "SEARCH", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.
- Esperamos unos segundos y aparecen en el display los códigos del primer esclavo encontrado, es decir el que tiene la dirección más baja, así como también las direcciones de todos los esclavos encontrados en el bus, en donde el que presenta sus datos se muestra de forma intermitente. Por ejemplo:

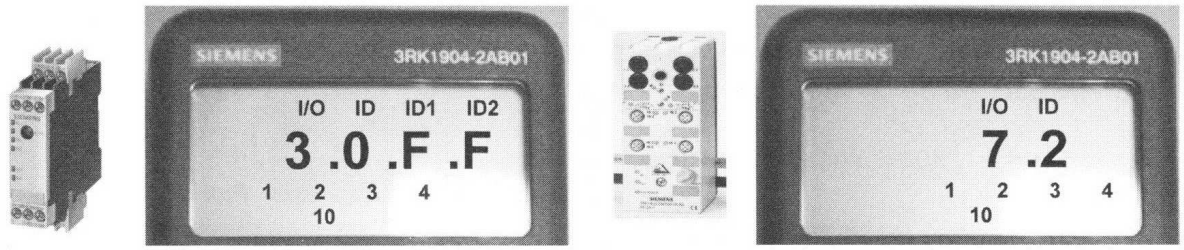


Figura 2.2.12

Únicamente para los esclavos con especificación ampliada se puede modificar el dato correspondiente al ID1. Para realizar el cambio del valor se ha de pulsar de forma simultanea los pulsadores:

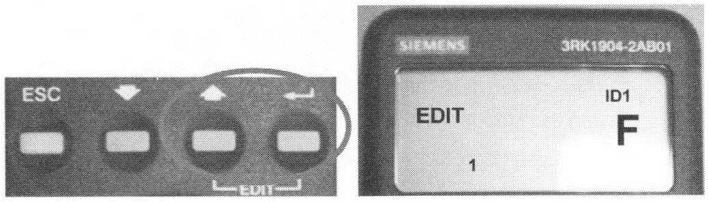


Figura 2.2.13

aparece en el display el nivel de trabajo "EDIT" que permite con los pulsadores de flecha modificar su valor. Para realizar la confirmación se ha de activar el pulsador:

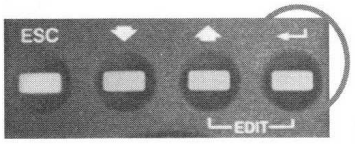


Figura 2.2.14

2.2.2.3.6 Lectura/Escritura de los datos de los esclavos

La posición del selector "DATA" permite visualizar directamente el estado de las entradas de cada esclavo y también permite forzar el estado de las salidas de cada esclavo.

- Dejar sin alimentación el master CP AS-i, por ejemplo poniendo en OFF el interruptor de la fuente de alimentación del PLC.
- Conectar el instrumento de direccionamiento directamente en los cables del bus.
- Colocar el selector del instrumento en la posición "DATA".
- Accionar el pulsador:

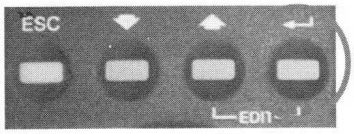


Figura 2.2.15

- En el display se visualiza la palabra "SEARCH", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda y cuando encuentra los esclavos conectados en el bus se puede ver, por ejemplo:

Figura 2.2.16

En donde el esclavo se puede seleccionar con las teclas de flechas. Se puede ver cómo el esclavo seleccionado se visualiza de forma intermitente.

En el caso anterior, el display indica que el esclavo examinado dispone de dos entradas, indicadas por "0", mostrando que en este momento están desactivadas, y que ocupan los bits bajos del nibble (4 bits). Estas dos entradas se pueden visualizar y en su estado podemos encontrar los siguientes casos:

0 – entrada desactivada

1 – entrada activada

Para poder visualizar y forzar el estado de las salidas debemos poner el instrumento de direccionamiento en el estado de EDIT, lo que se hace accionando los botones:

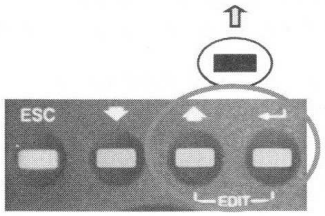


Figura 2.2.17

Aparece en el display lo siguiente:

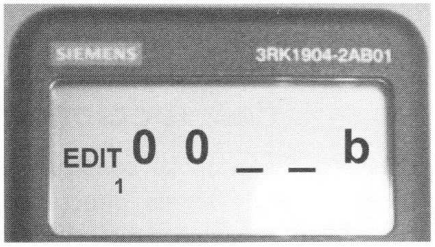


Figura 2.2.18

En donde su significado es el siguiente; los dos "0" indican que se dispone de dos salidas y que éstas actualmente se encuentran desactivadas, y que ocupan los dos bits altos del nibble. El número "1" que aparece indica la dirección del esclavo con el que estamos trabajando.

Podemos forzar el estado de las salidas mediante las teclas de flecha, modificando de uno en uno en binario su valor. Para confirmar el forzado se ha de accionar el pulsador:

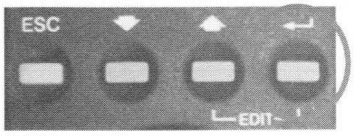


Figura 2.2.19

Para poder realizar el forzado sobre el módulo, éste ha de tener, si es el caso, la alimentación externa de 24 V.

2.2.3 Ejercicio propuesto

A continuación se relacionan una serie de ejercicios con el fin de practicar con el instrumento de direccionamiento y diagnosis:

- Leer y modificar las direcciones de los esclavos sin conexión en el bus.
- Con los esclavos conectados en el bus volver a leer y modificar las direcciones de cada uno.
- Medir la tensión del bus AS-i.
- Medir la corriente del bus AS-i.
- Comprobar si los esclavos de que disponemos tienen especificación ampliada (AS-i V2.1) y cuáles no.
- Comprobar el estado de las entradas, leyéndolas, y de las salidas, forzándolas, así como anotar el lugar de cada uno de los bits de E/S que ocupa dentro del nibble (4 bits).

2.3 Configuración y programación de una red AS-i con un S7-300

2.3.1 Direccionamiento de los esclavos mediante la consola

Cada esclavo que intervenga en la red AS-i debe tener asignada una dirección distinta entre ellos y comprendidos entre los valores 1 y 31.

El direccionamiento de los esclavos puede realizarse de tres formas diferentes, que son:

- Mediante la conexión directa entre la consola de direccionamiento en un esclavo.
- Mediante la conexión de la consola de direccionamiento en el propio bus AS-i.
- A través de un bloque de función especial programado en el propio autómata programable.

2.3.1.1 Mediante la conexión directa entre la consola de direccionamiento en un esclavo

Con esta conexión se consigue asignar una dirección concreta al esclavo que conectemos de forma directa con la consola de direccionamiento. Podemos conectar la consola de direccionamiento teniendo el esclavo conectado en el bus AS-i y que el bus esté conectado al maestro o no, pudiendo encontrarse el maestro en funcionamiento o parado, o totalmente independiente del propio bus.

2.3.1.1.1 Conexión de la consola a esclavos antiguos

Podemos encontrarnos en una instalación con esclavos de una versión anterior. Para este caso la consola de direccionamiento viene acompañada de una base con conexión externa. Debemos colocar el esclavo en la base mencionada y de esa forma poder conectarlo a la consola.

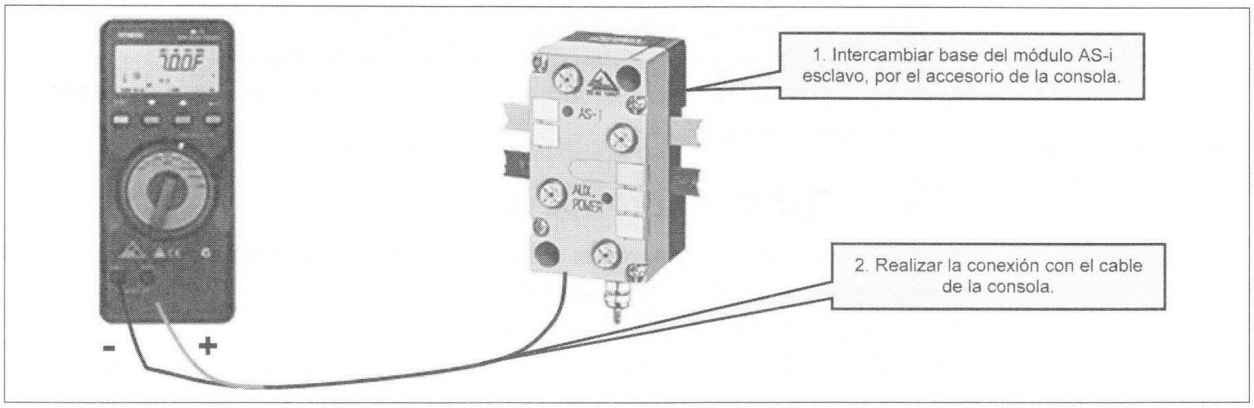


Figura 2.3.1

2.3.1.1.2 Conexión de la consola a esclavos modernos

En este caso los esclavos ya disponen de un conector en el que conectar la consola de direccionamiento.

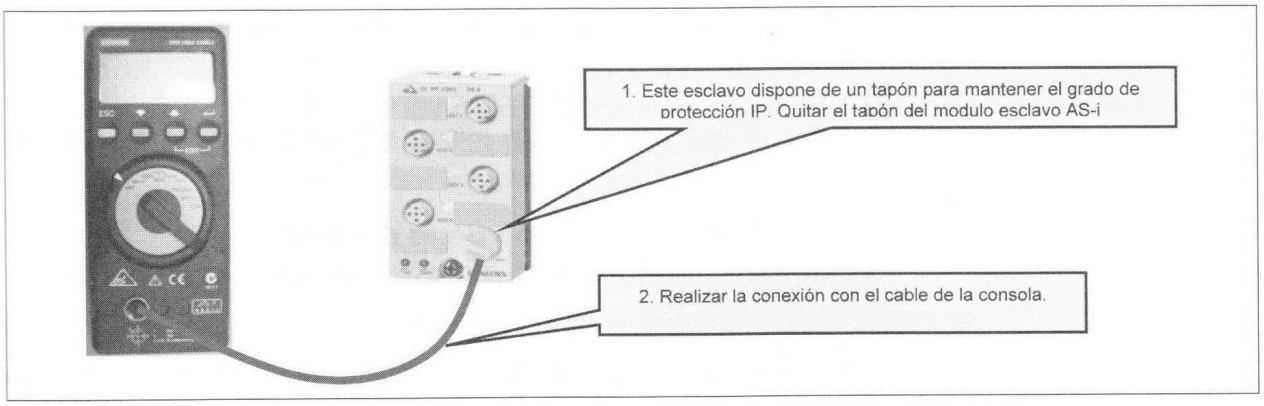


Figura 2.3.2

2.3.1.2 Mediante la conexión de la consola de direccionamiento en el propio bus AS-i

Nos podemos encontrar con el caso de que no podamos ni acoplarle la base que acompaña a la consola, ni conector. Por tanto, en este caso la solución pasa por conectar la consola de direccionamiento directamente en los bornes que dispone para la conexión del bus AS-i.

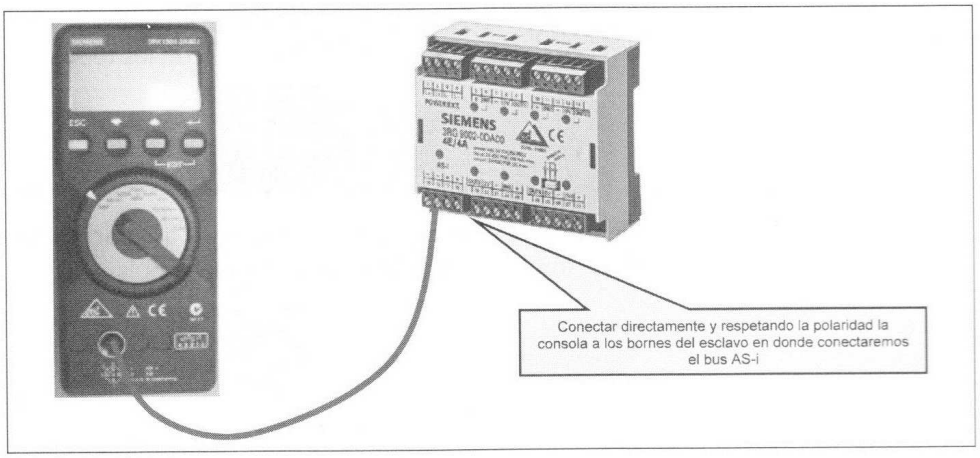


Figura 2.3.3

2.3.1.3 Direccionamiento de los esclavos con conexión directa a la consola

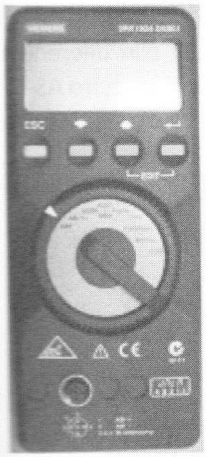


Figura 2.3.4

Para asignar una dirección a un esclavo, nos podemos encontrar con los siguientes casos:

- Esclavo sin conectar en el bus AS-i. En este caso la consola se conectará directamente al esclavo AS-i.
- Esclavo integrado en el bus AS-i. En este caso tenemos dos opciones, que son:
  - o Conectar la consola directamente al esclavo al que queremos cambiarle la dirección. En este caso, y en el momento de la conexión de la consola, el esclavo queda desconectado del bus momentáneamente mientras la consola está conectada al esclavo.
  - o Conectar la consola directamente en un punto del bus, con el que tendremos la opción de modificar la dirección de cualquier esclavo conectado al bus AS-i.
  - o Mediante el software de programación STEP 7 a través de comandos dirigidos sobre el propio maestro AS-i.

En el momento de querer cambiar la dirección de un esclavo AS-i, nos podemos encontrar con los siguientes casos:

- Esclavo nuevo, por tanto con la dirección por defecto que es la "0".
- Esclavo que ya tiene una dirección asignada diferente de "0" y al que se la queremos cambiar.

2.3.1.3.1 Mediante la conexión de la consola de direccionamiento directamente al esclavo

En este caso el proceso a seguir será el siguiente:

- Conectar la consola de direccionamiento directamente al esclavo o al bus, según sea el caso, mediante el cable que incorpora la propia consola.
- Colocar el selector de la consola en la posición "**ADDR**".
- Accionar el pulsador:

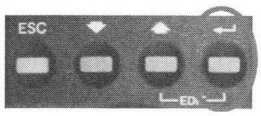


Figura 2.3.5

- En el display se visualiza la palabra "**SEARCH**", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.
- Esperamos unos segundos y aparece en el display "**SET x**", en donde "**x**" es la dirección actual del esclavo. Ahora, y con las teclas:

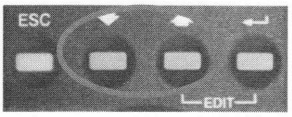


Figura 2.3.6

elegimos la dirección que le queramos asignar y, una vez se visualice la nueva dirección, la confirmamos accionando el pulsador:

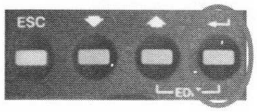


Figura 2.3.7

Seguidamente se visualiza "**PROG**" y a continuación "**ADDRES x**" en donde "**x**" es la nueva dirección asignada.

2.3.1.3.2 Mediante la conexión de la consola de direccionamiento en el propio bus AS-i

Con esta conexión se consigue asignar una dirección concreta de uno en uno a todos los esclavos que se encuentren conectados en el bus AS-i (cable amarillo).

A continuación se muestra una posible configuración de una red AS-i con diferentes esclavos, así como la fuente de alimentación AS-i y la auxiliar, conectada al maestro AS-i.

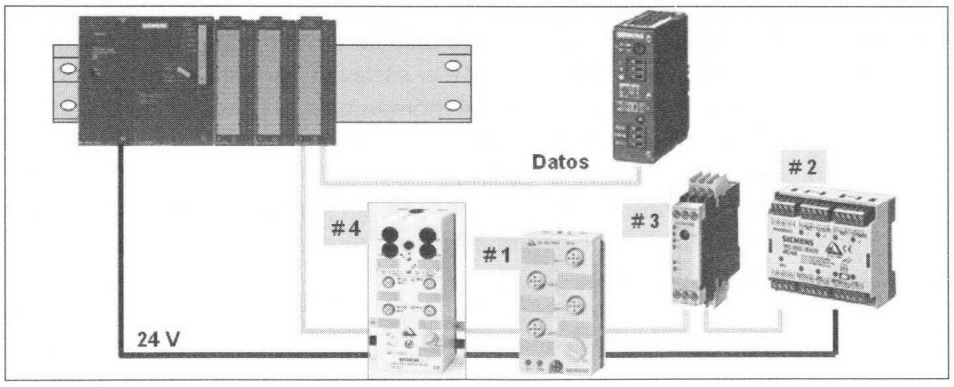


Figura 2.3.8

En caso de que queramos modificar la dirección de un esclavo conectado en el bus, seguiremos los siguientes pasos:

- Dejar sin alimentación el maestro CP AS-i, por ejemplo poniendo en OFF el interruptor de la fuente de alimentación del PLC.
- Conectar la consola de direccionamiento directamente en los cables del bus.
- Colocar el selector de la consola en la posición "**ADDR**".
- Accionar el pulsador:

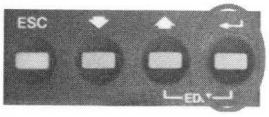


Figura 2.3.9

- En el display se visualiza la palabra "**SEARCH**", que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.
- Esperamos unos segundos y aparece en el display "**USE x**" y además de las direcciones de todos los esclavos encontrados en el bus, "**x**" es la dirección del primer esclavo encontrado. Ahora, y con las teclas:

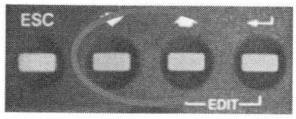


Figura 2.3.10

Elegimos el esclavo al cual le queremos modificar su dirección. La confirmamos accionando el pulsador:

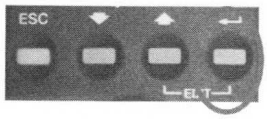


Figura 2.3.11

- La dirección del esclavo aparece intermitentemente en el campo de la dirección. En el display aparece "**SET x**" , en donde "**x**" es la dirección actual del esclavo. Ahora, con las teclas:

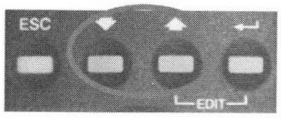


Figura 2.3.12

elegimos la dirección que le queremos asignar, y una vez se visualice la nueva dirección la confirmamos accionando el pulsador:

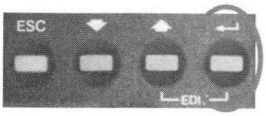


Figura 2.3.13

Seguidamente se visualiza "**PROG**" y a continuación "**USE x**", en donde "**x**" es la nueva dirección asignada.

Si la consola encuentra dos o más esclavos con la misma dirección en el bus, el display de la consola visualiza "**DBLADD**", y la dirección correspondiente aparecerá de forma intermitente.

2.3.1.3.3 Mediante el envío de comandos desde el software STEP 7 al maestro AS-i

En este caso debemos tener completamente formada y configurada en el maestro la red AS-i y utilizando un bloque protegido **FC7 "ASI_3432"** de Siemens específico para su utilización en el bus AS-i, enviado al autómata programable desde STEP 7, cabe la posibilidad de poder, además de otras muchas aplicaciones, modificar el número de estación de cualquier esclavo conectado en el bus.

2.3.2 Montaje de la red AS-i

2.3.2.1 Conexión del maestro AS-i

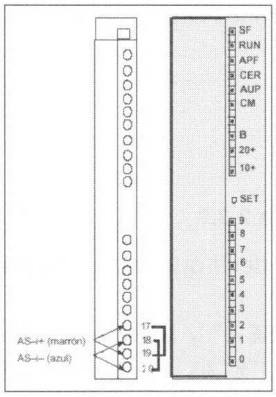


Figura 2.3.14

El maestro AS-i CP dispone de cuatro bornes que son los únicos a utilizar y que son:

Conexión + bus AS-i, cable marrón 17
Conexión - bus AS-i, cable azul 18
Conexión + bus AS-i, cable marrón 19
Conexión - bus AS-i, cable azul 17

Como se observa en la figura 2.3.14, internamente en el CP se encuentran puenteados dos a dos los bornes. Esto nos permite poder conectar por un lado el bus AS-i al que conectaremos todos y cada uno de los esclavos y, por otro lado, el bus As-i para la conexión de la fuente de alimentación AS-i.

En la figura 2.3.15 se puede observar un ejemplo.

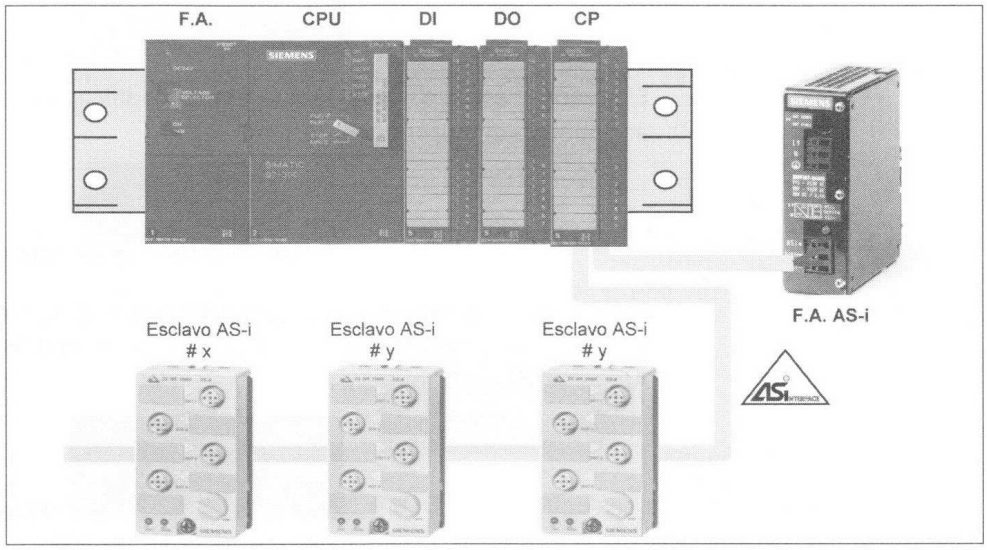


Figura 2.3.15

2.3.2.2 Conexión de la fuente de alimentación AS-i

La conexión de la fuente de alimentación AS-i se compone, como cualquier otra fuente de alimentación, de los bornes de entrada para la conexión, en este caso, a 220 VAC y unos bornes de salida con la tensión, en este caso correspondiente a la del bus AS-i, que es aproximadamente de 31 V.

El cable amarillo del bus AS-i que corresponde a datos + alimentación parte de la fuente de alimentación AS-i, en donde ese cable compuesto de dos hilos se conectará:

Hilo marrón : Borne positivo (+)

Hilo azul: Borne negativo (-)

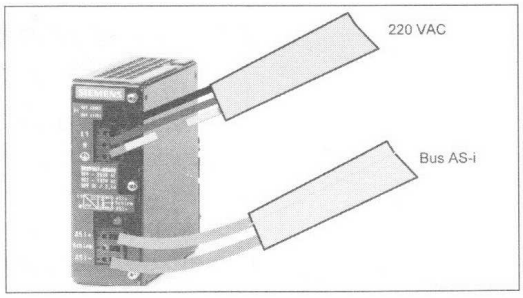


Figura 2.3.16

2.3.2.3 Conexión de la fuente de alimentación estándar de 24 VDC

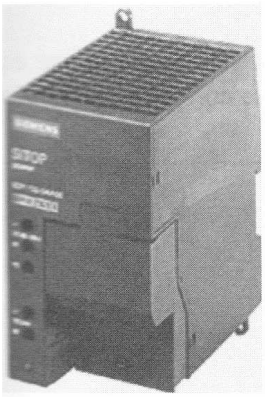


Figura 2.3.17

No en todos los casos, pero sí en algunos, los esclavos necesitan ser alimentados, independientemente al bus AS-i, de una alimentación auxiliar de 24 VDC. Para ello se utiliza una fuente de alimentación estándar de 24 VDC de tensión de salida.

Puede ser que el esclavo que necesite de esta alimentación auxiliar tenga un tipo de conexión:

- Por sistema vampiro.
- Mediante bornes de conexión.

En cualquier caso, utilizamos el cable perfilado de color negro en donde se seguirá respetando la polaridad y que es idéntica a la polaridad del bus AS-i, es decir:

- Cable marrón. Polaridad positiva [+].
- Cable azul. Polaridad negativa [-].

2.3.2.4 Conexión de una tensión auxiliar de 220 VAC

También se puede dar el caso de que algún esclavo necesite ser alimentado, independientemente al bus AS-i, de una alimentación auxiliar de 220 VAC. Para ello utilizaremos cualquier punto en donde tengamos una tensión como la necesitada. Puede ser que el esclavo que necesita de esta alimentación auxiliar tenga un tipo de conexión:

- Por sistema vampiro.
- Mediante bornes de conexión.

En cualquier caso utilizamos el cable perfilado de color rojo.

2.3.2.5 Conexión de los esclavos

La conexión de los esclavos al bus AS-i puede ser diferente dependiendo de los esclavos con los que contemos para realizar el ejercicio.

No podemos encontrar básicamente con dos tipos:

- Directa por el sistema vampiro.
- Mediante bornes de conexión.

En los módulos compactos, tanto de la serie K45 como de la serie K60, y otros como la botonera, el final de carrera, se puede realizar la conexión al bus mediante el sistema vampiro. Mientras que en otros, como los modelos Slimline, módulo contador, monitor de seguridad, etc., su conexión pasa a ser mediante bornes.

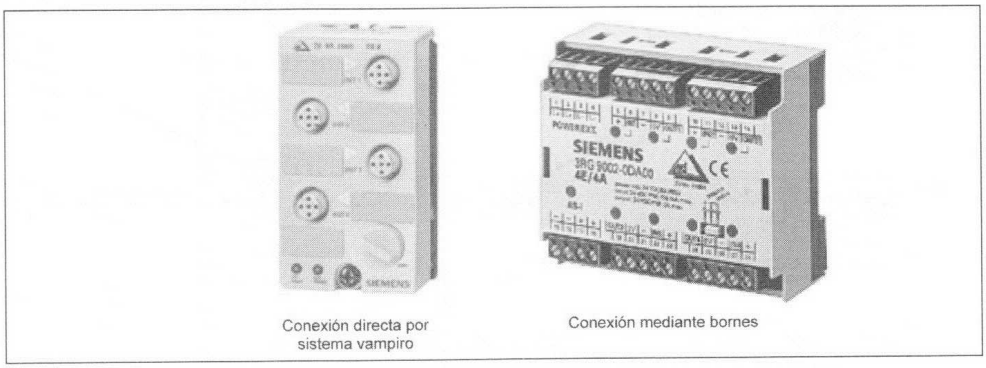


Figura 2.3.18

En cualquier caso deberemos respetar la polaridad desde la fuente de alimentación AS-i, es decir: marrón, borne positivo (+); azul; borne negativo (-).

También se debe tener en cuenta que alguno, y no todos, necesitan de una fuente de alimentación de 24 VDC externa a la fuente AS-i y que se cablea mediante el cable perfilado de color negro en el que también debemos tener cuidado de mantener la polaridad.

En el caso de los esclavos con conexión por bornes, tan sólo habrá que fijarse en la parte frontal del mismo en donde aparece la conexión que corresponde a cada borne; por ejemplo:

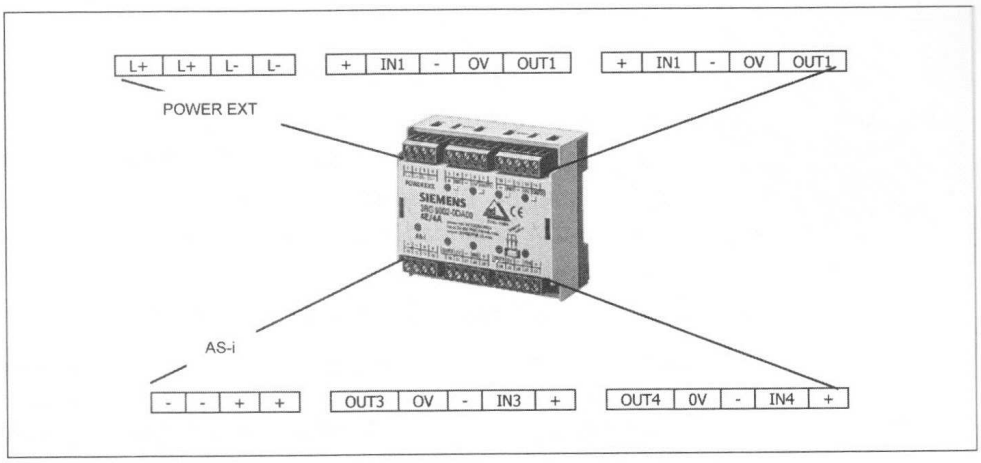


Figura 2.3.19

Para el caso de esclavos con el sistema vampiro de la nueva versión, se observa en la parte posterior del mismo esclavo la existencia de una serie de clavos que son los que pincharán sobre el cable perfilado. Dependiendo del esclavo elegido nos podemos encontrar dos tipos, como son los que necesitan:

- Únicamente cable de datos (cable amarillo).
- Cable de datos (cable amarillo), más cable de alimentación auxiliar (color negro).

Si nos fijamos en la parte posterior de un esclavo, podemos observar la disposición de los diferentes pinchos para clavar en el cable, tanto del bus AS-i (amarillo) como para el de alimentación auxiliar (cable negro).

Los de la parte superior son para el cable de datos o bus AS-i (cable amarillo) y que dispone de dos filas de pinchos para asegurar la conexión. La fila superior es para el "+" cable marrón del bus AS-i y la fila inferior es para el "-" cable azul del bus AS-i.

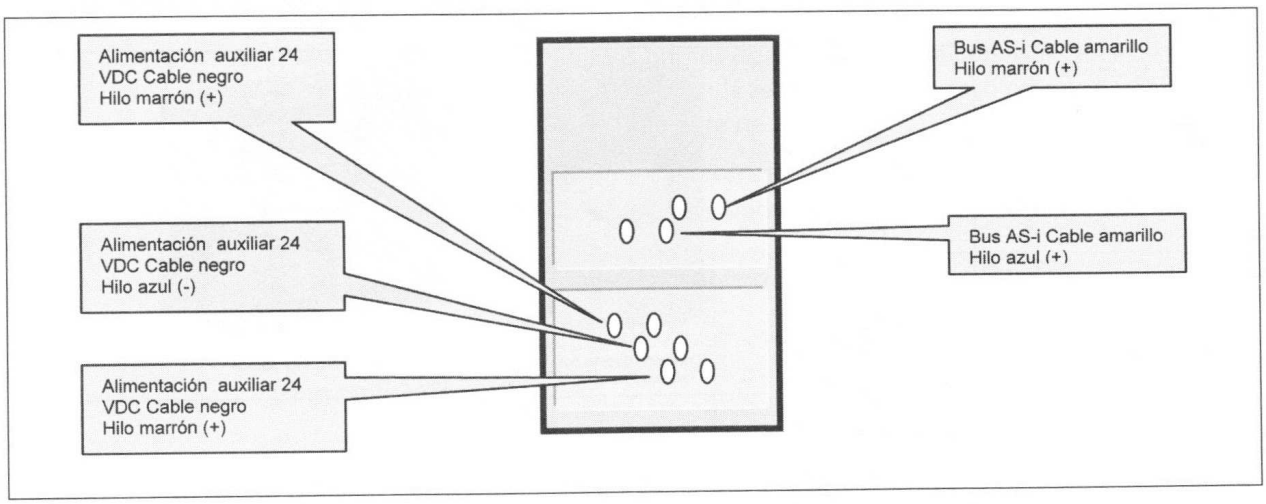


Figura 2.3.20

Los de la parte inferior son para el cable de alimentación auxiliar de 24 VDC (cable negro) y que dispone de tres filas de pinchos para asegurar la conexión. La fila superior y la inferior es para el "+" (cable marrón) y la fila intermedia es para el "-" (cable azul). El hecho de que disponga de tres filas permite poder insertar este cable de alimentación auxiliar en las dos posiciones posibles, que son la parte perfilada hacia la parte de arriba o hacia la parte de abajo. En cualquier caso, el hilo azul (-) estará conectado en los pinchos de la zona intermedia. Es por ello por lo que cada esclavo dispone de una pieza movible para desplazarlo hacia arriba o hacia abajo según queramos conectar el cable de alimentación auxiliar.

A continuación, y mediante gráficos, se reflejan las diferentes posibilidades de conexión con las que puede contar un esclavo AS-i.

- Esclavos con necesidad del cable de datos únicamente.

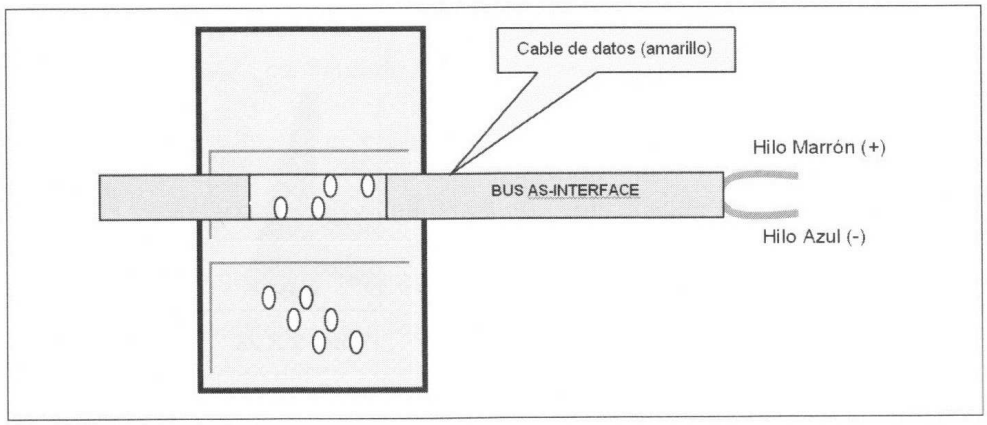


Figura 2.3.21

- Esclavos con necesidad del cable de datos y cable de alimentación auxiliar.

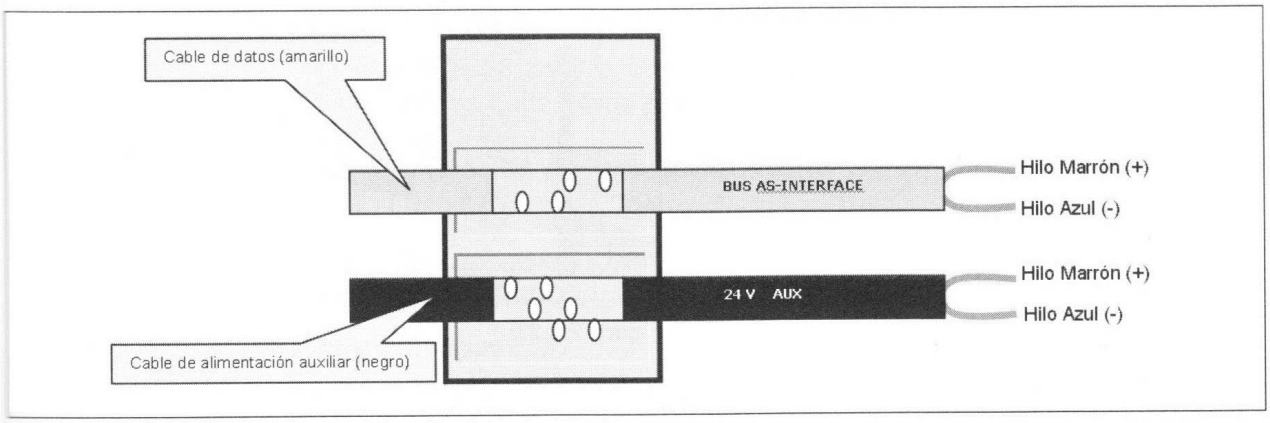


Figura 2.3.22

Para este caso existe otra posibilidad, como es la de:

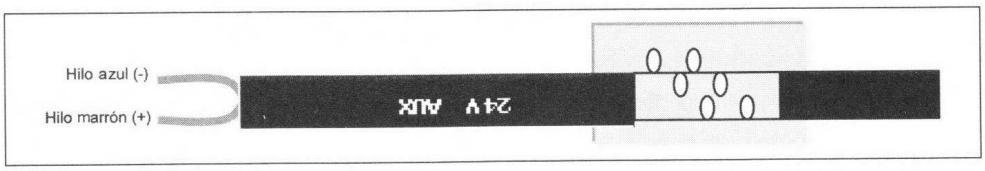
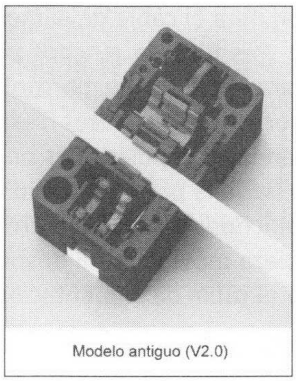


Figura 2.3.23

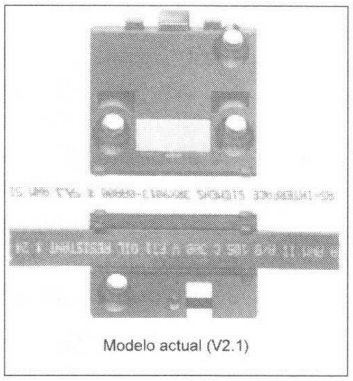
Una vez conocidos los tipos de conexión que se deben realizar en cada esclavo, se procede al montaje de cada uno. Para ello, seguiremos los siguientes pasos:

a) Pasar por la vía correspondiente tanto el cable de bus (amarillo) como el cable de alimentación auxiliar (negro) sobre la base del esclavo.



Modelo antiguo (V2.0)

Figura 2.3.24



Modelo actual (V2.1)

Figura 2.3.25

b) Colocar sobre la base el esclavo apretando levemente sobre la base.

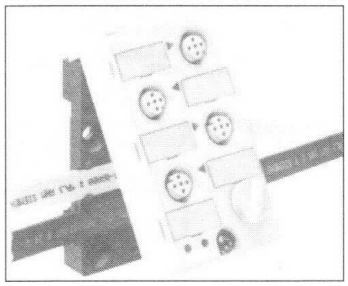


Figura 2.3.26

c) Apretar los tornillos para fijar el esclavo a la base y para asegurar las conexiones tipo vampiro sobre los cables.

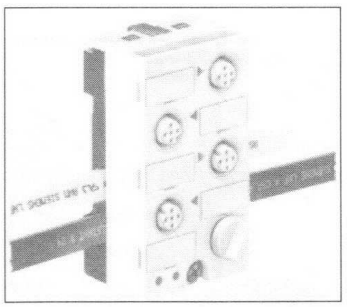


Figura 2.3.27

2.3.3 Instalación y configuración del maestro AS-i

2.3.3.1 Funcionamiento básico del CP 343-2

2.3.3.1.1 Indicadores luminosos

El CP 343-2 es una tarjeta maestro AS-i para el PLC S7-300 que contiene en la parte frontal unos indicadores luminosos de señalización, como son:

SF: System Fail / Error del sistema.

El indicador se enciende si:

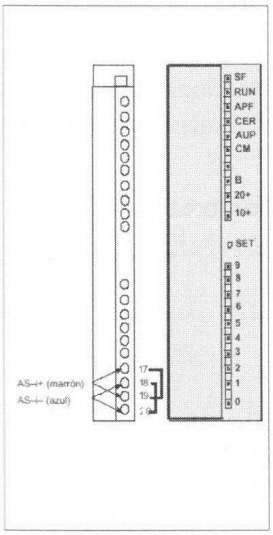


Figura 2.3.28

- El CP 343-2 está en el modo protegido y existe un error de configuración AS-i (p. ej. fallo de esclavo).
- El CP detecta un fallo interno (p. ej. defecto en la EEPROM).

El CP si no puede ejecutar el cambio de modo durante un accionamiento del pulsador SET (p. ej. existe un esclavo con la dirección 0).

RUN: Indica que el CP se ha inicializado correctamente.

APF: AS-i Power Fail. Fallo en la alimentación del bus AS-i.

CER: Configuration Error / Error de configuración.

El diodo indica si la configuración de esclavos detectada en el cable AS-i coincide con la configuración teórica actual del CP (LPS). En el caso de diferencias se enciende el indicador CER.

El indicador CER se enciende en lo casos siguientes:

- Si un esclavo AS-i configurado no está presente en el cable AS-i (p. ej. por fallo del esclavo).
- Si está presente en el cable AS-i un esclavo que no se ha configurado previamente.
- Si un esclavo conectado tiene datos de configuración (configuración de E/S, código ID) distintos a los del esclavo configurado en el CP.
- Si el CP se encuentra en la fase Off line.

AUP: AUtoProg avalaible / Autoprogramación activada.

En el modo protegido del CP, indica que es posible la programación automática de direcciones de un esclavo. La programación automática de direcciones facilita la sustitución de un esclavo averiado en el cable AS-i.

CM: Configuration Mode / Modo configuración.

Con esta indicación se señaliza el modo de operación.

- Indicador encendido: Modo de configuración.
- Indicador apagado: Modo protegido o de ejecución.

2.3.3.1.2 Modos de funcionamiento

El CP 343-2 dispone de dos modos de funcionamiento, como son:

- **MODO CONFIGURACIÓN.**
- **MODO PROTEGIDO.**

a. Modo configuración.

El modo configuración sirve para la puesta en servicio de una instalación AS-i.

En el modo de configuración, el CP 343-2 puede intercambiar datos con cualquier esclavo AS-i conectado al cable AS-i (excepto con los esclavos AS-i con la dirección '0').

Nuevos esclavos agregados son identificados y activados inmediatamente por el maestro, incorporándose al intercambio de datos cíclico.

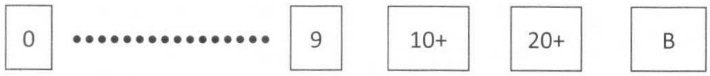
Una vez terminada la puesta en servicio, el CP 343-2 se puede conmutar al modo protegido por medio de un pulsador (SET). Con esto se configuran al mismo tiempo los esclavos AS-i activos en ese momento se almacenan en forma no volátil en el CP 343-2 los siguientes datos de los esclavos:

- Las direcciones de cada esclavo.
- Los códigos de identificación ID.
- La configuración de E/S.

b. Modo protegido.

En el modo protegido, el CP 343-2 sólo intercambia datos con los esclavos AS-i configurados. "Configurado" significa aquí que las direcciones de esclavos almacenados en la memoria del CP 343-2 y los datos de configuración permanente coinciden con los esclavos AS-i existentes.

Los esclavos identificados quedan representados por los indicadores luminosos:



- Indicadores "0" a "9": Esclavos únicos o "A" del 0 al 9.
- Indicadores "0" a "9" y "10+": Esclavos únicos o "A" del 10 al 19.
- Indicadores "0" a "9" y "20+": Esclavos únicos o "A" del 20 al 29.
- Indicadores "0" a "9" , "10+" y "20+": Esclavos únicos o "A" del 30 al 31.

- Indicadores "0" a "9" y "B": Esclavos "B" del 0 al 9.
- Indicadores "0" a "9" , "10+" y "B": Esclavos "B" del 10 al 19.
- Indicadores "0" a "9" , "20+"y "B": Esclavos "B" del 20 al 29.
- Indicadores "0" a "9" , "10+" , "20+" y "B": Esclavos "B" del 30 al 31.

CP en modo CONFIGURACIÓN se indican todos los esclavos AS-i identificados.

CP en modo PROTEGIDO se indican con luz permanente los esclavos activados. Los esclavos AS-i con fallo o bien existentes pero no configurados son indicados por parpadeo de su indicador luminoso respectivo.

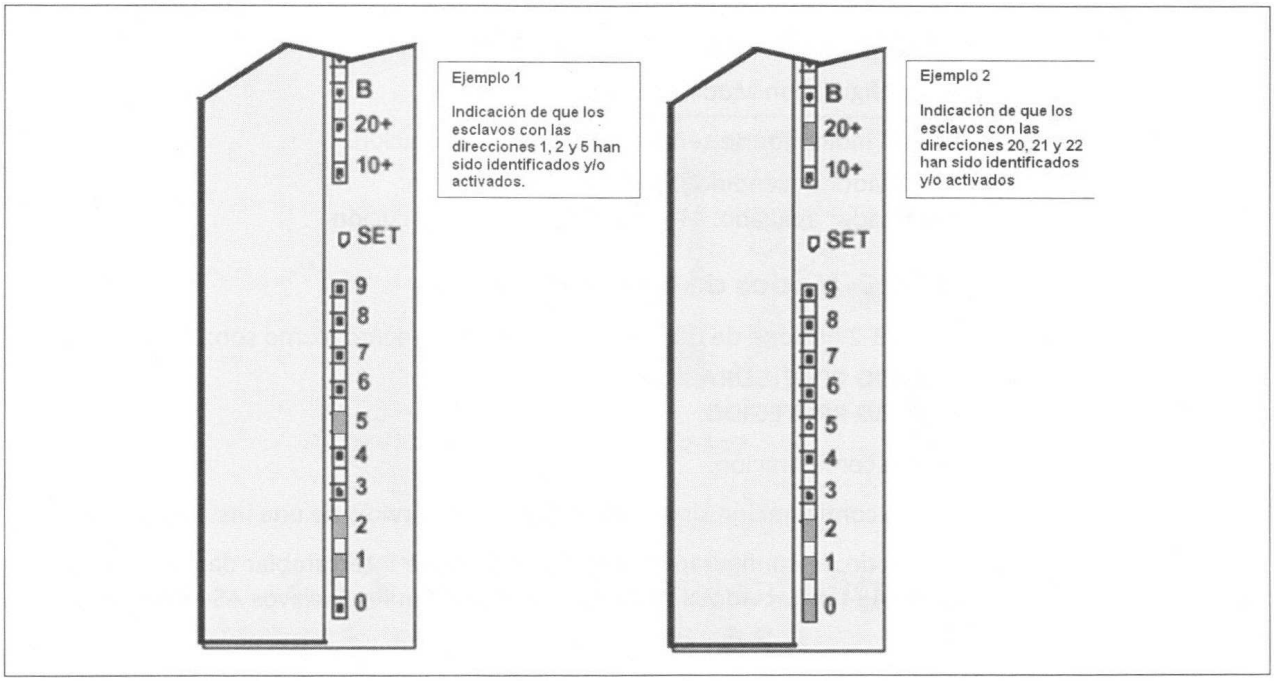


Figura 2.3.29

2.3.3.1.3 Configuración del CP 343-2 maestro AS-i

El pulsador **SET** se necesita para la configuración del CP 343-2 en el modo estándar, no en el ampliado que es mediante el FC "ASI_3432". El pulsador sólo está habilitado cuando el **PLC** está en **STOP**.

Si el CP 343-2 está en el modo de configuración (indicador CM encendido), al accionar el pulsador se configura automáticamente el CP 343-2. La configuración tiene lugar en los siguientes pasos:

- La configuración permanente de esclavos existente, que es señalizada a través de la indicación de los esclavos activos, se almacena en el CP 343-2 como configuración permanente teórica en forma no volátil.
- A continuación, el CP 343-2 cambia a modo protegido o de ejecución.

Si el CP 343-2 está en modo protegido (indicador CM apagado), al accionar el pulsador SET se conmuta el CP al modo de configuración.

Antes de realizar la configuración del CP 343-2 mediante el pulsador SET, se deberán asegurar los estados siguientes:

- La CP 343-2 y todos los **esclavos AS-i** han de estar conectados al bus AS-i y han de recibir **tensión** de la fuente de alimentación AS-i.
- Los **esclavos AS-i** han de tener **direcciones diferentes**, distintas de '0'.
- La **CPU** debe recibir **tensión** de alimentación.

Una vez asegurado, los estados anteriores, seguimos los siguientes pasos para una correcta configuración:

1º. Poner la **CPU** del PLC en modo **STOP**.

2º. Accionar el **pulsador SET**. Se conmuta el modo del CP a modo configuración (indicador luminoso CM encendido), también es posible que muestre encendido el indicador CER de configuración actual errónea.

3º. Comprobar si **todos los esclavos** conectados al bus AS-i están disponibles y son **indicados en el panel frontal del CP**.

4º. Accionar de nuevo el **pulsador SET**. Con esto se configura el CP 343-2, lo que significa que la configuración permanente real reconocida del bus AS-i se almacena como especificación teórica en forma no volátil en EEPROM. Al mismo tiempo, el CP 343-2 se conmuta al modo protegido y **se apaga el diodo "CM"**.

También se apaga el diodo "CER" (Configuration ERror), ya que después de la configuración se debe cumplir que:

Configuración permanente teórica = Configuración permanente real
LPS (configurados) = **LAS** (activados) = **LDS** (identificados)

5º. Pasar la **CPU** del **PLC** de nuevo al modo **RUN/RUN-P**, observando que si todo es correcto no tendremos ningún fallo de sistema (indicador SF apagado) ni en la CPU ni en el CP.

Otras consideraciones:

- Tan sólo es posible cambiar del modo de configuración al modo protegido si no hay conectado al bus AS-i ningún esclavo AS-i con la dirección '0'.
- Si está conectado un esclavo con la dirección '0', al accionar el pulsador SET el CP enciende el led SF (System fail) de error del sistema.
- Si se realiza una configuración por pulsador cuando no hay tensión en el bus AS-i, el CP enciende el led APF de fallo en la tensión del bus AS-i.

2.3.3.1.4 Señalización de esclavos

Una vez realizado todo el montaje del cableado de la red, haber configurado el maestro AS-i de forma que reconozca todos y cada uno de los esclavos conectados y conocer si existe algún error en alguno de ellos o del bus o del cable de alimentación auxiliar, puede que aparezca algún error que puede ser reflejado tanto en el CP 343-2 como en el propio esclavo.

Si existiera algún error en alguno de los esclavos localizados, el indicador del número correspondiente a la dirección del esclavo erróneo se iluminará de forma intermitente. Ésto puede suceder en casos como:

- Esclavos con dirección duplicada.
- Esclavos defectuosos.

Si apareciera algún error, antes de continuar se deberá subsanar el mismo y se deberá actuar de forma diferente según sea el error producido, siguiendo la lista de posibles errores vista anteriormente. La solución sería:

- Modificar las direcciones de los esclavos para que desaparezca la duplicidad de direcciones.
- Retirar o sustituir el esclavo defectuoso.

También puede darse el caso de que, al accionar el pulsador SET, el maestro AS-i no pase al modo configuración (CM). Si esto sucediera, es que hay algún esclavo con la dirección "0", por tanto se deberá modificar la dirección con la consola antes de accionar de nuevo el pulsador SET del maestro AS-i.

En el caso de existir un error en el esclavo, éste lo indicará mediante sus propios indicadores luminosos, indicadores que pueden ser diferentes en cada esclavo. A modo de ejemplo, representamos el siguiente:

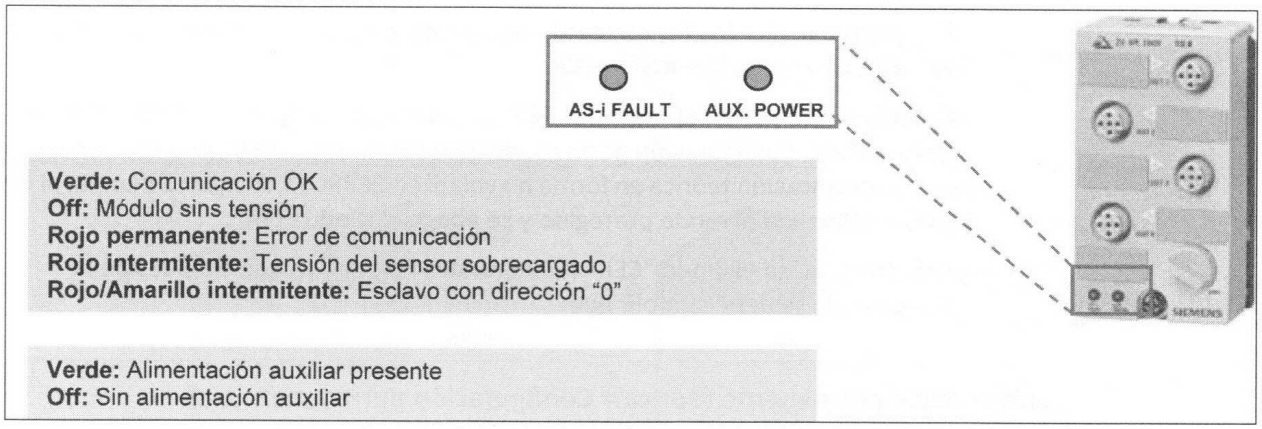


Figura 2.3.30

Esto nos indica que, como norma general, los diferentes indicadores de los que disponga el esclavo deberán lucir de color verde, indicando que no existen errores en el esclavo.

2.3.4 Creación de un proyecto en STEP 7

2.3.4.1 Autómata programable S7-300

El autómata programable de la serie S7-300 necesita de una tarjeta conectada en el bastidor al propio bus de la CPU como es un maestro AS-i, por ejemplo el CP 343-2, que se encargará de controlar todos los esclavos AS-i conectados al mismo.

El intercambio de datos entre el programa de usuario y los datos de los esclavos AS-i a través del CP 343-2 dependerá del tipo de esclavo que tengamos en el bus AS-i. Éstos pueden ser:

- Esclavos estándar o esclavos A de tipo binario a través de la periferia de E/S de la CPU del PLC.
- Esclavos B de tipo binario por lectura o escritura mediante un bloque de función.
- Esclavos AS-i analógicos para la lectura o escritura mediante un bloque de función.

A través del programa de usuario, se accede a valores binarios de esclavos AS-i estándar o de esclavos a través de determinados comandos de periferia de STEP 7.

El CP 343-2 asigna cuatro bits (llamado nibble) a cada esclavo estándar o A conectado al cable AS-i. El PLC puede acceder a este nibble con escritura (datos de salida de esclavo) y con lectura (datos de entrada de esclavo). De este modo se pueden activar también esclavos bidireccionales con E/S.

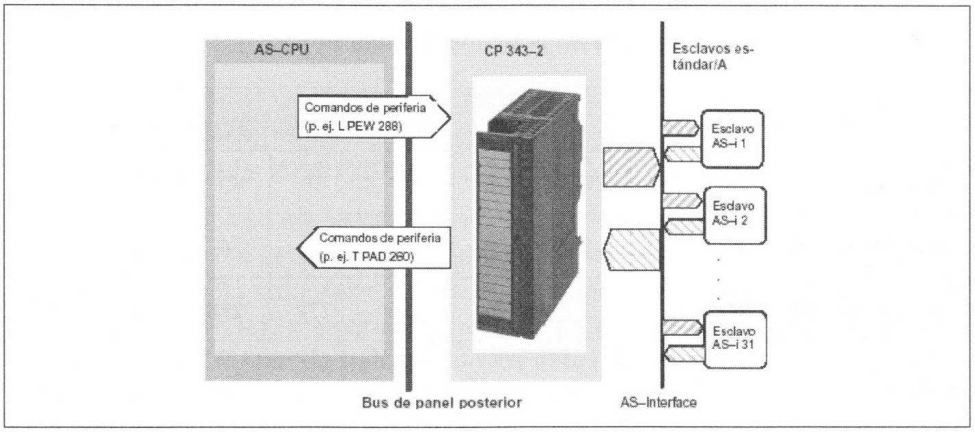


Figura 2.3.31

Los cuatro primeros bits de entrada (primer nibble) están reservados para el uso del FC "ASI_3422". Si no se utiliza ningún FC, los cuatro primeros bits de entrada cambian cada 2,5 s aproximadamente entre los valores 8H y EH. Los cuatro primeros bits de salida (primer nibble) no tienen relevancia para el CP 343–2.

2.3.4.2 Configuración del hardware

Crear un proyecto en STEP 7 con la configuración de hardware que coincida con el equipo con el que se vaya a trabajar y a partir de esa configuración comprobar el direccionado para los esclavos AS-i.

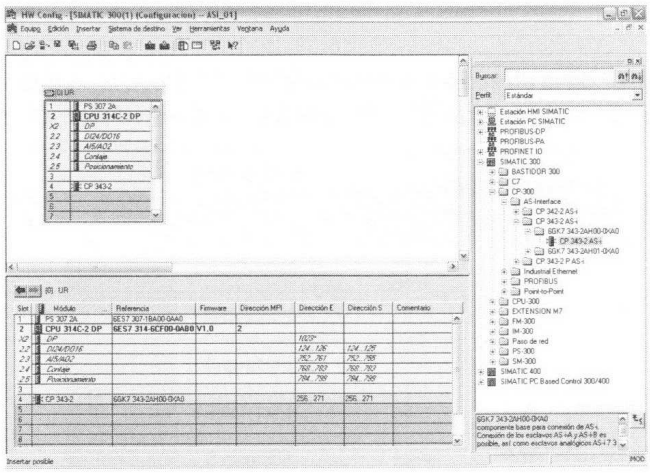


Figura 2.3.32

En la configuración representada en la figura anterior se ha configurado un maestro CP343-2 AS-i, en donde en la tabla del estado de los bits de cada esclavo estará en el área analógica de la CPU que va desde el byte 256 a byte 271 (direcciones por defecto al encontrarse conectado en el slot 4)

Ahora es el momento de guardar y compilar, así como transferir, la configuración a la CPU del autómata programable.

2.3.4.3 Determinación de la dirección base y construcción de la tabla esclavos según su dirección

De acuerdo a la posición física en donde se tiene instalado el maestro AS-i CP, le corresponderá una dirección base determinada y que se inicia por el valor 256. Si lo tenemos colocado en el primer slot posible, para cada módulo CP se reservan 16 bytes; por tanto, para el primer slot será desde el byte 256 hasta el byte 271; para el segundo slot, desde el byte 272 hasta el 287; y así sucesivamente tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Bastidor 0											
Módulo	PS	CPU	IM	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
Número de slot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dirección inicial	1	2	3	256	272	288	304	320	336	352	368

Tabla 2.3.1

En base a la posición que ocupa el maestro CP343-2 de AS-i dentro del bastidor, se han determinado el margen de direcciones (16 bytes) que corresponderá a los 31 esclavos.

Como se puede observar en la configuración de hardware y dentro de la columna dirección del slot 4, aparece el rango de direcciones (16 bytes), bytes que contiene la información del estado de cada una de las E/S de los esclavos As-i.

Ejemplo:

Si el maestro AS-i ocupa la posición 7 en el bastidor, será:

Posición master CP343-2 de AS-i en bastidor	7

Le corresponderá una dirección base:

Dirección base o inicial "N"	304

A partir de la dirección base o inicial se construye la siguiente tabla, en donde queda representada la dirección de cada bit. En nuestro ejemplo será:

Número del byte de Entrada/Salida	**Bit 7 a bit 4**				**Bit 3 a bit 0**			
	Bit 7	**Bit 6**	**Bit 5**	**Bit 4**	**Bit 3**	**Bit 2**	**Bit 1**	**Bit0**
304	Reservado				Esclavo 1			
305	Esclavo 2				Esclavo 3			
306	Esclavo 4				Esclavo 5			
307	Esclavo 6				Esclavo 7			
308	Esclavo 8				Esclavo 9			
309	Esclavo 10				Esclavo 11			
310	Esclavo 12				Esclavo 13			
311	Esclavo 14				Esclavo 15			
312	Esclavo 16				Esclavo 17			
313	Esclavo 18				Esclavo 19			

314	Esclavo 20	Esclavo 21
315	Esclavo 22	Esclavo 23
316	Esclavo 24	Esclavo 25
317	Esclavo 26	Esclavo 27
318	Esclavo 28	Esclavo 29
319	Esclavo 30	Esclavo 31

Tabla 2.3.2

2.3.4.4 Creación de bloques de datos (DB) de registro de las entradas/salidas AS-i

La CP maestro de AS-i funciona de forma autónoma y paralela a lo que es la CPU del PLC, ya que si la CPU va realizando lecturas sucesivas del programa (scan), la CP realiza su propio scan sobre sus esclavos conectados, guardando los datos del estado de éstos en una memoria interna de la propia CP, de forma que para que el programa de la CPU pueda trabajar con los datos del estado de los esclavos AS-i, deberá realizar previamente una copia de los datos registrados en la CP y guardarlos en la CPU. Podrán ser guardados en bytes de marcas (MB) o en bloques de datos (DB) que es lo más recomendable y así dejar libres la marcas para otras aplicaciones.

Por tanto, para poder acceder directamente a los bits de periferia y poder realizar la lectura y/o escritura correspondiente a cada una de las entradas/salidas de cada esclavo AS-i conectado al bus, prepararemos dos bloques de datos, uno para las entradas (DB10) y otro para las salidas (DB20) de los esclavos AS-i sobre los cuales trabajaremos a nivel de bit.

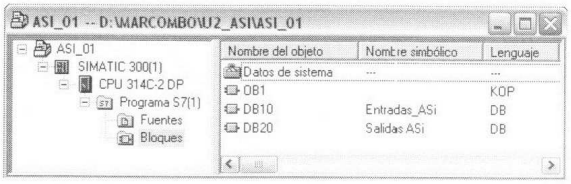


Figura 2.3.33

- Creamos una estructura en el DB 10 para el registro del estado de las entradas de todos los esclavos AS-i.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	Status_Esclavo1	BYTE	B#16#0	
+1.0	Esclavo2_Esclavo3	BYTE	B#16#0	
+2.0	Esclavo4_Esclavo5	BYTE	B#16#0	
+3.0	Esclavo6_Esclavo7	BYTE	B#16#0	
+4.0	Esclavo8_Esclavo9	BYTE	B#16#0	
+5.0	Esclavo10_Esclavo11	BYTE	B#16#0	
+6.0	Esclavo12_Esclavo13	BYTE	B#16#0	
+7.0	Esclavo14_Esclavo15	BYTE	B#16#0	
+8.0	Esclavo16_Esclavo17	BYTE	B#16#0	
+9.0	Esclavo18_Esclavo19	BYTE	B#16#0	
+10.0	Esclavo20_Esclavo21	BYTE	B#16#0	
+11.0	Esclavo22_Esclavo23	BYTE	B#16#0	
+12.0	Esclavo24_Esclavo25	BYTE	B#16#0	
+13.0	Esclavo26_Esclavo27	BYTE	B#16#0	
+14.0	Esclavo28_Esclavo29	BYTE	B#16#0	
+15.0	Esclavo30_Esclavo31	BYTE	B#16#0	
=16.0		END_STRUCT		

Figura 2.3.34

- Creamos una estructura en el DB 20 para el registro del estado de las salidas de todos los esclavos AS-i.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	Status_Esclavo1	BYTE	B#16#0	
+1.0	Esclavo2_Esclavo3	BYTE	B#16#0	
+2.0	Esclavo4_Esclavo5	BYTE	B#16#0	
+3.0	Esclavo6_Esclavo7	BYTE	B#16#0	
+4.0	Esclavo8_Esclavo9	BYTE	B#16#0	
+5.0	Esclavo10_Esclavo11	BYTE	B#16#0	
+6.0	Esclavo12_Esclavo13	BYTE	B#16#0	
+7.0	Esclavo14_Esclavo15	BYTE	B#16#0	
+8.0	Esclavo16_Esclavo17	BYTE	B#16#0	
+9.0	Esclavo18_Esclavo19	BYTE	B#16#0	
+10.0	Esclavo20_Esclavo21	BYTE	B#16#0	
+11.0	Esclavo22_Esclavo23	BYTE	B#16#0	
+12.0	Esclavo24_Esclavo25	BYTE	B#16#0	
+13.0	Esclavo26_Esclavo27	BYTE	B#16#0	
+14.0	Esclavo28_Esclavo29	BYTE	B#16#0	
+15.0	Esclavo30_Esclavo31	BYTE	B#16#0	
=16.0		END_STRUCT		

Figura 2.3.35

2.3.4.5 Creación de la tabla de variables (VAT)

Antes de conectar cualquier dispositivo en las entradas y salidas físicas, nos hemos de asegurar de qué bit tiene ocupado cada uno de los esclavos AS-i. Para ello, creamos una tabla de variables (VAT) en STEP 7 y de esta forma podemos facilitar tanto la visualización de las entradas como el forzado de las salidas de todos los esclavos posibles conectados la bus AS-i. La tabla puede ser declarada tal como se muestra a continuación:

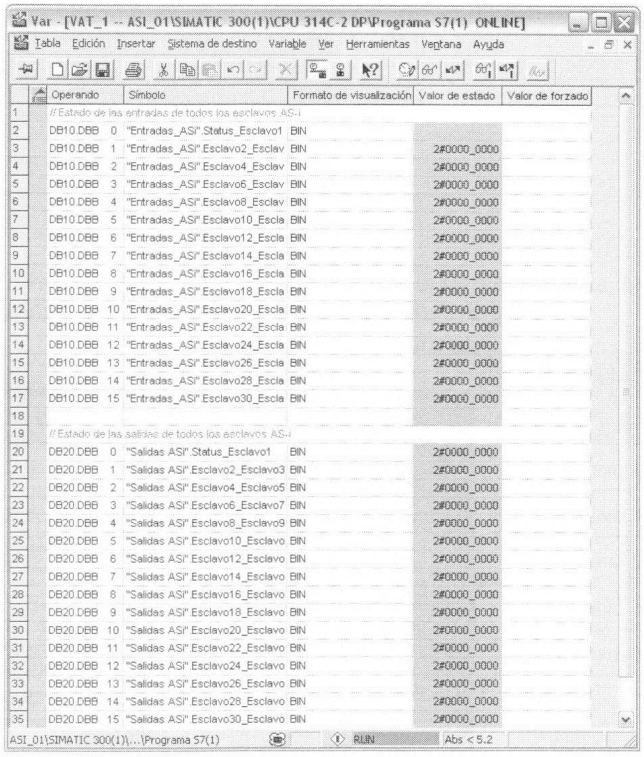


Figura 2.3.36

2.3.4.6 Programación del bloque OB 1 para la copia de las E/S AS-i en los registros DB

El acceso a los bits de los esclavos AS-i no puede realizarse de forma directa, ya que son considerados de periferia y por tanto se realiza a través de instrucciones de carga y transferencia de STEP7. Esa llamada se puede realizar en forma de palabra o doble palabra, pero nunca en forma de byte, debido a razones internas del sistema, como por ejemplo:

L PEW 304 // Carga la palabra de entradas de periferia correspondiente al EW 304

L PED 304 // Carga la doble palabra de entradas de periferia correspondiente al ED 304

T PAW 304 // Transfiere a la palabra de salidas de periferia correspondiente al AW 304

T PAD 304 // Transfiere a la doble palabra de salidas de periferia correspondiente al AD 304

No son válidas las instrucciones de carga y transferencia en modo byte y además se deben tener en cuenta los siguientes casos:

L PEW 304 // Permitida la carga y transferencia de una palabra

L PED 304 // Permitida la carga y transferencia de una doble palabra

L PAW 305 // No permitida, dirección impar

T PEB 304 // No permitida, transferencia de byte

U E304.0 // No permitida la lectura directa de un esclavo

= A304.2 // No permitida la escritura directa a un esclavo

En nuestro caso, y según la configuración del hardware vista anteriormente, para poder acceder a modo de bit a cada E/S de los esclavos AS-i configurados teniendo en cuenta que se han preparado los bloques de datos DB 10, para la lectura de las entradas AS-i, y DB20, para la escritura de esclavos, el programa para la carga y transferencia de los bits de todos los esclavos estándar o tipo A será:

Programa en OB1:

```
Segm. 1 : Lectura del estado de las entradas de los esclavos
Copia el estado de cada una de las entradas de todos los esclavos AS-i desde
la CP343-2 a una zona de datos de la CPU.

      L     PED  304                  // Carga la doble palabra de entradas de periferia correspondiente al ED 304
      T     DB10.DBD    0            // Transfiere a la doble palabra DBD0 del DB 10

      L     PED  308                  // Carga la doble palabra de entradas de periferia correspondiente al ED 308
      T     DB10.DBD    4            // Transfiere a la doble palabra DBD4 del DB 10

      L     PED  312                  // Carga la doble palabra de entradas de periferia correspondiente al ED 312
      T     DB10.DBD    8            // Transfiere a la doble palabra DBD8 del DB 10

      L     PED  316                  // Carga la doble palabra de entradas de periferia correspondiente al ED 316
      T     DB10.DBD   12            // Transfiere a la doble palabra DBD12 del DB 10


Segm. 3 : Escritura del estado de las salidas de los esclavos
Copia el estado de cada una de las salidas de todos los esclavos AS-i desde la
zona de datos de la CPU a la CP343-2.

      L     DB20.DBD    0           // Carga la doble palabra DBD0 del DB 20
      T     PAD  304                // Transfiere a la doble palabra de salidas de periferia correspondiente a la AD304

      L     DB20.DBD    4           // Carga la doble palabra DBD4 del DB 20
      T     PAD  308                // Transfiere a la doble palabra de salidas de periferia correspondiente a la AD308

      L     DB20.DBD    8           // Carga la doble palabra DBD8 del DB 20
      T     PAD  312                // Transfiere a la doble palabra de salidas de periferia correspondiente a la AD312

      L     DB20.DBD   12           // Carga la doble palabra DBD12 del DB 20
      T     PAD  316                // Transfiere a la doble palabra de salidas de periferia correspondiente a la AD316
```

2.3.4.7 Determinación de los bits ocupados por cada esclavo

Si hemos ido realizando todos los pasos indicados anteriormente, como son:

- Direccionado de los esclavos.
- Conexión de todos los esclavos en el bus AS-i.
- Instalación y configuración del maestro AS-i.
- Creación de los bloques de datos DB10 y DB20.
- Configuración del hardware en HW-Config.
- Generación del programa de lectura y escritura del estado de los bits de cada esclavo.

ahora es el momento de realizar la carga del programa hacia la CPU. Para ello, enviamos los siguientes bloques:

- OB1
- DB10
- DB20

Ahora podemos averiguar con certeza qué lugar dentro del nibble ocupa cada E/S de cada uno de los esclavos que intervienen en la red. Para ello nos ayudamos de la tabla de variables (VAT) configurada anteriormente, poniéndola ésta en modo Online con la CPU. En ese estado podemos ir modificando el estado de cada entrada de los esclavos participantes y podremos observar cómo varía su correspondiente bit en la mencionada tabla de variables. También podemos forzar desde la tabla de variables cada uno de los bits de salida que pueda contener cada esclavo configurado.

Var - [VAT_1 -- @ASI_01\SIMATIC 300(1)\CPU 314C-2 DP\Programa S7(1) ONLINE]

Tabla Edición Insertar Sistema de destino Variable Ver Herramientas Ventana Ayuda

	Operando	Símbolo	Formato de visualización	Valor de estado	Valor de forzado
1		// Estado de las entradas de todos los esclavos AS-i			
2	DB10.DBB 0	"Entradas_ASI".Status_Esclavo1	BIN	2#0000_0000	
3	DB10.DBB 1	"Entradas_ASI".Esclavo2_Esclav	BIN	2#0000_0000	
4	DB10.DBB 2	"Entradas_ASI".Esclavo4_Esclav	BIN	2#0000_1010	
5	DB10.DBB 3	"Entradas_ASI".Esclavo6_Esclav	BIN	2#0111_0000	
6	DB10.DBB 4	"Entradas_ASI".Esclavo8_Esclav	BIN	2#0000_0000	
7	DB10.DBB 5	"Entradas_ASI".Esclavo10_Escla	BIN	2#1011_0010	
8	DB10.DBB 6	"Entradas_ASI".Esclavo12_Escla	BIN	2#1001_0110	
9	DB10.DBB 7	"Entradas_ASI".Esclavo14_Escla	BIN	2#0000_0000	
10	DB10.DBB 8	"Entradas_ASI".Esclavo16_Escla	BIN	2#0000_0000	
11	DB10.DBB 9	"Entradas_ASI".Esclavo18_Escla	BIN	2#0000_0000	
12	DB10.DBB 10	"Entradas_ASI".Esclavo20_Escla	BIN	2#0000_0000	
13	DB10.DBB 11	"Entradas_ASI".Esclavo22_Escla	BIN	2#0000_0000	
14	DB10.DBB 12	"Entradas_ASI".Esclavo24_Escla	BIN	2#0000_0000	
15	DB10.DBB 13	"Entradas_ASI".Esclavo26_Escla	BIN	2#0000_0000	
16	DB10.DBB 14	"Entradas_ASI".Esclavo28_Escla	BIN	2#0000_0000	
17	DB10.DBB 15	"Entradas_ASI".Esclavo30_Escla	BIN	2#0000_0000	
18					
19		// Estado de las salidas de todos los esclavos AS-i			
20	DB20.DBB 0	"Salidas ASI".Status_Esclavo1	BIN	2#0000_1100	
21	DB20.DBB 1	"Salidas ASI".Esclavo2_Esclavo3	BIN	2#0000_0000	
22	DB20.DBB 2	"Salidas ASI".Esclavo4_Esclavo5	BIN	2#0110_0010	
23	DB20.DBB 3	"Salidas ASI".Esclavo6_Esclavo7	BIN	2#0001_0010	
24	DB20.DBB 4	"Salidas ASI".Esclavo8_Esclavo9	BIN	2#0000_0000	
25	DB20.DBB 5	"Salidas ASI".Esclavo10_Esclavo	BIN	2#1001_1111	
26	DB20.DBB 6	"Salidas ASI".Esclavo12_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
27	DB20.DBB 7	"Salidas ASI".Esclavo14_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
28	DB20.DBB 8	"Salidas ASI".Esclavo16_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
29	DB20.DBB 9	"Salidas ASI".Esclavo18_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
30	DB20.DBB 10	"Salidas ASI".Esclavo20_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
31	DB20.DBB 11	"Salidas ASI".Esclavo22_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
32	DB20.DBB 12	"Salidas ASI".Esclavo24_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
33	DB20.DBB 13	"Salidas ASI".Esclavo26_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
34	DB20.DBB 14	"Salidas ASI".Esclavo28_Esclavo	BIN	2#0000_0000	
35	DB20.DBB 15	"Salidas ASI".Esclavo30_Esclavo	BIN		

ASI_01\SIMATIC 300(1)\...\Programa S7(1) RUN Abs < 5.2

Figura 2.3.37

En la tabla de variables mostrada como ejemplo se puede observar cómo las siguientes entradas/salidas están conectadas:

Esclavo	Entradas
5	2 - 4
6	1 – 2 – 3
10	1 – 2 - 4
11	2
12	1 - 4
13	2 - 3

Esclavo	Salidas
1	3 - 4
4	2 – 3
5	2
6	1
7	2
10	1 – 4
11	1 – 2 – 3 - 4

Tabla 2.3.3

2.3.5 Conexionado de dispositivos de E/S estándar a los esclavos AS-i

Según sea la aplicación a realizar necesitaremos una serie de componentes que se tendrán que conectar a los esclavos, elementos que pueden ser:

- Pulsadores.
- Detectores.
- Finales de carrera.
- Pilotos de señalización.
- Electroválvulas.
- .../...

La distribución de contactos de los conectores hembra M12 en módulos de usuario cumple la norma IEC 947-5-2 Anexo D.

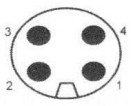
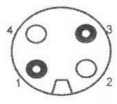
Entrada PNP estándar (hembra)		**Salida PNP estándar (hembra)**	
	1: "+" Alimentación. 2: Entrada de señal (= 4). 3: "-" Alimentación. 4: Entrada de señal (= 2).		1: no existe. 2: no existe. 3: "-" Alimentación. 4: Salida conmutada
Entrada 2 bit PNP (hembra)		**Distribuidor AS-i (hembra)**	
	1: "+" Alimentación. 2: Entrada de señal 2. 3: "-" Alimentación. 4: Entrada de final 1.		1: "+" Conexión AS-i. 2: no existe. 3: "-" Conexión AS-i. 4: no existe.
Alimentación auxiliar externa (macho)			
	1: "+" Alimentación. 2: no existe. 3: "-" Alimentación. 4: no existe.		

Tabla 2.3.4

Distribución de conectores hembra M12 en módulos de usuario.

2.3.5.1 Conexión de sensores/actuadores estándar mediante módulos esclavos AS-i

- Sensor de dos hilos PNP.

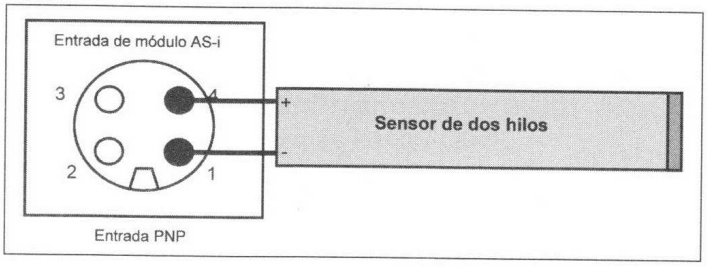


Figura 2.3.38

- Sensor de tres hilos PNP.

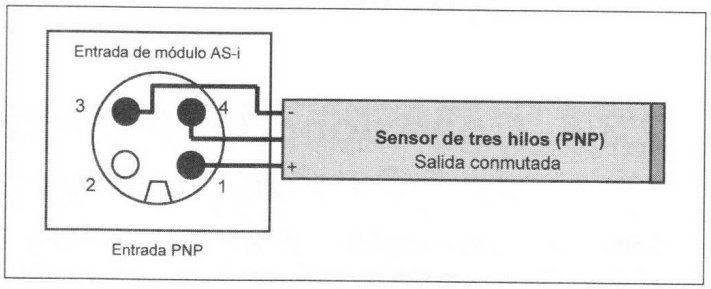


Figura 2.3.39

- Sensor estándar.

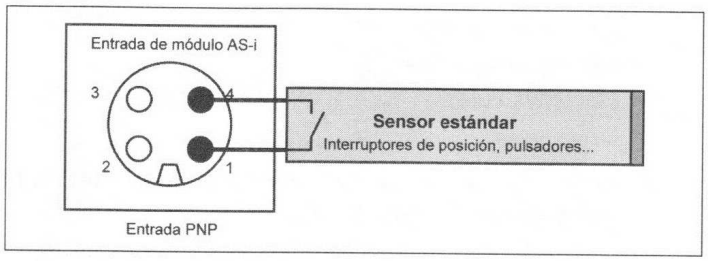


Figura 2.3.40

- Sensor antivalente (PNP que realiza la operación lógica O exclusiva).

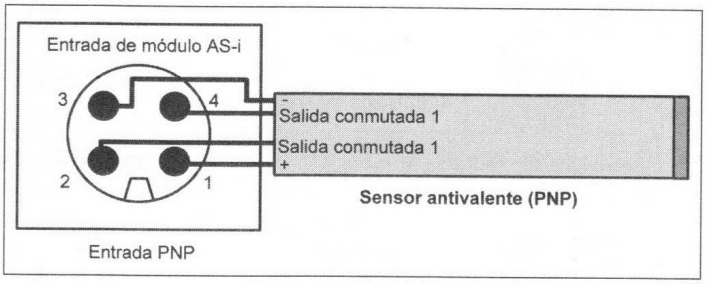


Figura 2.3.41

Este sensor tan sólo puede conectarse al módulo de entradas 2 x 2 entradas. No es posible la conexión a un módulo de 4E.

- Actuador estándar.

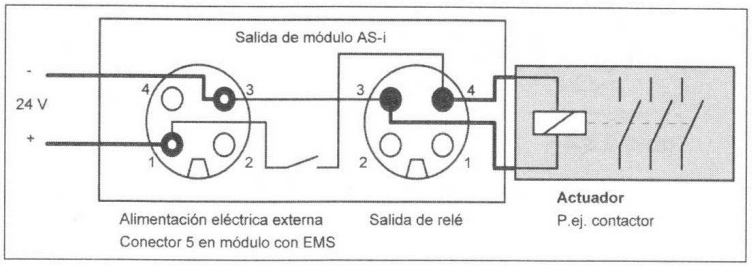
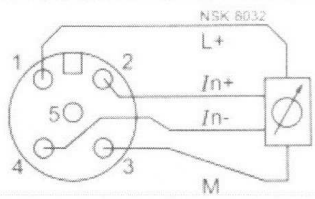
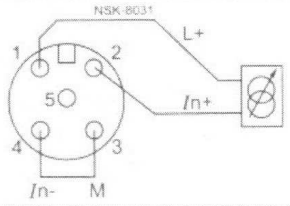
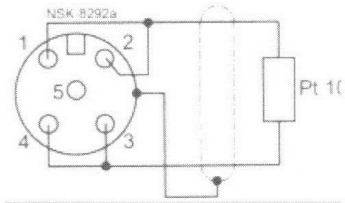
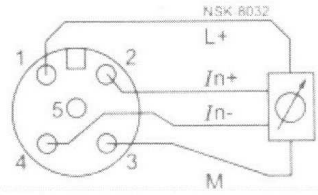
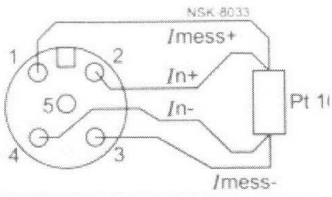
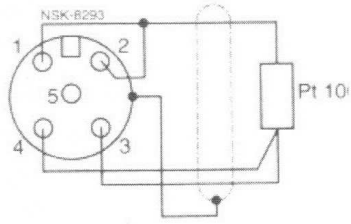
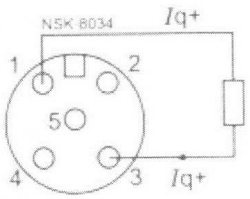


Figura 2.3.42

En módulos con EEMS (interface electromecánica ampliada) desaparece el conector 5 para la alimentación eléctrica externa. Ésta se alimenta a través del módulo de acoplamiento.

Para los módulos esclavos analógicos las diferentes conexiones posibles pueden ser:

Módulo de entradas analógico de corriente para sensor de 4 hilos.	
Módulo de entradas analógico de corriente para sensor de 2 hilos. Puente de In- a M(3) también ajustable internamente con parametrización	
Módulo de entradas analógico de termorresistencia para sensor de 2 hilos.	
Módulo de entrada analógico de tensión, sensor de 4 hilos. Pin 1 es la alimentación de sensores DC 24 V. Pin 3 es la conexión a masa de la alimentación (masa de la parte analógica) máx. 50 mA para ambos canales. Pin 5 es para la pantalla.	
Módulo de entradas analógico de termorresistencia para sensor de 4 hilos.	
Módulo de entrada analógico por termorresistencia, sensor de 3 hilos. Pin 1 es Imess+ Pin 2 es la alimentación de sensores. Pin 3 es Imess- Pin 4 es la conexión a masa de la alimentación.	
Módulo de salida analógico de corriente.	

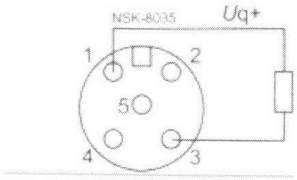
Módulo de salida analógico de tensión. Pin 5 es para la pantalla	

Tabla 2.3.5

2.3.6 Ejercicio resuelto

2.3.6.1 Objetivos

En este ejercicio resuelto se desea controlar:

Un piloto de señalización conectado en la salida 2 del esclavo #8, con un programa de paro y marcha en donde el pulsador de "Paro" se encuentra conectado a la entrada 1 del esclavo #3 y el pulsador de "Marcha" se encuentra conectado a la entrada 4 del esclavo #5.

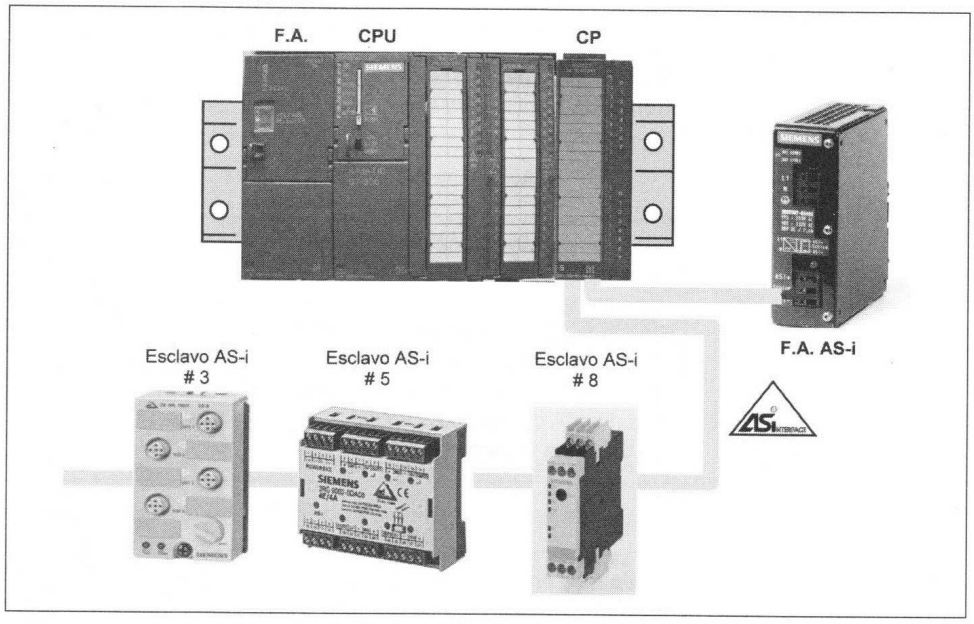


Figura 2.3.43

2.3.6.2 Equipos a utilizar

Los equipos a utilizar para llevar a cabo este ejercicio son los siguientes:

- Un CPU serie S7-300.
- Un CP 343-2 maestro AS-i.
- Una fuente de alimentación AS-i.
- Tres esclavos AS-i.
- Un cable PC Adapter MPI.
- Un cable perfilado de color amarillo.
- Un cable perfilado de color negro.
- Un sofware Step 7 V 5.4 o superior.
- Un ordenador.

2.3.6.3 Desarrollo del ejercicio

2.3.6.3.1 Direccionamiento de cada uno de los esclavos que intervienen

Mediante la consola de direccionamiento y siguiendo los pasos tal como se ha expuesto en el apartado 2.3.2. de este mismo capítulo, le damos a cada uno de los esclavos la dirección asignada. En este caso disponemos de los siguientes esclavos:

2.3.6.3.2 Conexionado de los sensores y/o actuadores que intervienen en la entrada o salida que le corresponda

- Esclavo con dirección 3.

A través de los conectores específicos para la interconexión del dispositivo, en este caso el pulsador de paro y el esclavo AS-i realizamos el conexionado entre los bornes 1 y 4 del propio conector y los bornes del pulsador:

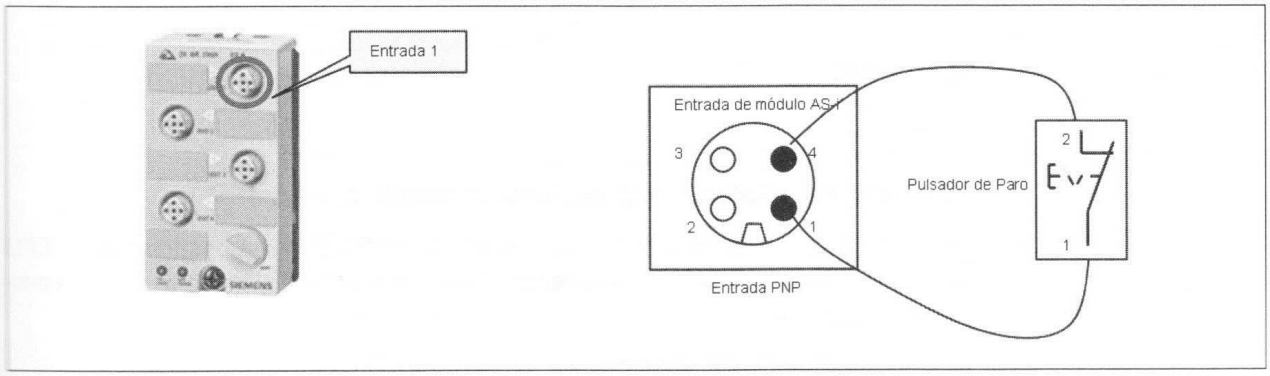


Figura 2.3.44

- Esclavo con dirección 5.

En este tipo de esclavo la conexión del dispositivo se realizará sin ningún tipo de conector, ya que dispone de unos bornes a tornillo para la conexión directa del dispositivo, en este caso el pulsador de marcha. Como se trata de la entrada 4, la conexión a realizar será la siguiente:

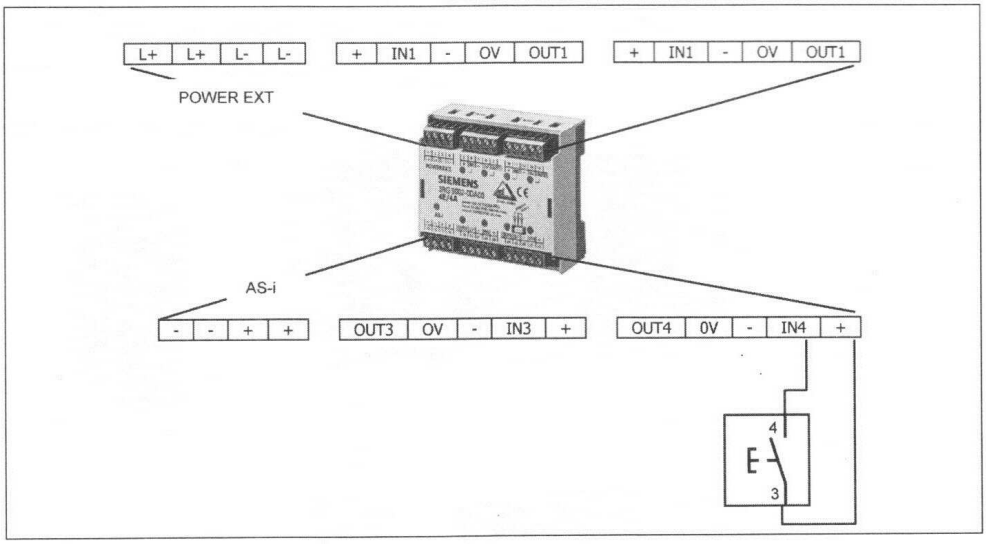


Figura 2.3.45

- Esclavo con dirección 8.

En este tipo de esclavo, como en el caso anterior, la conexión del dispositivo también se realizará a través de los bornes a tornillo, en este caso el piloto de señalización conectado en la salida 2 del esclavo. La conexión a realizar será la siguiente:

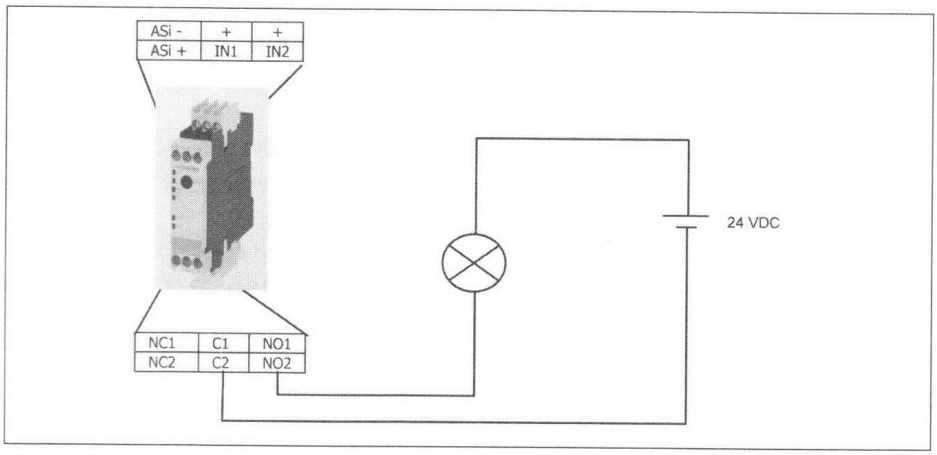


Figura 2.3.46

2.3.6.3.3 Montaje y conexionado de la red AS-i

En primer lugar, insertamos el maestro AS-i (CP 343-2) en el bastidor de la CPU S7-300. A continuación, se monta la red AS-i, cable amarillo, entre todos los componentes, que son:

- Fuente de alimentación AS-i.
- Esclavos.

También se deberá tener en cuenta si alguno de los esclavos necesita de una fuente auxiliar de 24 VDC para incorporarla en el conexionado.

La configuración de la red con todos sus componentes debería ser similar al mostrado en la siguiente figura:

El conexionado tanto del cable amarillo (datos+alimentación) como del negro (Alimentación auxiliar) con cada esclavo dependerá de la construcción del esclavo con el que se esté trabajando. Puede ser mediante la conexión:

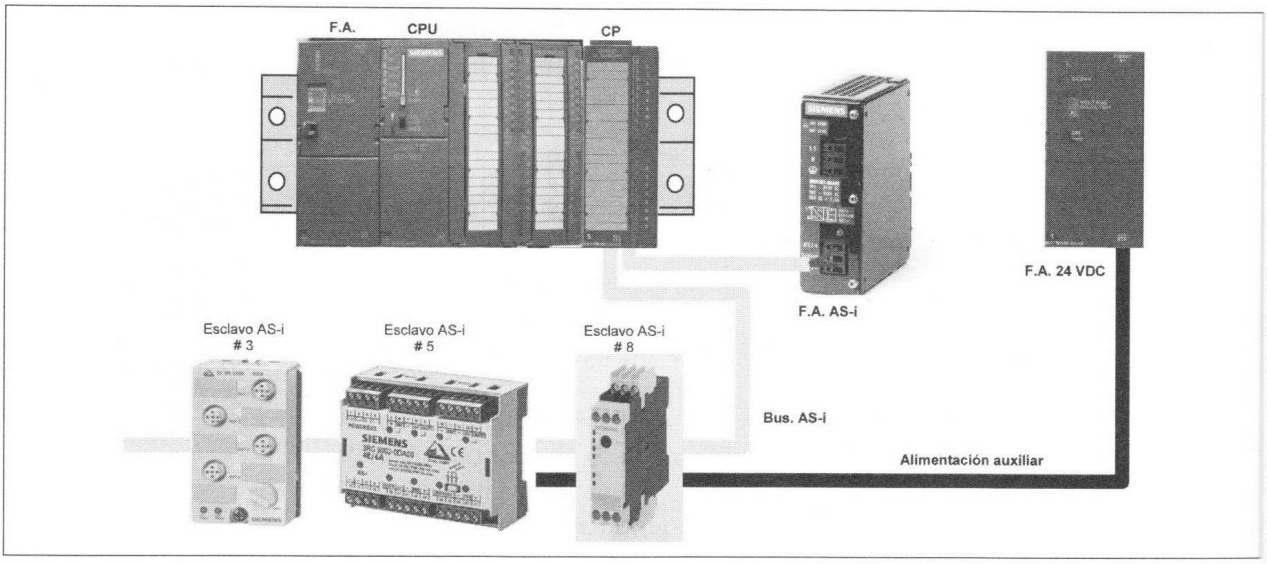


Figura 2.3.47

- Tipo vampiro.
- Bornes a tornillo.

2.3.6.3.4 Configuración de la red mediante el maestro AS-i

Una vez tenemos la red totalmente montada, damos tensión para que todos los equipos se pongan en estado operativo, observando cómo todos y cada uno de los dispositivos funcionan correctamente. Para el caso de los esclavos no deben indicar ningún tipo de error, pero sí que es posible que el maestro AS-i CP343-2 indique algún error. Esto es debido a que todavía no hemos realizado la operación de reconocimiento de esclavos y por tanto la lista de esclavos que la CP contiene no coincide todavía con los esclavos instalados en la red. Es por ello por lo que se nos indica este hecho a través del led CER (Configuration ERror).

Teniendo todos los equipos con alimentación eléctrica, seguimos los siguientes pasos para una correcta configuración:

1º. Poner la **CPU** del PLC en modo **STOP**.

2º. Accionar el **pulsador SET**. En ese momento la CP master de AS-i pasa a modo configuración (indicador luminoso CM encendido). También es posible que muestre encendido el indicador CER de configuración actual errónea.

3º. Comprobar si **todos los esclavos** conectados al bus AS-i están disponibles y son **indicados en el panel frontal del CP**.

4º. Accionar de nuevo el **pulsador SET**. En ese momento la configuración de la red AS-i queda almacenada de forma no volátil en una EEPROM interna. Al mismo tiempo, el CP 343-2 se conmuta al modo protegido y **se apaga el diodo "CM"**.

También se debe apagar el diodo "CER" (Configuration Error). Si no fuera así, es que se dispone de algún error en la red. Los más usuales son:

- Esclavo con dirección "0".
- Esclavo con error (sin alimentación AS-i o auxiliar).
- Fallo en la fuente de alimentación AS-i.

5º. Pasar la **CPU** del **PLC** de nuevo al modo **RUN/RUN-P**, observando que si todo es correcto no tendremos ningún fallo de sistema (indicador SF apagado) ni en la CPU ni en el CP.

2.3.6.3.5 Realización del programa de aplicación

Antes de iniciar la introducción del programa en STEP 7, debemos conocer qué bit identifica a cada uno de los dispositivos conectados en los esclavos AS-i. En nuestro caso son los siguientes:

Entradas	
Dirección	**Dispositivo**
DB10.DBX1.0	Pulsador de paro
DB10.DBX2.3	Pulsador de marcha

Salidas	
Dirección	**Dispositivo**
DB20.DBX4.5	Piloto de señalización

Tabla 2.3.6

Seguidamente creamos los bloques de datos para la lectura de las entradas (DB10) y para la escritura en las salidas (DB20) de los esclavos:

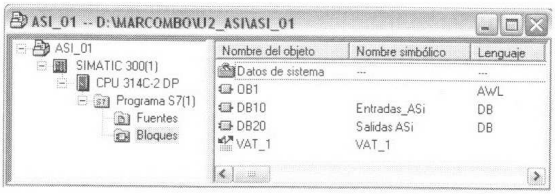


Figura 2.3.48

El contenido de cada uno de los bloques de datos puede verse en las figuras 2.3.35 y 2.3.36 de esta unidad. Ahora ya nos encontramos en disposición de poder realizar el programa en STEP 7 que responda al funcionamiento pedido:

El programa en lista de instrucciones (AWL) será:

```
Segm. 2 : Programa de ejemplo
Puesta en marcha y parada de un piloto conectado a un esclavo AS-i mediante dos
pulsadores conectados en otros esclavos AS-i.

      U     DB10.DBX    2.3          // Si accionamos el pulsador de Marcha...
      S     DB20.DBX    4.5          // se conecta el piloto de señalización.

      UN    DB10.DBX    1.0          // Si accionamos el pulsador de Paro...
      R     DB20.DBX    4.5          // se desconecta el piloto de señalización.
```

El programa en diagrama de contactos (KOP) será:

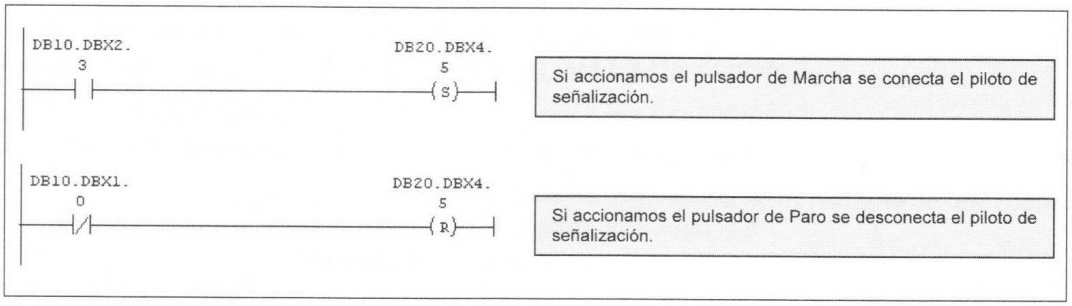


Figura 2.3.49

2.3.7 Ejercicio propuesto

2.3.7.1 Objetivos

Siguiendo los mismos pasos del ejercicio resuelto, realiza este ejercicio que trata de automatizar un proceso para llenar botes con tres pelotas. El funcionamiento es el siguiente:

El bote lo colocará manualmente el operario y éste accionará el pulsador de marcha para iniciar el proceso.

El proceso se inicia haciendo tres movimientos de avance y retroceso del cilindro dispensador, provocando la caída de pelotas hacia el bote. Un contador registrará las pelotas que ha puesto y si han caído tres, el proceso se detendrá de forma automática indicado por un piloto intermitente.

El operario retirará el bote completado (detector dejará de detectar), momento en el que el piloto intermitente dejará de lucir y volverá a iniciarse el proceso desde el principio.

A continuación se muestra un dibujo que representa el proceso y sus componentes:

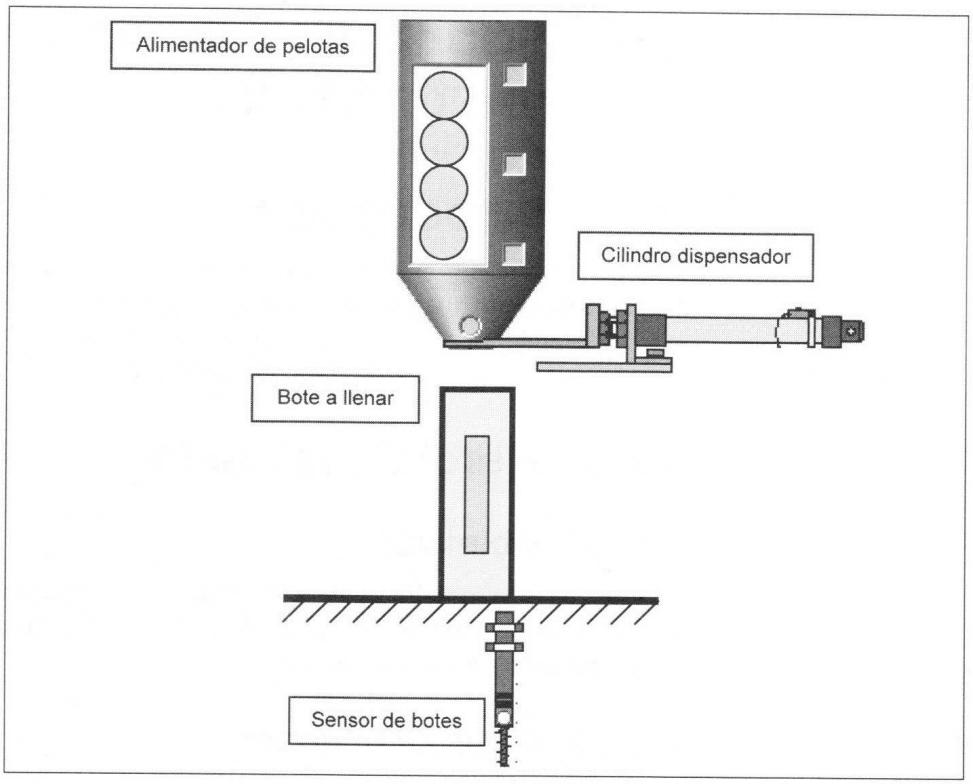


Figura 2.3.50

Independientemente del lugar que ocupe el maestro AS-i en el bastidor del PLC, la asignación de cada esclavo en los registros de la CPU serán fijados por nosotros. En este caso se propone la creación de DB:

- DB 10: Para el registro del estado de las entradas de los esclavos AS-i.
- DB 20: Para el registro del estado de las salidas de los esclavos AS-i.

Eso sí, dependerá de la dirección que se le haya asignado a cada esclavo, para determinar qué bit del DB 10 o DB 20 corresponde a cada dispositivo conectado. Por ello se presentan las siguientes tablas para que sean completadas previamente a la realización del ejercicio.

Entradas	
Dirección (DB10)	**Dispositivo**
	Pulsador de paro (S0)
	Pulsador de marcha (S1)
	Detector de botes (B1)
	Detector cilindro en retroceso a0 (B2)
	Detector cilindro en avance a1 (B3)

Salidas	
Dirección (DB20)	**Dispositivo**
	Electroválvula cilindro A+ (Y1)
	Electroválvula cilindro A- (Y2)
	Piloto de paro del circuito (H1)
	Piloto de marcha del circuito (H2)
	Piloto de fin de llenado (H3)

Tabla 2.3.7

2.4 Diagnóstico de una red AS-i con un S7-300

2.4.1 Introducción

Uno de los temas importantes en cualquier instalación es el tratamiento de los fallos. Es evidente que para poder tratar esos fallos se debe realizar un diagnóstico previo. Si, además, ese diagnóstico logramos que sea automatizado, resultarán más eficaces tanto la localización como la reparación.

2.4.2 Ejercicio resuelto

2.4.2.1 Objetivos

En este ejercicio resuelto se muestra cómo se puede obtener información sobre un posible fallo en la instalación, ya sea en la puesta en marcha como una vez el sistema se encuentre en funcionamiento.

2.4.2.2 Material a utilizar

En este caso no es necesario añadir ningún otro equipo a la instalación. Por tanto, este ejercicio se podrá aplicar a cualquier otro completado con anterioridad y con un funcionamiento correcto.

2.4.2.3 Desarrollo del ejercicio

Cuando tenemos una red AS-i totalmente configurada y en correcto funcionamiento, es posible que en el transcurso del tiempo se pueda producir alguna avería, bien en el bus o en alguno de sus componentes, como la CP, la fuente de alimentación o alguno de sus esclavos.

Cuando el bus se encuentra en funcionamiento, tanto la CP como la CPU del PLC se encontrarán en modo ejecución. Si entonces se produce algún error, es posible que suceda lo siguiente:

- Led de la CPU del PLC "SF" (*System Fail*) de la CPU encendido.
- La CPU pase del modo RUN al modo STOP.

Este hecho provoca que el sistema o proceso deje de funcionar y por tanto se detiene la producción, tal y como hoy en día se diseñan los sistemas automatizados. En el caso de producirse una avería en un sector, no debería provocar la parada total del sistema, y para ello la CPU del PLC no debería dejar su estado de ejecución (RUN). Pero sí que es del todo necesario que de una forma u otra se avise de la avería que se está originando en el bus o en algún componente. Es por esto por lo que la CP de AS-i conjuntamente con la CPU del PLC registran el error producido y una vez procesado se puede realizar el aviso, bien por una simple baliza de señalización o por un sistema más sofisticado como puede ser por una pantalla táctil o sistema SCADA.

Según lo expuesto anteriormente, lo primero que hay que hacer es que la CPU del PLC no se vaya al modo STOP. Esta situación se evita tan sólo enviando a la memoria de la CPU un módulo OB de alarma, en este caso se trata del OB82. Con tan sólo cargar este bloque de organización en la CPU provocamos lo siguiente tras un error en el bus:

- Led de la CPU del PLC "SF" (*System Fail*) encendido.

- CPU continúa en modo de ejecución (RUN) y, una vez ejecutado el OB82, continúa ejecutándose el programa por el punto donde se interrumpió. De momento no se ha programado nada dentro del OB82.

2.4.2.3.1 Bloque de organización OB82

En los datos locales del OB82 se ponen ya a disposición del usuario algunas informaciones de diagnóstico, tales como:

- El error se encuentra en la propia CP.
- La fuente de alimentación AS-i está fallando.

Para ello, el bloque de organización OB82 tiene declaradas unas variables locales para conocer el tipo de error producido; por ejemplo:

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
OB82_MDL_ADDR	WORD	6.0	Dirección base de la CP (según slot).
OB82_MDL_DEFECT	BOOL	8.0	Módulo defectuoso bit de error (0 = saliente; 1 = entrante).
OB82_INT_FAULT	BOOL	8.1	Error interno de CP (p.ej. defecto en la E2PROM).
OB82_EXT_FAULT	BOOL	8.2	Error externo de CP (p. ej. fallo de esclavo).
OB82_EXT_VOLTAGE	BOOL	8.4	Tensión insuficiente en AS-i.
OB82_MDL_STOP	BOOL	10.2	Estado normal online (=0) o offline (=1).

Tabla 2.4.1

El CP 343-2 distingue entre eventos de:

Alarmas entrantes, alarmas internas del CP.

Alarmas salientes, alarmas por defectos en esclavos o en fuente de alimentación AS-i).

Esto, traducido en el OB82, queda reflejado en las siguientes variables temporales:

Bit de error colectivo **OB82_MDL_DEFECT** = 0, estado de alarma saliente.

Bit de error colectivo **OB82_MDL_DEFECT** = 1, estado de alarma entrante.

Tras presentarse un evento de alarma interno al CP, permanece el bit de error colectivo **OB82_MDL_DEFECT** = TRUE. Sólo se anula tras un reinicio de la CPU S7-300.

Si el CP 343-2 detecta un evento de alarma, activa una DAL (*Diagnostic Alarm*). La CPU localiza la fuente de la alarma y lee el así llamado bloque de datos 0 del CP. A continuación interrumpe el programa de usuario cíclico (OB1) y se comporta del siguiente modo:

- Si el **OB 82 no está programado**, la CPU pasa, por omisión, a STOP.
- **Si está programado** el bloque de organización **OB82**, éste inicia el procesamiento del programa que hayamos incluido.

Si por ejemplo incluimos el siguiente programa, podemos señalizar un par de errores, como:

```
U #OB82_EXT_FAULT // Si se ha producido un error externo...
= A 125.0         // se activará la salida A125.0
U #OB82_EXT_VOLTAGE // Si la tensión de la fuente de alimentación AS-i no es correcta.
= A 125.1         // se activará la salida A125.1
```

Después, realizando un programa más completo se pueden obtener adicionalmente informaciones de diagnóstico más detalladas, como:

- ¿Qué esclavo ha fallado?
- ¿Qué módulo ha provocado la alarma?
- ¿Qué tipo de fallo se ha producido?

Para poder lograr ese grado de localización de fallos, se utiliza la lectura del bloque de datos de diagnóstico DS1. Ésta se puede realizar a través de las funciones del sistema **SFC 51** ("RDSYSST", lectura del status del sistema) o **SFC 59** ("RD_REC", lectura de datos).

La llamada a estas funciones (SFC51 o SFC59) se puede utilizar en el propio programa que podamos introducir en el OB82. Cuando se programe la llamada a la función de sistema 51 (SFC 51), llamada simbólicamente como "RDSYSST", aparecen los parámetros de dicho bloque, que son los siguientes:

RQ : La condición booleana a cumplir para que procese la ejecución (BOOL).

SZL_ID : Dirección lógica base del DS1, para el diagnóstico en AS-i es 179_D que corresponde con $B3_H$.
: (WORD)

INDEX : Dirección en hexadecimal del lugar o spot que ocupa la CP en el bastidor; por ejemplo, si ocupa el
: primer lugar justo al lado de la CPU será 256D que es 100H, el segundo lugar 272D o 110H y así
: sucesivamente (WORD).

RET_VAL : Valor de retorno de la función de sistema SFC, se pone a "1" cuando se supera el valor máximo
: posible. (INT)

BUSY : Operación de lectura, se pone a "1" mientras se esté ejecutando la llamada, cuando ésta haya
: finalizado este bit se pone a "0" (BOOL).

SZL_HEADER : Encabezado de la estructura de los datos locales, para el caso de la CP343-2 de AS-i no tiene
: ningún significado, pero se ha de poner una variable del tipo temporal declarada en el propio
: OB82 (STRUCT).

DR : Lugar de destino en donde se guardarán los 16 bytes de datos con la información del diagnóstico
: realizado, datos leídos del DS1 (ANY).

La variable temporal que se introducirá en el campo SZL_HEADER deberá declararse previamente. Para ello, nos situamos en la última fila, que se encuentra en blanco, de la lista de variables declaradas,

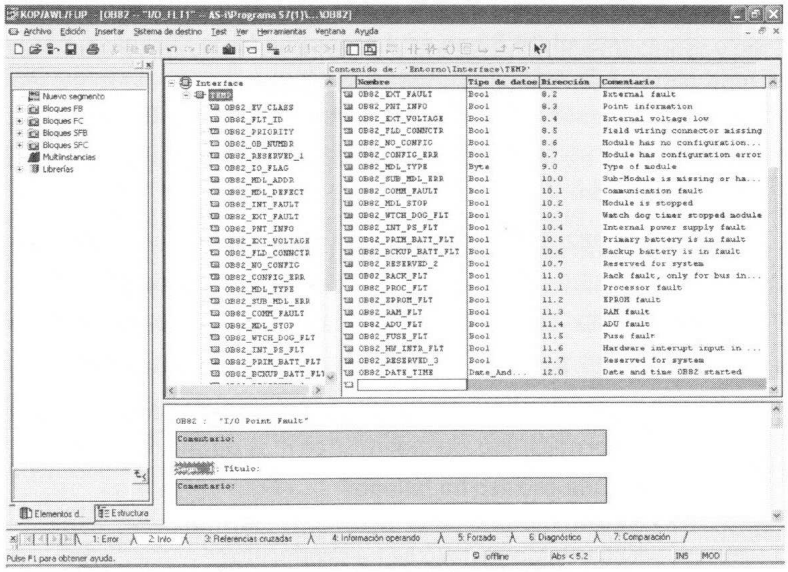


Figura 2.4.1

Introducimos el nombre de dato local, la variable "t_header" declarada como "STRUCT" en la columna tipo de datos:

OB82_RESERVED_3	Bool	11.7	Reserved for system
OB82_DATE_TIME	Date_And...	12.0	Date and time OB82 started
t_header	Struct	20.0	

Figura 2.4.2

A continuación hay que declarar dos palabras dentro de esa estructura. Para ello hacemos un doble clic sobre la variable declarada:

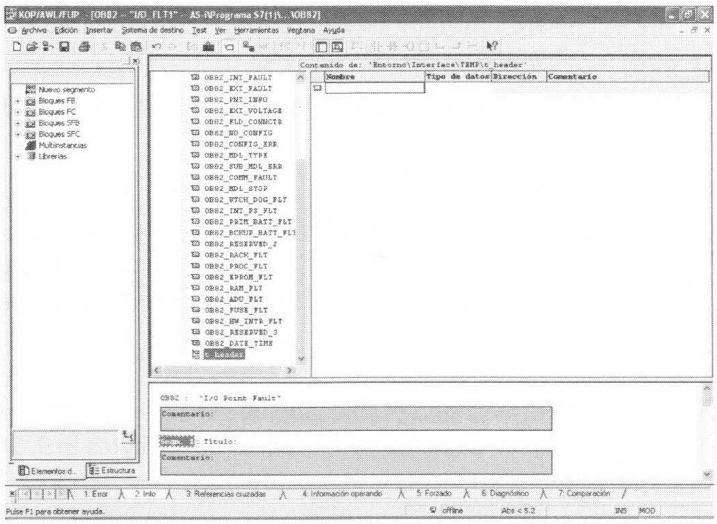


Figura 2.4.3

En donde introducimos las variables "len" y "nr" declaradas como "WORD" en tipo de datos:

Contenido de: 'Entorno\Interface\TEMP\t_header'

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
len	Word	0.0	
nr	Word	2.0	

Figura 2.4.4

Con esto finalizamos la declaración de esta variable temporal.

Ahora introducimos un programa en el OB82, que a nivel de ejemplo podría ser el siguiente:

```
OB82

CALL SFC 51 ("RDSYSST")
RQ          := TRUE
SZL_ID      := W#16#B3
INDEX       := W#16#120
RET_VAL     := MW118
BUSY        := M9.4
SZL_HEADER  := #t_header
DR          := P#M 100.0 Byte 16
```

SFC 51 "RDSYSST"

Módulo protegido de la librería para el control y diagnosis del bus AS-i

Tabla 2.4.2

Ver apartado 13.3 ***Leer una lista parcial SZL o un extracto de lista parcial SZL con la SFC 51 "RDSYSST"****, pagina 13-4 del documento "STEP 7 - Funciones estándar y funciones de sistema para S7-300 y S7-400" (s7sfc_d.pdf) que se encuentra en la documentación al instalar STEP7.*

El CP 343-2 actualiza continuamente una lista, llamada delta, en la que se muestran todos los esclavos divergentes de la configuración, es decir, esclavos faltantes, incorrectos o no configurados, pero sin embargo existentes (a cada esclavo le corresponde un bit en la lista delta: 0 = sin error; 1 = error). Esta lista delta es parte integrante del bloque de datos de diagnóstico DS1, que usted puede leer a través de una llamada de las funciones de sistema operativo SFC 51 "RDSYSST" o SFC 59 "RD_REC".

Para conseguir una lectura del DS1 optimizada en cuanto al tiempo, es recomendable utilizar SFC 51.

En el CP 343-2, el DS1 tiene siempre una longitud de 16 bytes y presenta la siguiente estructura:

Byte	Valor	Significado
0 - 3		Estos cuatro bytes contienen el así llamado DS0 y se corresponden con los bytes de datos locales 8 a 11 de OB82

Tabla 2.4.3

Desplegando el apartado de variables temporales declaradas en el bloque OB82, se puede observar el contenido de los bytes 8, 9, 10 y 11.

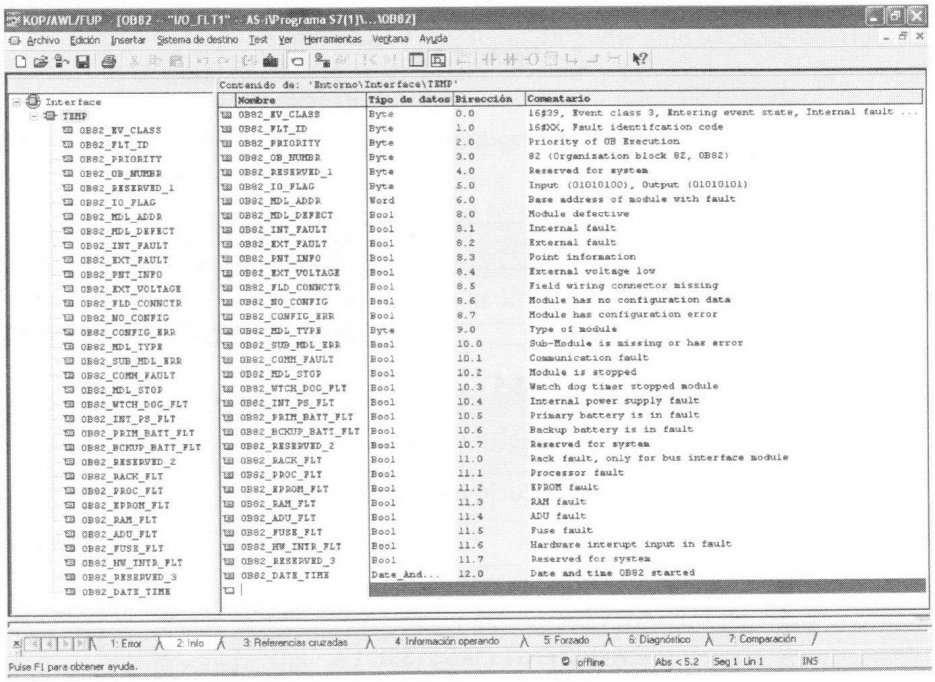


Figura 2.4.5

Byte	Bit	Nombre de la variable	Tipo de datos	Significado
8	2^0	OB82_MDL_DEFECT	BOOL	Bit de error colectivo (0: alarma saliente,1: alarma entrante)
8	2^1	OB82_INT_FAULT	BOOL	Error interno de CP (p. ej. EEPROM con defecto)
8	2^2	OB82_EXT_FAULT	BOOL	Error externo de CP (p. ej. fallo de esclavo o APF)
8	2^3	OB82_PNT_INFO	BOOL	Al menos un esclavo difiere de la especificación teórica
8	2^4	OB82_EXT_VOLTAGE	BOOL	Tensión insuficiente en AS–Interface (APF)
8	2^5	OB82_FLD_CONNCTR	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
8	2^6	OB82_NO_CONFIG	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
8	2^7	OB82_CONFIG_ERR	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
9	2^0 a 2^7	OB82_MDL_TYPE	BYTE	Clase de módulo (para CP 343-2: 1Chex)
10	2^0	OB82_SUB_NDL_ERR	BOOL	Al menos un esclavo difiere de la especificación teórica
10	2^1	OB82_COMM_FAULT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
10	2^2	OB82_MDL_STOP	BOOL	0: CP 343-2 en estado normal,1: CP 343-2 en estado Off line,
10	2^3	OB82_WTCH_DOG_FLT	BOOL	Error de hardware del CP (Watchdog interno)
10	2^4	OB82_INT_PS_FLT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
10	2^5	OB82_PRIM_BATT_FLT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
10	2^6	OB82_BCKUP_BATT_FLT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
10	2^7	OB82_RESERVED_2	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
11	2^1	OB82_RACK_FLT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
11	2^2	OB82_PROC_FLT	BOOL	en CP 343-2, siempre 0
11	2^3	OB82_EPROM_FLT	BOOL	EEPROM del CP343-2 con defecto
11	2^4	OB82_RAM_FLT	BOOL	en CP 343–2, siempre 0
11	2^5	OB82_ADU_FLT	BOOL	en CP 343–2, siempre 0
11	2^6	OB82_FUSE_FLT	BOOL	en CP 343–2, siempre 0
11	2^7	OB82_RESERVED_3	BOOL	en CP 343–2, siempre 0

Tabla 2.4.4

Los bytes 4, 5 y 6 tienen un valor fijo como respuesta, y son los siguientes:

Byte	Valor	Significado
4	60_H	Valor fijo
5	00_H	Valor fijo
6	40_H	Valor fijo

Tabla 2.4.5

Los bytes 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 nos indican el esclavo que está dando error, en donde cada uno de los bits de cada byte indicará el estado de cada uno de los 31 esclavos estándar o tipo A y tipo B, indicando con un "0" que no existe error en ese esclavo y con un "1" si existe error en ese esclavo. Por ejemplo, si falla el esclavo con la dirección 20, aparecería un "1" en el bit 9.4:

Byte	Bit *)	Valor / Significado *)
7	0...7	1: error en esclavo AS-i 0...7
8	0...7	1: error en esclavo AS-i 8...15
9	0...7	1: error en esclavo AS-i 16...23
10	0...7	1: error en esclavo AS-i 24...31
11	0...7	1: error en esclavo AS-i 0B...7B
12	0...7	1: error en esclavo AS-i 8B...15B
13	0...7	1: error en esclavo AS-i 16B...23B
14	0...7	1: error en esclavo AS-i 24B...31B
15		reservado

Tabla 2.4.6

*) Bit 0 pertenece al esclavo 0, bit 1 pertenece al esclavo 1, etc.

2.4.2.3.2 Programa de ejemplo en el OB82

El siguiente ejemplo muestra cómo puede reaccionar el OB82 con una lectura del bloque de datos (DS1) a una alarma de diagnóstico del CP 343-2. El SFC 51 permite leer una lista de estado SZL.

Segm 1: Detección de la CP en avería.

```
L       256                  // Dirección de ocupación del CP 343-2 en el bastidor que
                             queramos
                             // diagnosticar, en este caso 256D que corresponde con el spot 4,
                             por estar en el
                             // justamente al lado de la CPU.
L       #OB82_MDL_ADDR       //Registro temporal del OB82 en donde quedará guardada la
                             dirección de la
                             // CP343-2, en donde se ha producido un error o alarma.
<> I                         // Compara ambos valores de las direcciones, si son diferentes...
BEB                          // Finaliza la ejecución del bloque OB82.

                             // Si al realizar la comparación de las direcciones resultan ser
                             iguales, entonces

CALL SFC 51 ("RDSYSST")      // Realiza la llamada a la función SFC 51.
RQ      := TRUE              // Le indica que procese la ejecución siempre.
SZL_ID := W#16#B3            // Es la dirección lógica base del DS1, para este tipo de
                             diagnóstico, siempre es
                             // W#16#B3.
INDEX :=W#16#120             // Dirección en hexadecimal del CP (slot 4, 256D)
RET_VAL:=MW118               // Nos indica en este registro el valor de retorno del SFC, se pone
                             a "1" cuando
                             // se supera el valor máximo posible.
BUSY    :=M9.4               // Nos indica el estado en el que se encuentra la ejecución de la
                             llamada, se
                             // pone a "1" cuando se está ejecutando la llamada, cuando
                             ésta haya
                             // finalizado este mismo bit se pone a "0".
SZL_HEADER:= #t_header       // Sin significado para la CP 343-2.
DR      := P#M 50.0 Byte 16  // Lugar donde queremos que se guarden los datos del
                             diagnóstico realizado, son 16
                             // bytes.
```

Tabla 2.4.7

A continuación podemos introducir un programa para la detección de los esclavos que se encuentran en avería:

Segm 2: Señalización de esclavos en avería.

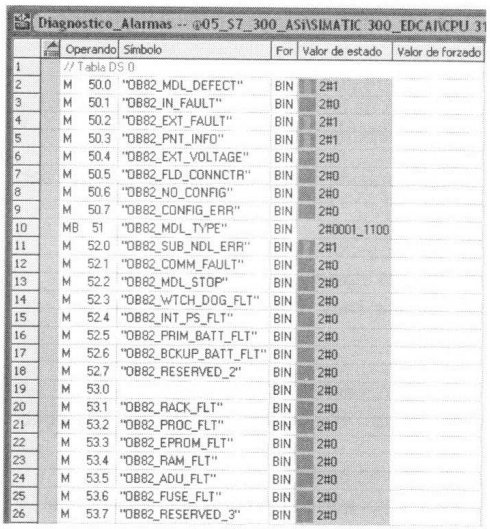
```
U     M     57.1     // Existe un fallo en el esclavo 1
=     A     125.1    // Activa una salida para su señalización.

U     M     57.2     // Existe un fallo en el esclavo 2
=     A     125.2    // Activa una salida para su señalización.

U     M     61.1     // Existe un fallo en el esclavo 1B
=     A     125.3        // Activa una salida para su señalización.

U     M     61.3     // Existe un fallo en el esclavo 3B
=     A     125.4    // Activa una salida para su señalización.
```

Tabla 2.4.8

2.4.2.3.3 Visualización de los fallos

El ejemplo de diagnóstico y alarmas se puede completar construyendo una tabla de variables en la que puedan observarse el estado de la lista de los DS0, así como el estado de cada uno de los esclavos estándar o A y esclavos B.

A continuación se muestra la parte de la tabla de variables donde se muestra la lista de variables locales DS0 del OB82, que se encuentra online con el PLC y que, tras provocar un fallo en el esclavo 4, nos indica lo siguiente:



Diagnostico_Alarmas -- @05_S7_300_ASi\SIMATIC 300_EDCAI\CPU 31

	Operando	Símbolo	For	Valor de estado	Valor de forzado
1	// Tabla DS 0				
2	M 50.0	"OB82_MDL_DEFECT"	BIN	2#1	
3	M 50.1	"OB82_IN_FAULT"	BIN	2#0	
4	M 50.2	"OB82_EXT_FAULT"	BIN	2#1	
5	M 50.3	"OB82_PNT_INFO"	BIN	2#1	
6	M 50.4	"OB82_EXT_VOLTAGE"	BIN	2#0	
7	M 50.5	"OB82_FLD_CONNCTR"	BIN	2#0	
8	M 50.6	"OB82_NO_CONFIG"	BIN	2#0	
9	M 50.7	"OB82_CONFIG_ERR"	BIN	2#0	
10	MB 51	"OB82_MDL_TYPE"	BIN	2#0001_1100	
11	M 52.0	"OB82_SUB_NDL_ERR"	BIN	2#1	
12	M 52.1	"OB82_COMM_FAULT"	BIN	2#0	
13	M 52.2	"OB82_MDL_STOP"	BIN	2#0	
14	M 52.3	"OB82_WTCH_DOG_FLT"	BIN	2#0	
15	M 52.4	"OB82_INT_PS_FLT"	BIN	2#0	
16	M 52.5	"OB82_PRIM_BATT_FLT"	BIN	2#0	
17	M 52.6	"OB82_BCKUP_BATT_FLT"	BIN	2#0	
18	M 52.7	"OB82_RESERVED_2"	BIN	2#0	
19	M 53.0		BIN	2#0	
20	M 53.1	"OB82_RACK_FLT"	BIN	2#0	
21	M 53.2	"OB82_PROC_FLT"	BIN	2#0	
22	M 53.3	"OB82_EPROM_FLT"	BIN	2#0	
23	M 53.4	"OB82_RAM_FLT"	BIN	2#0	
24	M 53.5	"OB82_ADU_FLT"	BIN	2#0	
25	M 53.6	"OB82_FUSE_FLT"	BIN	2#0	
26	M 53.7	"OB82_RESERVED_3"	BIN	2#0	

En este caso se observa cómo:

M50.0 – "OB82_MDL_DEFECT" : Existe un error del tipo alarma entrante.

M50.2 – "OB82_EXT_FAULT" : El error es del tipo externo al CP que indica que hay fallo en un esclavo o en la fuente de alimentación AS-i.

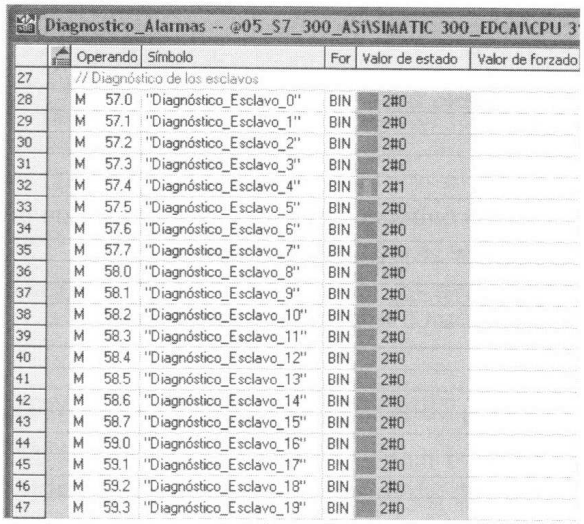
M50.3 – "OB82_PNT_INFO" : Al menos un esclavo difiere de la especificación teórica.

MB51 - "OB82_MDL_TYPE" : Para el CP342-2 es 1C hexa = 0001 1100 bin.

M52.0 – "OB82_SUB_NDL_ERR": Al menos un esclavo difiere de la especificación teórica.

Figura 2.4.6

A continuación se presenta la parte de la tabla de variables donde se muestra el estado de cada uno de los esclavos estándar o A y B, que se encuentra online con el PLC y que, como se puede observar, está activado el esclavo que da error, en este caso el 4:



Diagnostico_Alarmas -- @05_S7_300_ASi\SIMATIC 300_EDCAI\CPU 3

	Operando	Símbolo	For	Valor de estado	Valor de forzado
27	// Diagnóstico de los esclavos				
28	M 57.0	"Diagnóstico_Esclavo_0"	BIN	2#0	
29	M 57.1	"Diagnóstico_Esclavo_1"	BIN	2#0	
30	M 57.2	"Diagnóstico_Esclavo_2"	BIN	2#0	
31	M 57.3	"Diagnóstico_Esclavo_3"	BIN	2#0	
32	M 57.4	"Diagnóstico_Esclavo_4"	BIN	2#1	
33	M 57.5	"Diagnóstico_Esclavo_5"	BIN	2#0	
34	M 57.6	"Diagnóstico_Esclavo_6"	BIN	2#0	
35	M 57.7	"Diagnóstico_Esclavo_7"	BIN	2#0	
36	M 58.0	"Diagnóstico_Esclavo_8"	BIN	2#0	
37	M 58.1	"Diagnóstico_Esclavo_9"	BIN	2#0	
38	M 58.2	"Diagnóstico_Esclavo_10"	BIN	2#0	
39	M 58.3	"Diagnóstico_Esclavo_11"	BIN	2#0	
40	M 58.4	"Diagnóstico_Esclavo_12"	BIN	2#0	
41	M 58.5	"Diagnóstico_Esclavo_13"	BIN	2#0	
42	M 58.6	"Diagnóstico_Esclavo_14"	BIN	2#0	
43	M 58.7	"Diagnóstico_Esclavo_15"	BIN	2#0	
44	M 59.0	"Diagnóstico_Esclavo_16"	BIN	2#0	
45	M 59.1	"Diagnóstico_Esclavo_17"	BIN	2#0	
46	M 59.2	"Diagnóstico_Esclavo_18"	BIN	2#0	
47	M 59.3	"Diagnóstico_Esclavo_19"	BIN	2#0	

Figura 2.4.7

Otra forma más amigable e industrial de poder visualizar los datos de los fallos detectados por la CP-343-2 de AS-i es mediante la configuración de un sistema HMI, como puede ser una pantalla táctil o un sistema SCADA basado en ordenador.

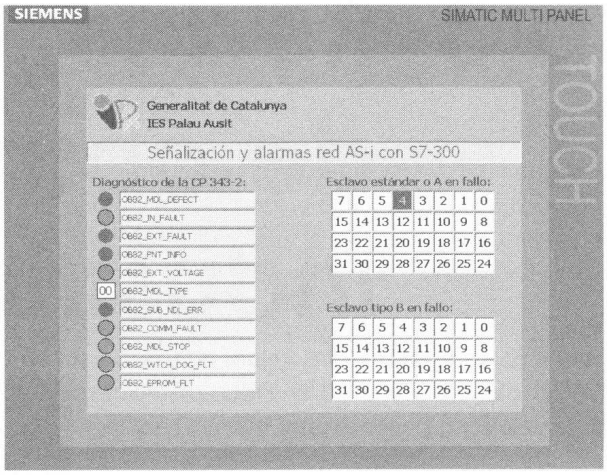


Figura 2.4.8

En donde se observa la misma información dada en la tabla de variables.

2.4.3 Ejercicio propuesto

Para poder realizar un ejercicio y aplicar este apartado de diagnóstico en una red AS-i, lo que podemos hacer es abrir un proyecto que en los capítulos anteriores hayamos realizado y aplicar los cambios necesario. Pero antes de todo esto comprobaremos que la CPU del PLC se pondrá en estado STOP cuando se produzca un error, con lo que el sistema quedará detenido. Podemos provocar los siguientes fallos. Se recomienda ir provocándolos de uno en uno y posteriormente, cuando se tenga dominio del tema, poderlos realizar de forma simultánea:

- Apagar la fuente de alimentación AS-i.
- Desconectar un esclavo de la red.

Una vez provocada la avería, observar el estado tanto de la CP como de la CPU. Seguidamente, restablecer la avería encendiendo la fuente de alimentación y/o conectando el esclavo. Volver a observar en qué estado queda la CPU y la CP.

Ahora prepararemos el programa para que el proceso no se detenga tras provocar alguna de las averías. Para ello, realizar los siguientes pasos:

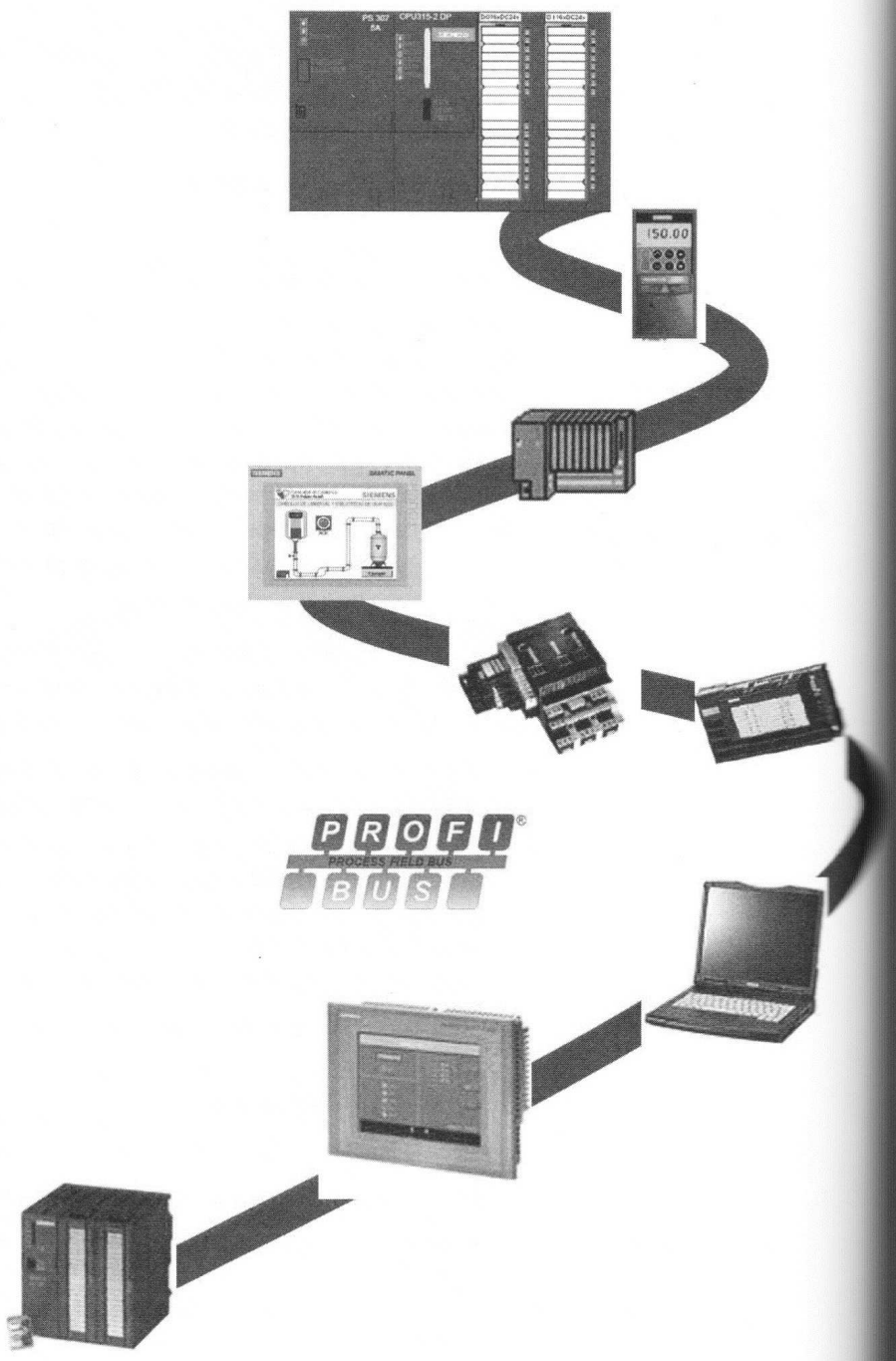
1. Crear un bloque de organización OB82 en el proyecto.
2. Programar el OB82 según lo indicado en el apartado x.x.
3. Construir una tabla de variables en la que se puedan visualizar los diferentes errores que provoquemos en la red.
4. Provocación de diferentes errores y visualización de los mismos.

A continuación se enumeran algunos de los errores que se pueden provocar:

Tipo de fallo	Cómo provocar el fallo
Fallo de la fuente de alimentación AS-i.	Desconectarla de la red de alimentación.
Fallo en uno o en varios esclavos simultáneos.	Desconectar del bus AS-i los esclavos.
Fallo en la alimentación auxiliar de 24 VDC.	Desconectarla de la red de alimentación
Fallo en el CP 343-2.	Desconectarla del bastidor de la CPU.

Tabla 2.4.9

Unidad 3 Redes de comunicación industrial Profibus



En este capítulo:

3.1 Introducción y característi cas de Profibus

3.2 Red Profibus-DP. CPU S7-300 como maestro y ET como esclavos

3.3 Red Profibus-DP. Dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo

3.4 Red Profibus-DP. PLC con CP 342-5 como maestro y ET como esclavo

3.5 Red Profibus-DP. CPU S7-300 con puerto DP en CP 342-5

3.6 Integración de un sistema HMI en una red Profibus-DP

3.7 Red DP con S7-300 como maestro y S7-200 como esclavo

3.8 Red Profibus-DP. Convertidor de frecuencia MM420/440 como esclavo DP

3.9 Profibus-DP. DP en conexión con red AS-i mediante DP/ASi Link

3.1 Introducción y características de Profibus

Con la idea de generar un bus de campo abierto y transparente que fuera válido para que diferentes fabricantes pudiesen unir en una misma red distintos dispositivos de automatización, nació Profibus. Su creación fue producida por diferentes empresas y algunas universidades y finalmente derivó en la norma estándar EN 50170 e IEC 61158.

Profibus es uno de los buses con mayor implantación tanto a nivel europeo como mundial y ha sido desarrollado sobre la base del modelo ISO/OSI (*International Standard Organization / Open System Interconnect*) para servicio de comunicación de datos.

Existen tres perfiles distintos de Profibus, como son:

- Profibus FMS (*Fieldbus Message Specification*): Está implementado en el nivel 7 del modelo OSI, su aplicación es la transferencia de gran volumen de datos entre diferentes dispositivos inteligentes conectados en una misma red. Hoy en día, con el uso creciente de Ethernet y TCP/IP va relegando este perfil a un segundo plano. El sistema está basado en una estructura Cliente-Servidor.
- Profibus DP (*Distributed Peripheral*): Su aplicación está basada en el intercambio a gran velocidad de un volumen medio de información entre un controlador, que hace las funciones de maestro, y diferentes controladores o diferentes periféricos, como son autómatas programables, módulos de E/S, convertidores de frecuencia, paneles de visualización, etc., que actúan como dispositivos esclavos, distribuidos por el proceso y conectados a una misma red de comunicación. Profibus DP trabaja dentro de los niveles 1 y 2 del modelo OSI y bajo las especificaciones de la norma física RS-485.
- Profibus PA (*Process Automation*): Es un caso ampliado de Profibus DP, diseñado para trabajar en los ámbitos de control de procesos, es decir, en zonas denominadas "Ex" de seguridad intrínseca. Este perfil sigue lo enunciado en la norma IEC 1158-2.

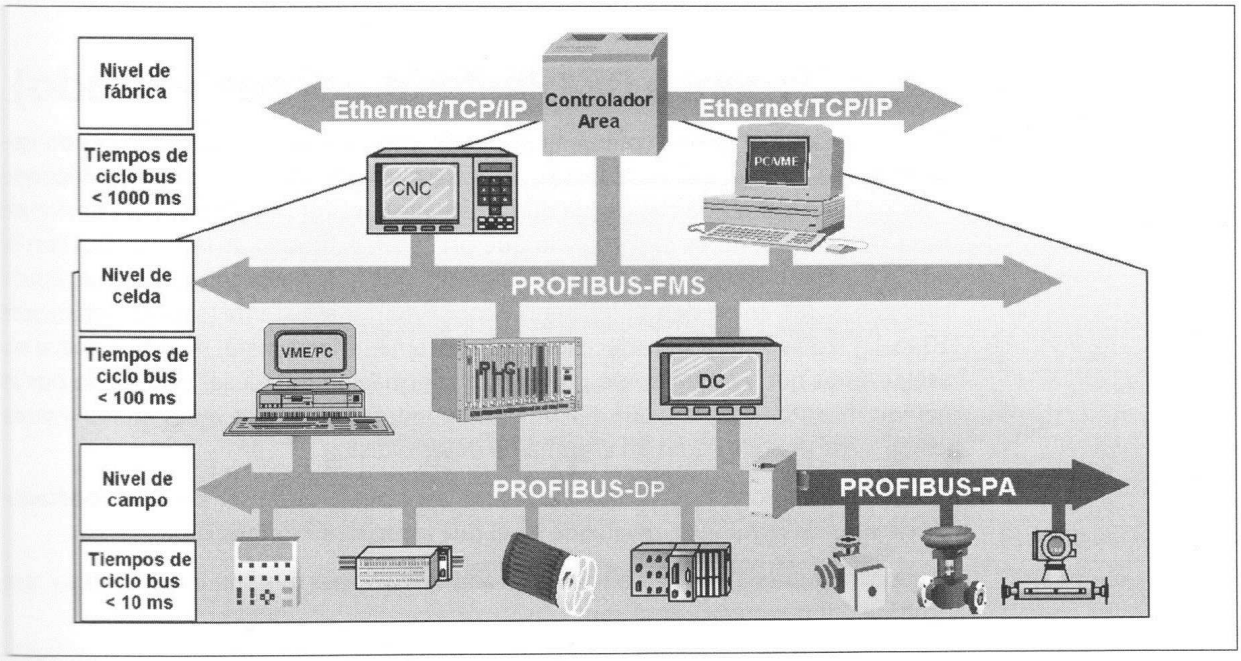


Figura 3.1.1
Estructura y tipos de los perfiles Profibus.

Además de estos perfiles, Siemens ofrece otros dos tipos que son válidos únicamente para sus productos; por tanto, hemos de decir que son estándar y que no siguen lo anunciado en ninguna norma internacional, por lo que no es posible la interconexión con equipos de otros fabricantes. Estos otros tipos son:

- Enlaces S7: Aplicados a la configuración fácil y rápida de redes con equipos únicamente Siemens S7.
- Profibus FDL: Aplicados a la configuración de redes con equipos de la gama S7 y S5, también son conocidos como enlaces AG-AG.

A modo de resumen se puede indicar que:

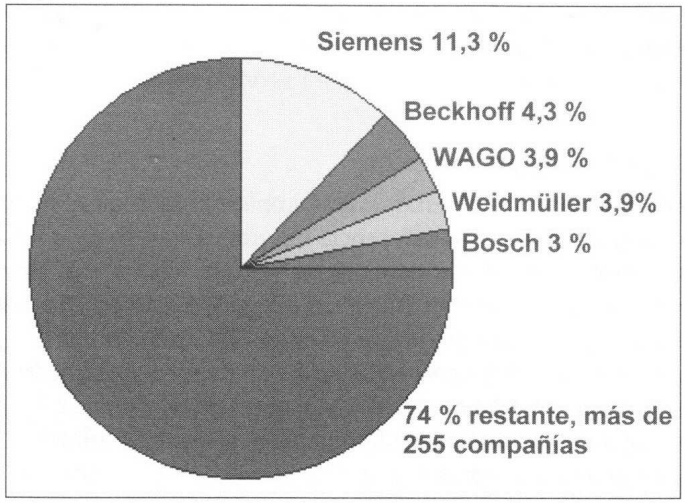


Figura 3.1.2
Empresas participantes en equipos Profibus.

- Profibus es el líder mundial en redes multifuncionales de célula y campo.
- Existen más de 3,5 millones de dispositivos Profibus instalados en más de 350.000 aplicaciones (datos de finales de 1999).
- Profibus Internacional es una organización que reúne todas las asociaciones de usuarios de Profibus (PNO) zonales, para la promoción de Profibus.
- Estándar internacional EN 50170 e IEC 61158.
- Número 1 en Europa, líder mundial.
- Organizaciones de Usuarios Profibus en los cinco continentes:
  - o Más de 900 miembros en 23 países de todo el mundo.
- Hoy en día hay más de 1.900 productos disponibles de más de 260 fabricantes diferentes.
- 1.900 productos y servicios de 260 compañías:
  - o El 27% de fabricantes son de fuera de Alemania.
  - o El 25% de sólo 5 fabricantes: Siemens, Beckhoff, Wago, Wedmüller y Bosch.
  - o Más del 50% de pequeñas y medianas empresas

3.1.1 Profibus DP (Periferia Descentralizada)

A pesar de que el perfil Profibus FMS puede verse como un sistema más potente pues puede trabajar con un volumen de datos elevado, no es el perfil más adecuado para trabajar a nivel de campo, ya que a este nivel, el volumen da datos a enviar en cada transmisión no es elevado y lo que prima en este caso es la velocidad con la que la información va a llegar a su destinatario, y no sólo basta con que llegue rápido sino que llegue en un tiempo máximo y conocido por el sistema (aproximadamente 10 ms). Esto es lo que se conoce como un sistema determinista, mientras que si no aseguramos que en un tiempo máximo la información pueda ser procesada por el equipo receptor, es decir, que sea un tiempo indeterminado (a veces rápido y otras lento), se le conoce como un sistema no determinista.

A nivel de campo el tipo de comunicaciones instalado debe ser siempre mediante un sistema determinista, perfil que es el que incorpora Profibus DP.

Otros criterios de elección de un bus de comunicaciones que son importantes y que Profibus DP tiene en cuenta son:

- Capacidad de ser diagnosticado ante algún error producido en la red o en algún dispositivo.

- Inmunidad a las posibles interferencias que se puedan producir en su entorno.
- Facilidad tanto en su configuración como en el manejo y construcción.

El método utilizado para el control de acceso a la red es el conocido como maestro-esclavo, en donde existe un potente controlador que hace las funciones de maestro de la red y hasta 126 dispositivos conectados a esa misma red que actúan como esclavos.

Los dispositivos maestros son equipos inteligentes o estaciones activas que son los que controlan la red y van interrogando uno a uno a cada uno de sus esclavos, mientras que los esclavos son estaciones pasivas, como módulos de entrada/salida, aunque también puede conectarse a la red como esclavo un autómata programable, que esperan a ser interrogados por el maestro, ya que éstos no tienen la potestad de iniciar la comunicación.

Cabe distinguir dos categorías distintas de maestros y una de esclavo, como son:

- DPM1: Maestro DP de clase 1. Tiene asignadas las funciones de control sobre sus esclavos conectados en su red. Normalmente son autómatas programables u ordenadores.
- DPM2: Maestro DP de clase 2. Son estaciones cuyas funciones son las de configuración y diagnóstico. Normalmente son terminales de operador o unidades específicas de programación y configuración.
- Esclavo DP: Es una unidad de periferia que realiza la lectura de las entradas, normalmente dispositivos de mando y de detección, y envía información a las salidas que a él se encuentran conectadas, normalmente dispositivos de accionamiento.

3.1.1.1 Transmisión de datos

El bus DP puede estar compuesto de uno o de varios maestros, así como de uno a varios esclavos. Para el control del acceso al medio se utilizan dos sistemas, como son:

- Token.
- Maestro-esclavo.

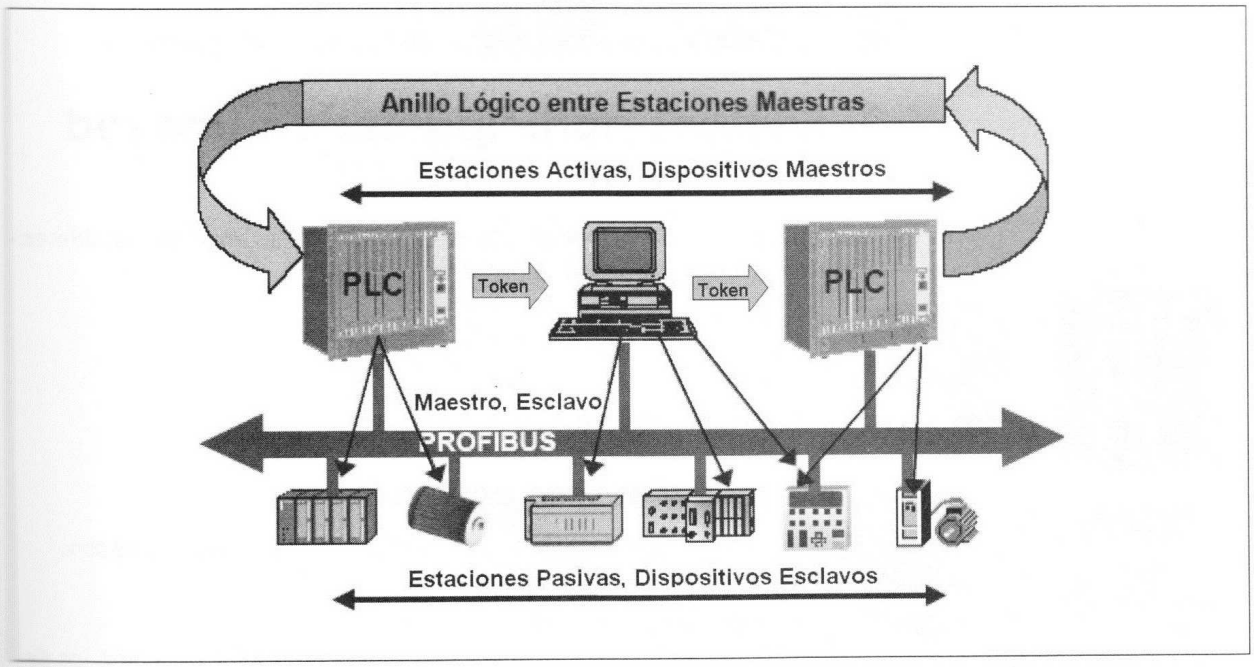


Figura 3.1.3
Equipos participantes en una red Profibus.

Otras características principales son recogidas en la siguiente tabla:

Estándar		Profibus según EN 50 170
Método de acceso		Paso por testigo con maestro-esclavo
Velocidad de transmisión		9,6 kbit/s - 12 Mbit/s
Tiempo de ciclo		Entre 5 y 10 ms
Volumen de datos		Hasta 246 bytes
Medio de transmisión	eléctrico: óptico: sin hilos:	Cable de dos hilos apantallado Cables de FO (cristal y plástico) Infrarrojos
Máx. nº de nodos		32 estaciones por segmento y hasta un total de 127
Tamaño de la red	eléctrica: óptica:	Máx. 9,6 km (depende de velocidad) 150 km (depende de velocidad)
Topologías		Bus, árbol, estrella, anillo, anillo redundante
Aplicaciones		Comunicación de proceso, campo o datos

Tabla 3.1.1

Con el ánimo de ir mejorando las prestaciones de este tipo de red, se han ido creando diferentes versiones en las que la DP-V0 es la primera sobre la cual se han ido basando el resto de versiones, como son la DP-V1 y la DP-V2 actual.

- DP-V0: El maestro podrá realizar funciones de:
  - o Configuración.
  - o Parametrización.
  - o Lectura cíclica de salidas.
  - o Lectura de datos de diagnóstico.
- DP-V1: El maestro podrá realizar funciones contempladas para la DP-V0 y, además, realizar funciones de:
  - o Lectura acíclica.
  - o Escritura acíclica.
  - o Reconocimiento o acuse de alarmas.
- DP-V2: Aparecida en noviembre de 2002, en la que el maestro podrá realizar funciones contempladas para la DP-V0 y DP-V1, además de realizar funciones de:
  - o Sincronización del reloj entre todas las estaciones.
  - o Regulación de las comunicaciones directas de datos entre esclavos.

3.1.2 Equipos participantes en una red Profibus DP

Los equipos que pueden participar en una red Profibus-DP se engloban en diferentes grupos como son:

- Maestros.
- Esclavos inteligentes.
- Esclavos pasivos.
- Cables y conectores.

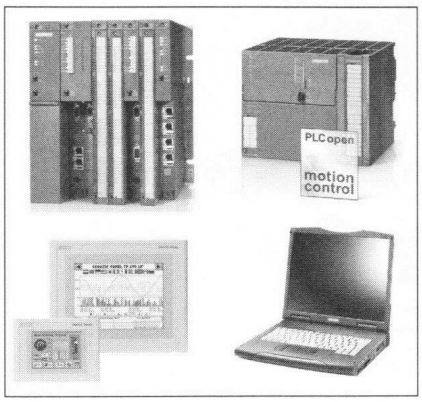


Figura 3.1.4
Equipos maestros de una red Profibus-DP.

3.1.2.1 Maestros del bus

Los maestros del bus son equipos inteligentes que normalmente son:

- Autómatas programables S7-400.
- Autómatas programables S7-300.
- Equipo panel de operador + autómatas programables como los de la serie C7.
- Ordenadores con puerto DP.

3.1.2.2 Esclavos inteligentes del bus

Los esclavos inteligentes son equipos que pueden funcionar de forma autónoma y además ser parte integrante de una red Profibus-DP como esclavo; éstos pueden ser:

- Autómata programable S7-300 con puerto DP.
- Autómata programable S7-200 con módulo EM 277 que incorpora puerto DP.
- Convertidores de frecuencia Micromaster.
- Servocontroladores Simodrive.

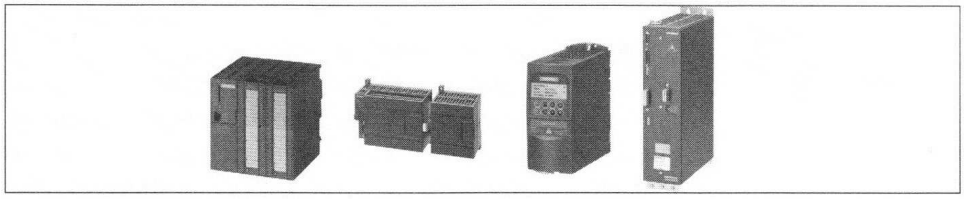


Figura 3.1.5
Equipos esclavos inteligentes de una red Profibus-DP.

3.1.2.3 Esclavos pasivos del bus

Los esclavos pasivos son equipos que únicamente responden a las órdenes del maestro, están inhabilitados para tomar la iniciativa en las comunicaciones y tan sólo se dejan leer y escribir los datos solicitados por el equipo maestro.

Algunos de éstos pueden ser:

- ET 200 L.
- ET 200M.
- ET 200 S.
- ET 200 ECO.

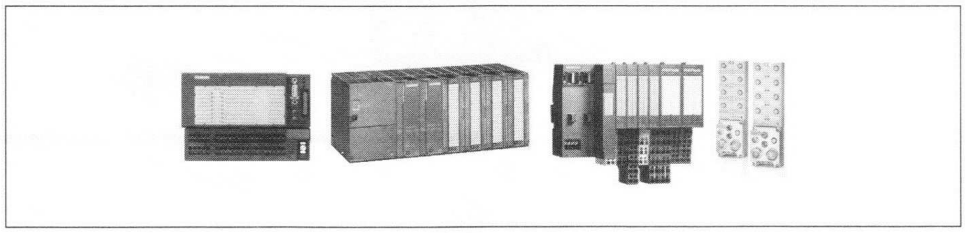


Figura 3.1.6
Equipos esclavos pasivos serie ET para su conexión a una red Profibus-DP.

3.1.2.4 Cables y conectores

Para la interconexión entre el maestro del bus y los diferentes esclavos que la componen se necesitan una serie de componentes, como son el cable y los conectores.

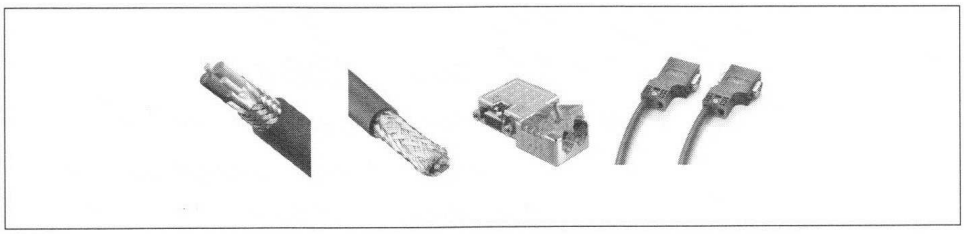


Figura 3.1.7
Equipos auxiliares del bus como el cable y los conectores.

3.2 Red Profibus-DP. CPU S7-300 como maestro y ET como esclavos

3.2.1 Ejercicio resuelto

3.2.1.1 Objetivos

La comunicación en Profibus DP tiene la filosofía de descentralizar lo que son las entradas y salidas de la CPU, ya que lo más común en las instalaciones es poner la CPU del PLC en un armario de control y todas las entradas y salidas repartidas a lo largo del proceso (campo). Los módulos que se instalan en campo son las llamadas ET o estaciones de trabajo que contienen entradas y salidas que pueden ser tanto analógicas como digitales, arrancadores de motores, etc., incluso también existe la posibilidad de poner otros PLC. Tanto estos PLC como las ET son los dispositivos esclavos del PLC master del armario de control.

En este ejercicio resuelto se muestra cómo realizar una configuración en red Profibus DP formado por un maestro (PLC S7-300) y un módulo de entradas y salidas (ET 200L).

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por un PLC S7-300, como maestra de la red y un módulo de 16 entradas/16 salidas de periferia descentralizada, modelo ET 200L.

A continuación, se representa un ejemplo de configuración y sus componentes:

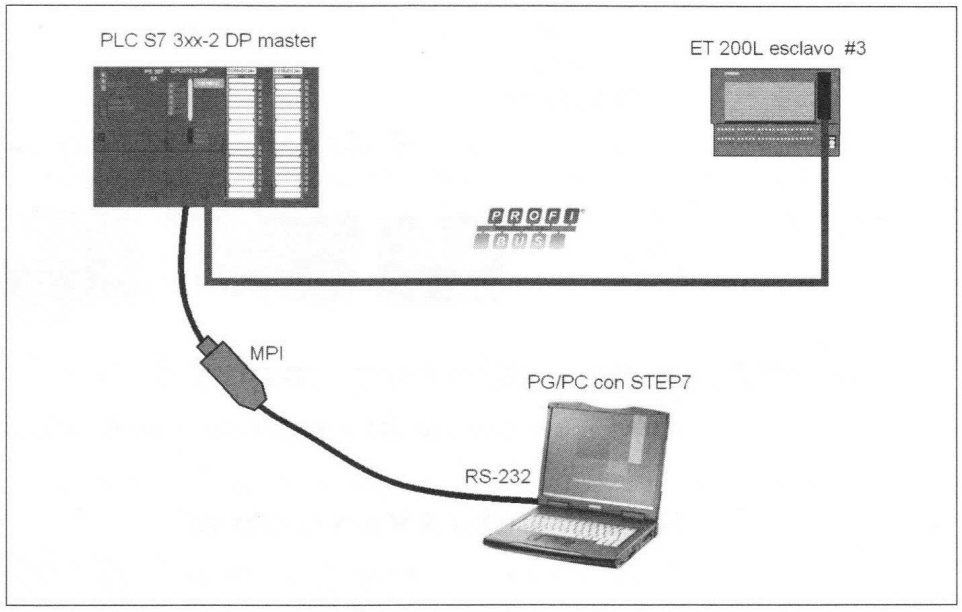


Figura 3.2.1

3.2.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado.

Un módulo Profibus de entradas y salidas ET 200L.

Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.

Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un ordenador.

Un paquete de software STEP 7.

3.2.1.3 Desarrollo del ejercicio

3.2.1.3.1 Creación de un proyecto en STEP 7

Crear un nuevo proyecto:

Figura 3.2.2

al que le incluimos un equipo SIMATIC 300. Al hacer clic en el botón derecho, elegir Insertar nuevo objeto → SIMATIC 300:

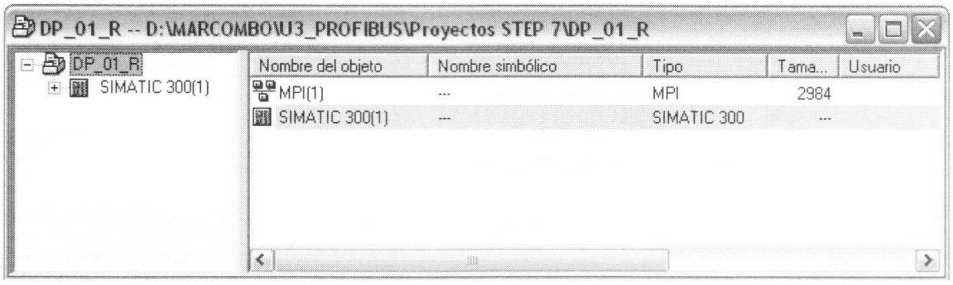


Figura 3.2.3

3.2.1.3.2 Configuración del hardware

3.2.1.3.2.1 Configuración básica del PLC

Desplegamos el equipo SIMATIC 300 creado y, al hacer doble clic sobre hardware, se abrirá el subprograma HW-Config para configurar el hardware del PLC. Incluimos:

- Perfil soporte.
- Fuente de alimentación.
- CPU 314C-2DP sin ningún tipo de configuración de redes.

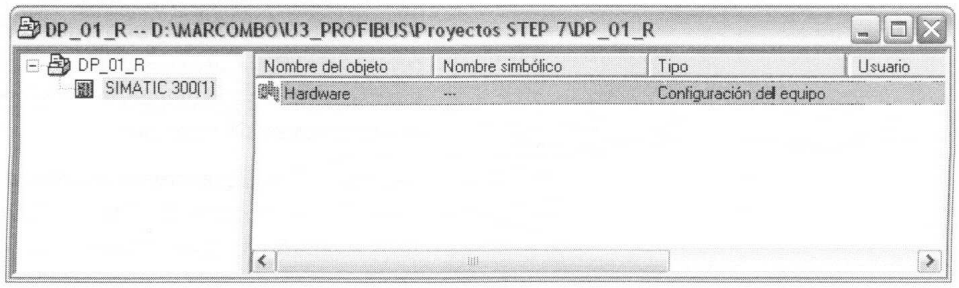


Figura 3.2.4

Quedando:

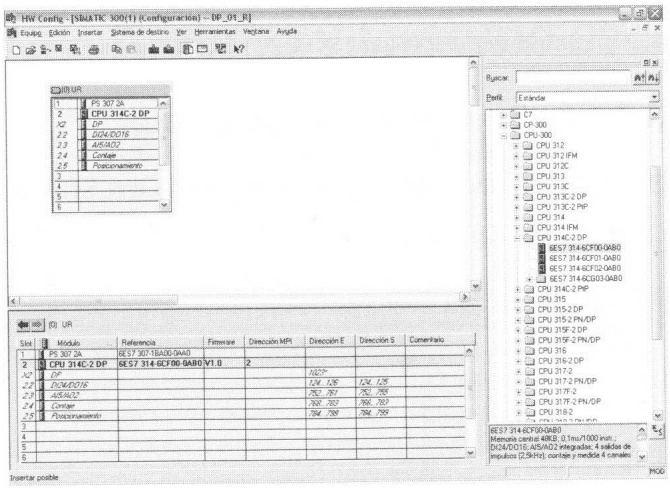


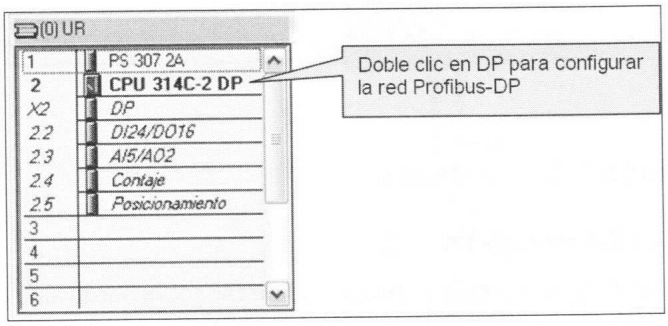
Figura 3.2.5

3.2.1.3.2.2 Configuración de la red Profibus-DP

A continuación (figura 3.2.6) configuraremos la red Profibus-DP. Haciendo doble clic sobre la interfaz DP del PLC configurado.

Aparecerá la siguiente ventana (figura 3.2.7) en la que todavía está por configurar, ya que aunque aparece la interfaz configurada como:

Tipo: Profibus
Dirección: 2
Conectado: No



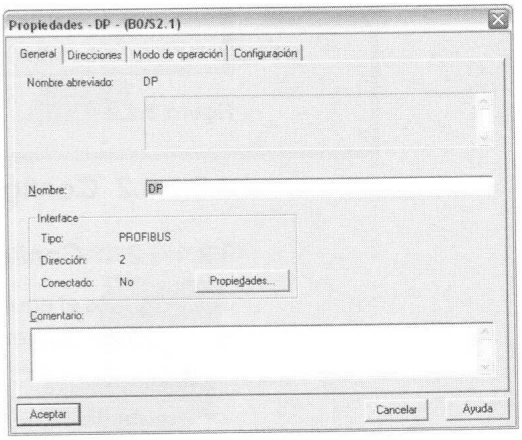
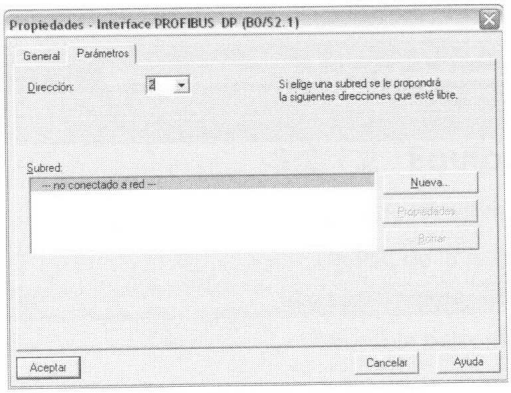


Figura 3.2.7



Pulsando el botón "Propiedades...", aparece la siguiente ventana (figura 3.2.8), en donde nos dice que por defecto la dirección del PLC master es la 2. Esta dirección se puede modificar si se desea desplegando el cuadro y aparecerán todas las direcciones posibles a asignar.

El hecho de que aparezca dentro del apartado "Subred" la frase "--- no conectado a red ---", indica que todavía no hemos asignado ninguna conexión de red a la interfaz DP.

Figura 3.2.8

Para ello, pulsamos el botón "Nueva...", apareciendo la siguiente ventana (figura 3.2.9).

En ella se observan dos pestañas:

General: Con datos informativos y que el usuario puede completar.

Ajustes de la red: Para configurar los parámetros de la red a asignar a esta interfaz.

Pulsamos para observar el contenido de la pestaña "Ajustes de la red", apareciendo el siguiente contenido (figura 3.2.10):

En donde el significado de cada apartado es el siguiente:

Dirección Profibus más alta: Indica cuál será la dirección más alta de un equipo insertado en la red Profibus.

Velocidad de transferencia: Asignamos la velocidad de la red Profibus. Esta velocidad deberá ser la menor velocidad del equipo que se vaya a instalar en la red. Elegimos como velocidad 1,5 Mbit/s.

Perfil: Elegimos el tipo de red que se vaya a formar. Se dispone de las siguientes opciones:

DP: Protocolo estándar para Profibus-DP.

Estándar: Para redes Profibus FDL o SEND-RECEIVE que incluye la serie de PLC S5.

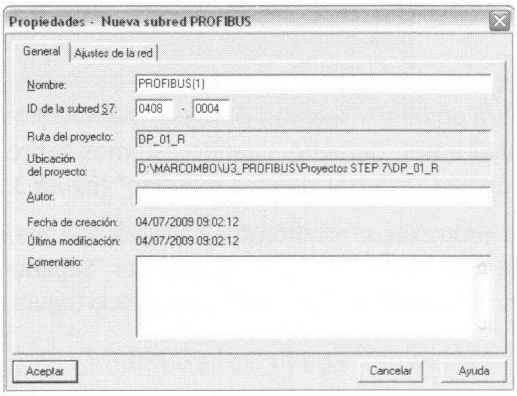


Figura 3.2.9

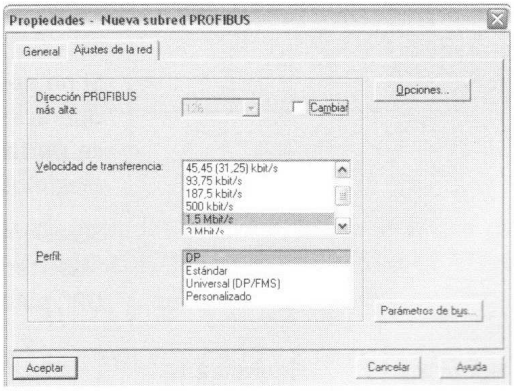


Figura 3.2.10

Elegimos la opción DP y pulsamos el botón "Aceptar", observando cómo en el apartado "Subred" aparece configurada una red Profibus (1) a una velocidad de 1,5 Mbit/s (figura 3.2.11).

Pulsamos el botón "Aceptar". Aparece una ventana (figura 3.2.12) anteriormente visualizada y que contiene una diferencia, como es que, dentro del apartado "Interfaz", aparece "Sí" en Conectado.

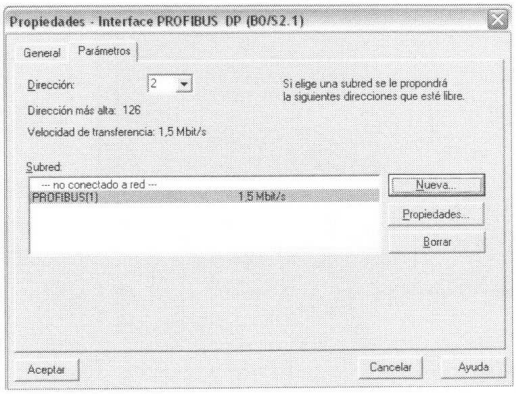


Figura 3.2.11

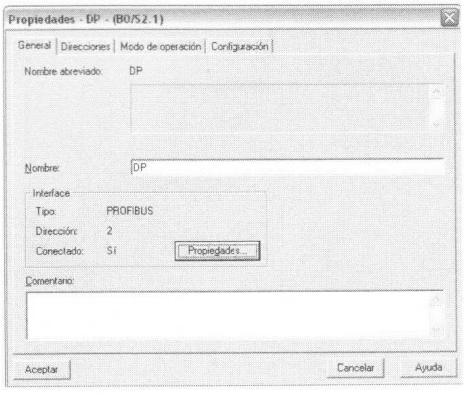


Figura 3.2.12

Ahora, eligiendo la pestaña "Modo de operación" (figura 3.2.13) se verifica que aparece configurado por defecto como Maestro-DP, que ya es correcto en nuestro ejemplo.

Al pulsar el botón "Aceptar" para cerrar la ventana de propiedades de la interfaz DP, aparece la ventana de HW-Config con la red Profibus configurada en la interfaz DP (figura 3.2.14).

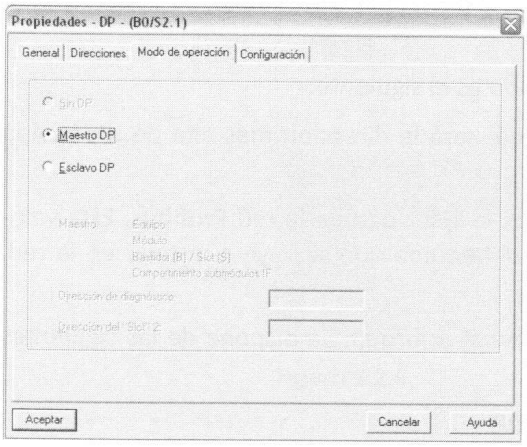


Figura 3.2.13

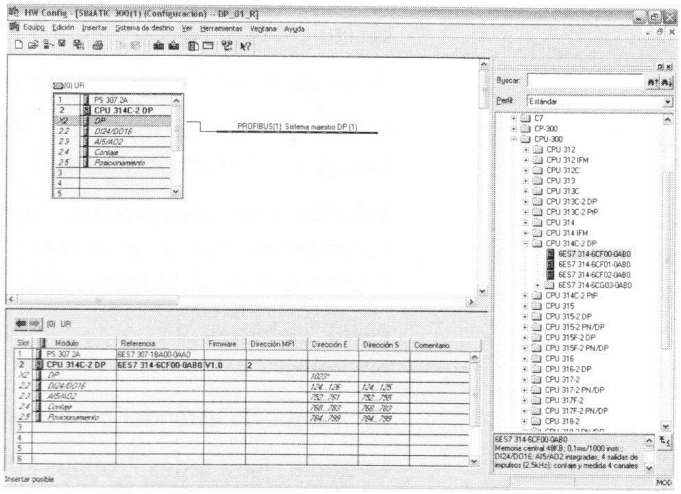


Figura 3.2.14

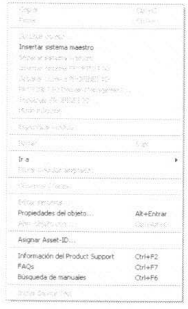


Figura 3.2.15

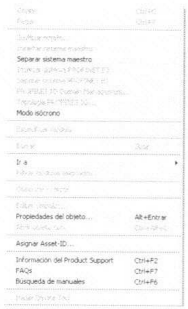


Figura 3.2.16

Si no aparece la red partiendo de la interfaz DP, realizamos la siguiente operación para poderla visualizar. Desde el menú contextual que aparece pulsamos el botón derecho. cuando estamos sobre la interfaz DP y elegimos la opción "Insertar sistema maestro" (figura 3.2.15).

Si volvemos a hacer clic con el botón derecho igual que antes, ahora la opción "Insertar sistema maestro DP" ha cambiado por "Separar sistema maestro DP", para desconectar la CPU de la red configurada (figura 3.2.16).

3.2.1.3.2.3 Insertar esclavos en la red Profibus-DP

El siguiente paso es insertar un módulo ET 200L como esclavo de la red DP que se acaba de configurar. Mediante el catálogo Profibus-DP, buscar la ET 200L con la misma referencia del equipo, en nuestro caso 6ES7 133-1BL0*-0XB0 (figura 3.2.17).

Una vez seleccionado, arrastrarlo con el ratón hasta engancharlo a la red Profibus-DP configurada. Justo en el momento de conectarlo a la red, aparece la ventana de configuración de este equipo a la red (figura 3.2.18), en donde configuraremos:

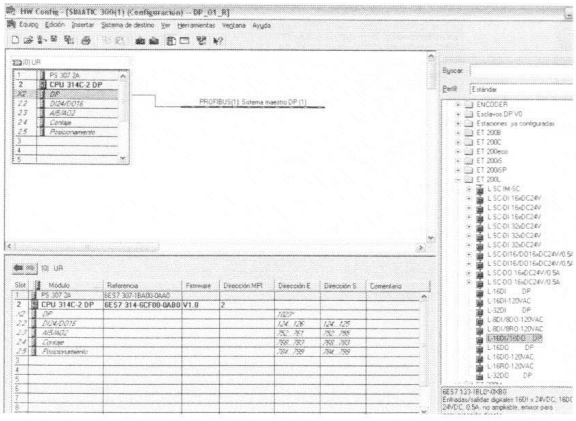


Figura 3.2.17

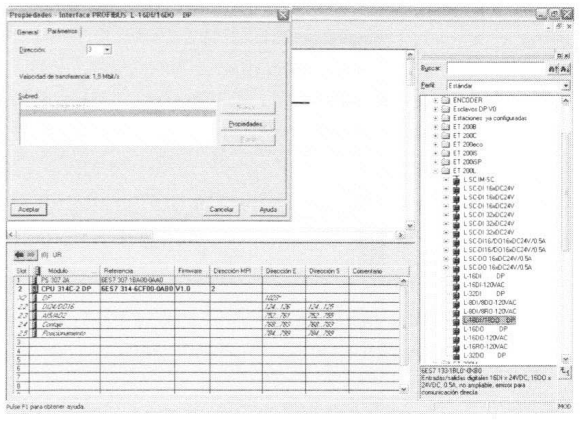


Figura 3.2.18

Dirección del equipo dentro de la red. Como se ha configurado el puerto DP del PLC, con dirección 2, en este equipo podemos poner como dirección las direcciones 1, 3, 4... Elegimos la dirección 3, así como a la red que la hemos conectado, en este caso Profibus (1), ya que se puede dar el caso de tener configuradas diferentes redes en el mismo proyecto y que, por tanto, tenemos que indicarle a cuál la queremos conectar. En la anterior figura se muestra cómo dejamos la configuración para la ET 200L.

Si pulsamos sobre el botón "Propiedades..." (figura 3.2.19) podemos ver las propiedades ya conocidas de la red Profibus (1) configurada.

Ahora, al pulsar el botón "Aceptar", aparece el equipo ET 200L conectado a la red (figura 3.2.20).

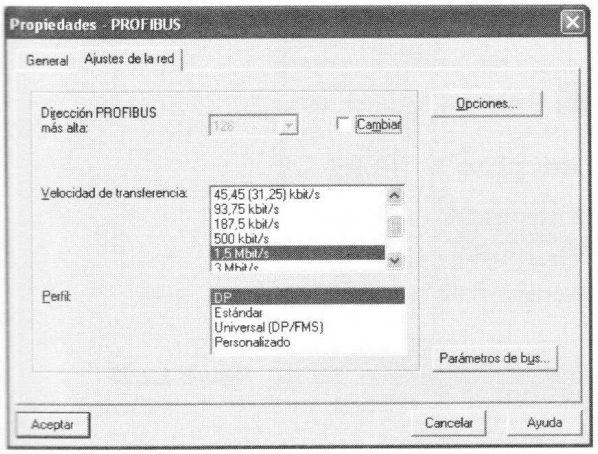


Figura 3.2.19

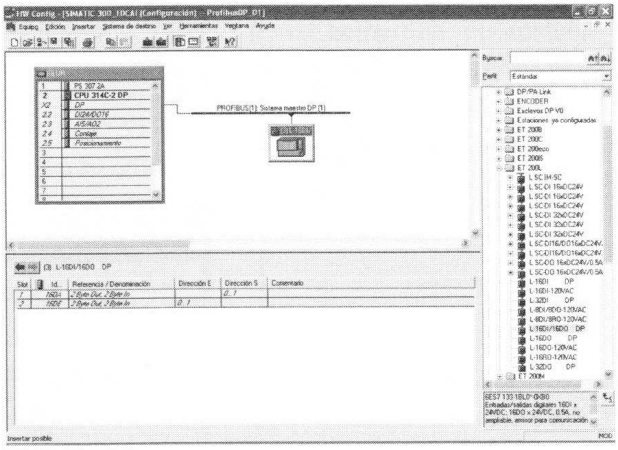


Figura 3.2.20

Además, podemos ver la configuración de entradas y salidas que se le asigna por defecto de la PAE y de la PAA de la CPU 314C-2DP, que es el PLC master de la red, en este caso son:

16 DI Entrada	E 0.0	E 0.1	E 0.2	E 0.3	E 0.4	E 0.5	E 0.6	E 0.7	E 1.0	E 1.1	E 1.2	E 1.3	E 1.4	E 1.5	E 1.6	E 1.7
16 DO Salidas	A 0.0	A 0.1	A 0.2	A 0.3	A 0.4	A 0.5	A 0.6	A 0.7	A 1.0	A 1.1	A 1.2	A 1.3	A 1.4	A 1.5	A 1.6	A 1.7

Tabla 3.2.1

Este direccionado de las entradas y salidas puede ser modificado en algunas CPU, como sucede en el caso de la 314C-2DP. Haciendo un doble click sobre el slot 1 (salidas) o 2 (entradas) de la parrilla inferior de direcciones, aparecerán una de las siguientes ventanas:

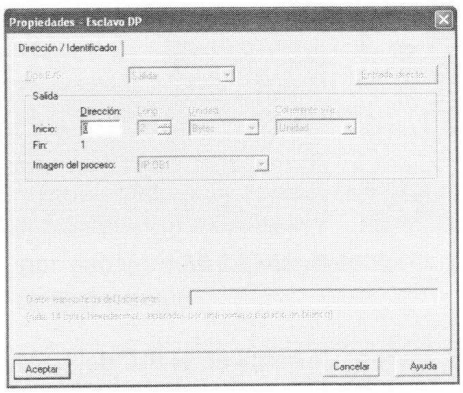


Figura 3.2.21

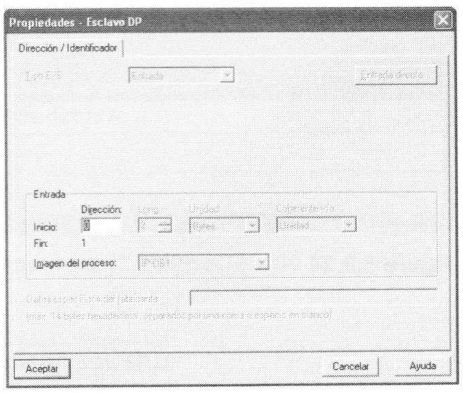


Figura 3.2.22

Modificando el campo "Dirección–Inicio", el equipo ocupará un direccionado diferente dentro de la PAE y PAA de la CPU.

24 DI Entradas	16 DO Salidas
E 124.0	A 124.0
E 124.2	A 124.1
E 124.3	A 124.2
E 124.4	A 124.3
E 124.5	A 124.4
E 124.6	A 124.5
E 124.7	A 124.6
E 125.0	A 124.7
E 125.1	A 125.0
E 125.2	A 125.1
E 125.3	A 125.2
E 125.4	A 125.3
E 125.5	A 125.4
E 125.6	A 125.5
E 125.7	A 125.6
E 126.0	A 125.7
E 126.1	
E 126.2	
E 126.3	
E 126.4	
E 126.5	
E 126.6	
E 126.7	

Tabla 3.2.2

En nuestro caso la CPU configurada del PLC tiene asignadas las direcciones siguientes dentro de la PAE y de la PAA correspondiente a las entradas y salidas incorporadas en la propia CPU (tabla 3.2.2).

Si seleccionamos la red Profibus (1) que arranca del puerto DP de la CPU, se observará en la rejilla inferior el listado de equipos que tenemos conectados en esa red (figura 3.2.23).

La dirección de diagnóstico es para que este componente, en caso de fallo en su sistema, pueda acceder mediante un FC llamado DP-DIAG para poder analizar el origen del fallo.

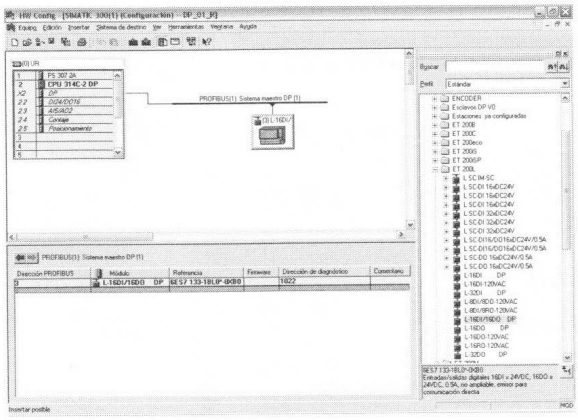


Figura 3.2.23

3.2.1.3.2.4 Compilar, guardar y enviar la configuración al PLC

Una vez finalizada la configuración de la red y de los equipos que se incorporan en la misma, se compilará y guardará dicha configuración mediante el botón-icono "Guardar y compilar" (figura 3.2.24).

Seguidamente realizaremos la acción de enviar esa configuración de hardware a la CPU del PLC, a través del botón-icono "Cargar en módulo" (figura 3.2.25).

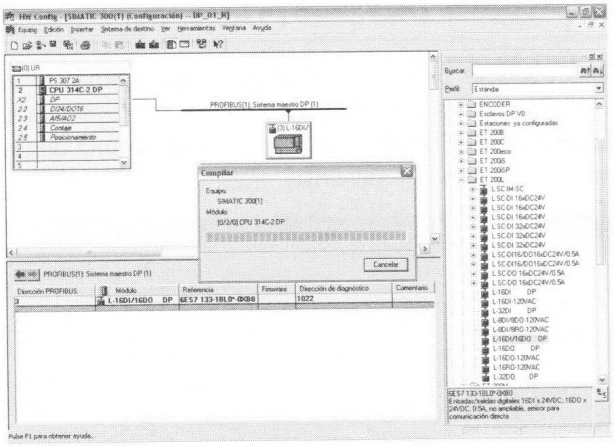


Figura 3.2.24

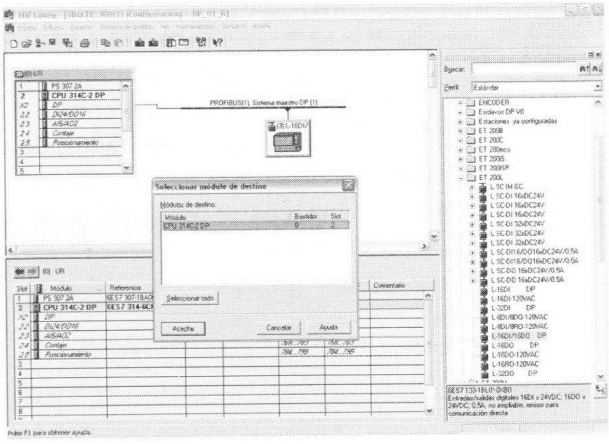


Figura 3.2.25

Una vez finalizado el proceso de carga en el PLC del hardware (figura 3.2.26), aparecerá una ventana con una pregunta, sobre si queremos que la CPU se reinicie. Al contestar con "Sí", (figura 3.2.27) la CPU inicia el proceso de inicialización y reconocimiento del hardware y, si no tenemos realizado el montaje de la red con la ET 200L conectada a la misma, la propia CPU nos indica con los leds incorporados en la mis-

ma que existe un fallo de bus encendiéndose el led BF (Bus Fail) intermitentemente y posiblemente también el led de fallo de sistema SF (System Fail).

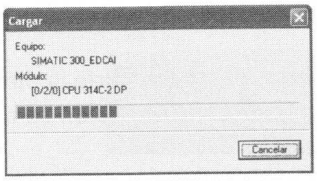


Figura 3.2.26

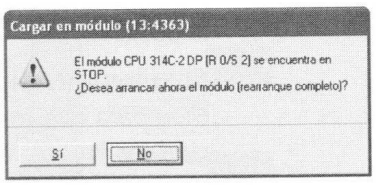


Figura 3.2.27

3.2.1.3.3 Conexión de la red Profibus

Para eliminar los errores que aparecen en la CPU y poder comprobar el funcionamiento correcto del ejemplo, explicamos a continuación algunos de los aspectos a tener en cuenta para la conexión de la red Profibus.

3.2.1.3.3.1 Configuración de la ET 200L

La ET 200L está formada básicamente por dos partes, que son:

- El bloque electrónico.
- El bloque de terminales.

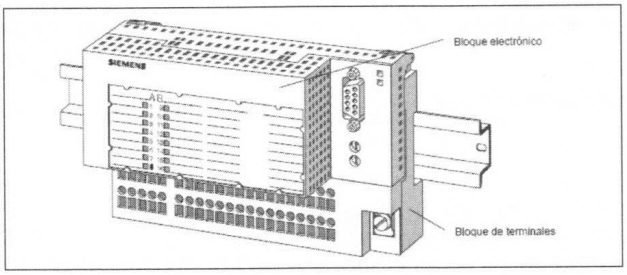
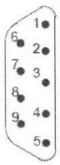


Figura 3.2.28

Dentro del bloque electrónico se encuentra el conector para la red Profibus (DB-9):

Vista	Pin N.º	Nombre señal	Denominación
	1	–	–
	2	–	–
	3	RxD/TxD-P	Circuito de datos B
	4	RTS	Request To Send
	5	M5V2[1]	Potencial de referencia de datos (de estación)
	6	P5V2[1]	Polo positivo de alimentación (de estación)
	7	–	–
	8	RxD/TxD-N	Circuito de datos A
	9	–	–

1. Para conectar un ET 200 portátil o un módulo de fibras ópticas

Tabla 3.2.3

y por debajo de éste, dos selectores giratorios para la asignación de la dirección dentro del bus.

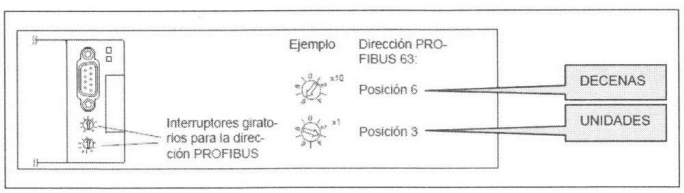


Figura 3.2.29

En primer lugar, debemos asignar al módulo ET 200L la misma dirección que hemos configurado en el hardware, en nuestro caso la 3; por tanto, procederemos a ello. Giramos el selector de las decenas hasta la posición "0" y el de las unidades hasta la posición "3".

MUY IMPORTANTE: Cada vez que se varíe la dirección de cualquier equipo esclavo ET, y para que tenga validez el nuevo valor, se deberá desconectar de la alimentación y volverlo a conectar.

Diagnosis del módulo ET 200L a través de los leds indicadores:

LED BF (fallo en bus)	LED ON	Significado	Tratamiento de fallos
Apagado	Apagado	• No hay tensión alguna en la ET 200L. • Defecto en el hardware de la ET 200L	• Verificar la alimentación de correiente. Conectar el interruptor de conexión/desconexión para 24V c.c. en el módulo de alimentación. • Comproar si el bloque electrónico está fijado correctamente al bloque de termonales.
Encendido	Encendido	• La ET 200L está en la fase de arranque.	–
		• Ha fallado la conexión con la maestra DP. • La ET 200L no ha recibido aún ningún dato de configuración.	• Verificar la conexión de Profibus. • Verificar la maestra DP. • Verificar la configuración en la maestra DP (tipo de estación entrada/salida, dirección Profibus). • Verificar la dirección Profibus ajustada.
Encendido	Apagado	Intercambio de datos	–

Tabla 3.2.4

3.2.1.3.3.2 Construcción del bus Profibus

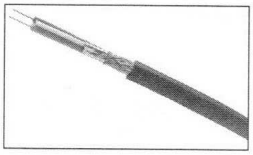


Figura 3.2.30

Para el montaje de la red Profibus se necesitan básicamente dos componentes, que son:

- Cable específico para Profibus.

El aislante exterior del cable es de color violeta con dos conductores internos, uno verde (A) y otro rojo (B).

- Conector específico para Profibus.

El conector puede ser de dos tipos: simple o doble. El propio conector dispone de un pequeño interruptor para seleccionar éste como final de bus, en donde conectará la resistencia terminadora del bus.

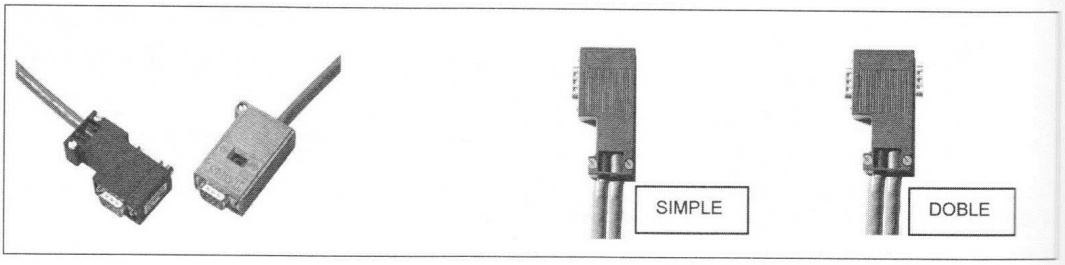
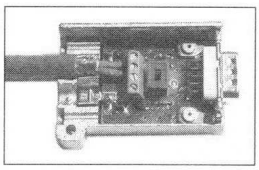


Figura 3.2.31



Internamente dispone de una regleta con cuatro bornes, dos para el cable de entrada, marcados como A1/B1, y otros dos para el cable de salida, marcados como A2/B2.

Figura 3.2.32

A continuación, se representa un conexionado completo del conector Profibus:

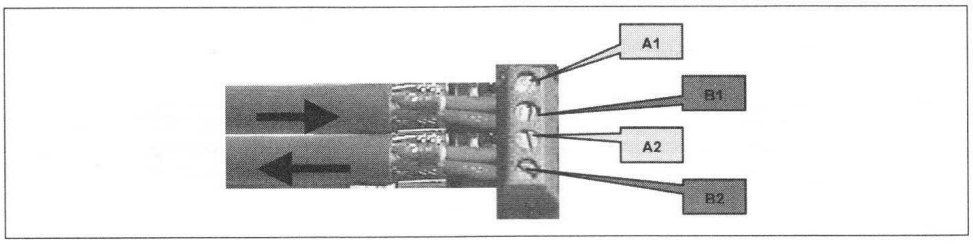


Figura 3.2.33

Una vez configurada la dirección del esclavo ET 200L y realizado el montaje del bus, se procede a la construcción de la red Profibus con todos sus componentes:

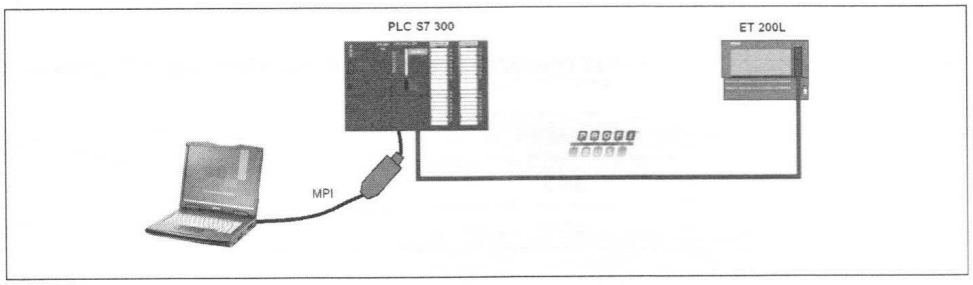


Figura 3.2.34

Una vez configurados correctamente todos los componentes y conectados al bus, deberían desaparecer los errores de la CPU, tanto el de fallo de sistema (led SF), como el de fallo de bus (BF).

3.2.1.3.3.3 Configurar redes mediante la utilidad NetPro

También podemos realizar y visualizar configuraciones de redes mediante la utilidad NetPro, a la cual se accede por el botón-icono "Configurar red" que podemos encontrar tanto en el Administrador Simatic, como en otras utilidades (figura 3.2.35).

Aunque esta utilidad se usa para la configuración de redes que trabajan con enlaces, como son las redes FDL y FMS, también se pueden visualizar las redes, equipos y dirección en el bus de cada componente.

A continuación, se muestra la pantalla de NetPro correspondiente al ejemplo trabajado (figura 3.2.36).

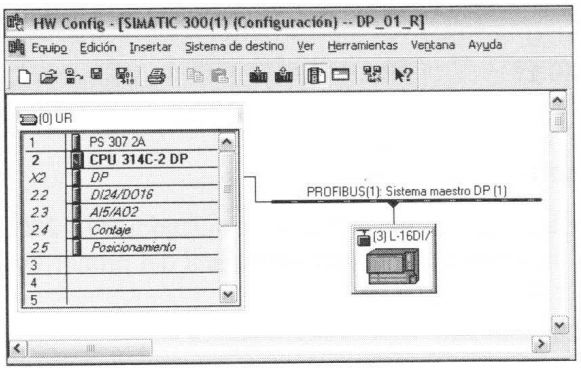


Figura 3.2.35

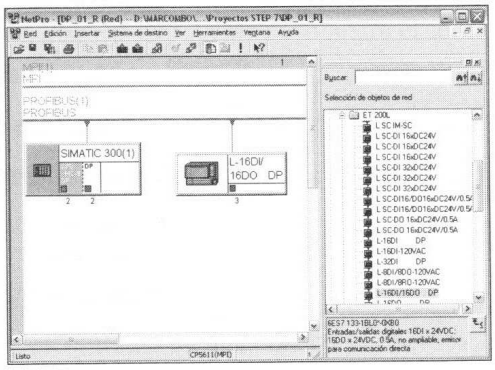


Figura 3.2.36

Se puede dar el caso de que al abrir Netpro no aparezca la ET200L, si elegimos este componente del catálogo y al intentar conectarlo en la red vemos que automaticamente aparece.

3.2.1.3.4 Programa en STEP 7

Desde la carpeta "Bloques" abrimos el módulo OB1, y en este programamos el programa:

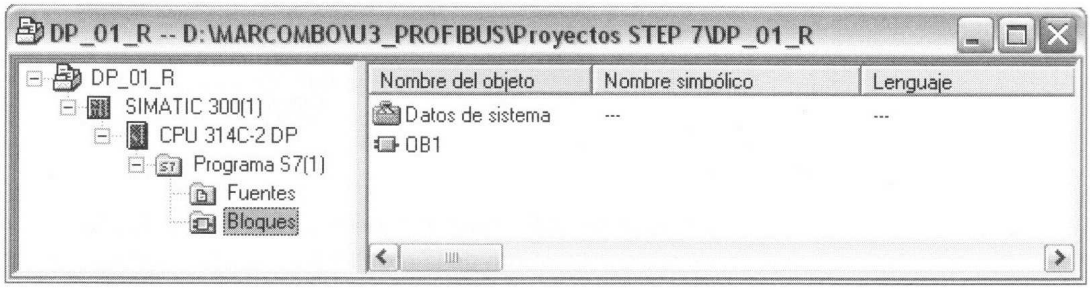


Figura 3.2.37

Teniendo presente la configuración de la PAE y de la PAA en este ejemplo,

PAE		PAA	
EB 0	ET 200 L	AB 0	ET 200 L
EB 1		AB 1	
...		...	
...		...	
...		...	
...		...	
...		...	
EB 124	CPU 314C-2DP	AB 124	CPU 314C-2DP
EB 125		AB 125	
EB 126		...	
...		...	
...		...	

Tabla 3.2.5

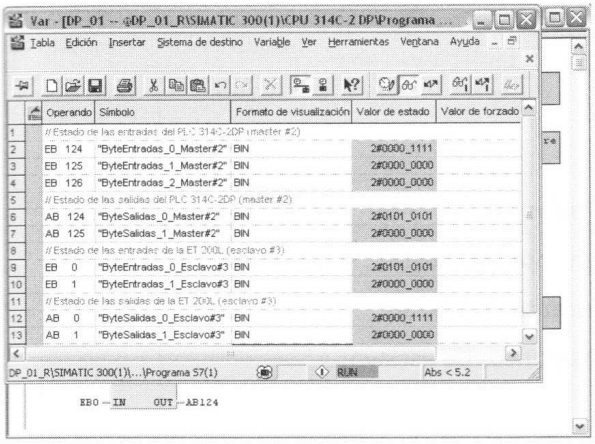
realizaremos un programa que cumpla con lo siguiente:

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del PLC (Master – Estación #2), que se active su correspondiente salida del primer byte del módulo ET 200L (Esclavo- Estación #3). Es decir, que la:

  E124.0 active la A0.0
  E124.1 active la A0.1
  .....
  .....
  E124.7 active la A0.7

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del módulo ET 200L (Esclavo-Estación #3), que se active su correspondiente salida del primer byte del PLC (Master – Estación #2). Es decir, que la:

  E0.0 active la A124.0
  E0.1 active la A124.1
  .....
  .....
  E0.7 active la A124.7



En la siguiente figura se muestra el programa en KOP introducido desde STEP 7 en el OB1:

Ahora, es el momento de enviar el programa a la CPU del PLC S7 y comprobar su correcto funcionamiento.

Figura 3.2.38

3.2.1.3.4.1 Visualización por tabla de variables

Se puede crear una tabla de variables para visualizar el estado de cada un de los bits de entrada y salida de los equipos que componen la red:

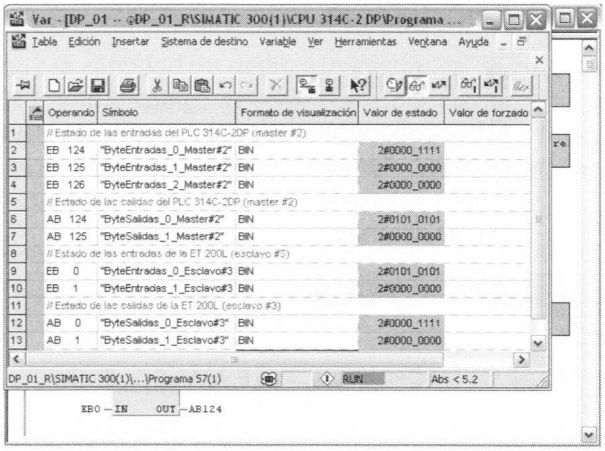


Figura 3.2.39

3.2.1.3.5 Diagnóstico de esclavos

Se puede realizar un diagnóstico del esclavo ET 200L añadiendo al programa del OB1 una llamada a la función de sistema SFC 13 "DPNRM_DG", válida cuando se trabaja con PLC de la serie S7.

A continuación, y antes de presentar un ejemplo de aplicación, se muestra el contenido de la ayuda de STEP 7 referente a esa función de sistema.

3.2.1.3.5.1 Contenido de la ayuda de STEP 7 para SFC 13 "DPNRM_DG"

Leer los datos de diagnóstico (diagnóstico de esclavo) de un esclavo DP con la SFC 13 "DPNRM_DG"

Diagnóstico de esclavo

Cada esclavo DP presenta datos de diagnóstico de esclavo estructurados según la EN 50 170 Volumen 2, Profibus. Para leer estos datos de diagnóstico se necesita la SFC 13 "DPNRM_DG".

El principio estructural del diagnóstico de esclavo se indica en la tabla siguiente; informaciones adicionales, en los manuales de los esclavos DP.

Byte	Significado
0	Estado de estación 1
1	Estado de estación 2
2	Estado de estación 3
3	Número de estación maestra
4	Identificador del fabricante (high byte)
5	Identificador del fabricante (low byte)
6 ...	Otros diagnósticos específicos de esclavo

Descripción

La SFC 13 "DPNRM_DG" (read diagnosis data of a DP-slave) permite leer los datos de diagnóstico actuales de un esclavo DP en la forma en que ha sido fijada por EN 50 170 Volumen 2, parte 3, Profibus. Los datos leídos, después de una transferencia de datos libre de errores, se registran en la zona de destino indicada por RECORD.

La operación de lectura se inicia ocupando con 1 el parámetro de entrada REQ al llamar la SFC 13.

Modo de trabajo

El procedimiento de lectura se ejecuta asíncrono, es decir, que se extiende a través de varias llamadas de SFC. Los parámetros de salida RET-VAL y BUSY permiten señalizar el estado de la petición. Véase apt. Significado de REQ, RET_VAL y BUSY en SFC asíncronas.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
REQ	INPUT	BOOL	E, A, M, D, L, Const.	REQ=1: Demanda de lectura
LADDR	INPUT	WORD	E, A, M, D, L, Const.	Dirección de diagnóstico configurada del esclavo DP

Nota: La dirección se debe indicar en valores hexadecimales; p. ej., la dirección de diagnóstico 1022 significa: LADDR:=W#16#3FE.

Tabla 3.2.6

Para conocer la dirección de diagnóstico de un esclavo, desde la configuración de hardware hacemos un doble click sobre el esclavo seleccionado y en la pestaña "General" se puede comprobar cuál es esa dirección dentro del campo "Dirección de diagnóstico".

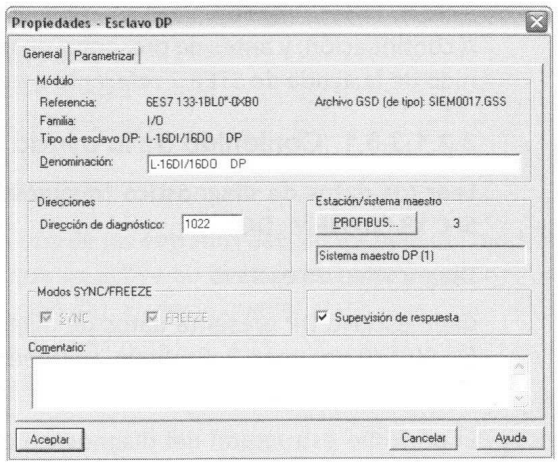


Figura 3.2.40

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
RET_VAL	OUTPUT	INT	E, A, M, D, L	Si durante la ejecución de la función ocurre un error, el valor de retorno contiene un código de error. En caso de que no ocurra ningún error, RET_VAL contiene la verdadera longitud de los datos transferidos
RECORD	OUTPUT	ANY	E, A, M, D, L	Área de destino para los datos de diagnóstico leídos. Sólo es admisible el tipo de datos BYTE. La longitud mínima del registro a leer o de la zona de destino vale 6. La longitud máxima del registro a leer vale 240; en esclavos normalizados con 240 < cantidad de datos de diagnóstico normalizados v 244: Los primeros 240 bytes se transfieren a la zona de destino y el bit Overflow correspondiente se activa en los datos.
BUSY	OUTPUT	BOOL	E, A, M, D, L	BUSY=1: La operación de lectura aún no ha finalizado.

Tabla 3.2.7

Parámetro de entrada RECORD

La CPU valora la verdadera longitud de los datos de diagnóstico leídos:

En caso de que la indicación de longitud de RECORD

- sea menor que la cantidad de datos suministrados, se rechazan los datos y se registra en RET_VAL el código de error correspondiente.
- sea mayor o igual que la cantidad de datos suministrada, los datos son aceptados en la zona de destino y se registra en RET_VAL la verdadera longitud como valor positivo.

Nota: Hay que tener en cuenta que los parámetros actuales de RECORD coincidan en todas las llamadas que pertenecen a una petición. Una petición está exactamente definida por el parámetro de entrada LADDR.

Esclavos normalizados con más de 240 bytes de datos de diagnóstico

En esclavos normalizados con un número de datos de diagnóstico normalizado comprendido entre 241 y 244 bytes es necesario observar lo siguiente: En el caso de que la especificación de longitud de RECORD:

- sea menor a 240 bytes, los datos se rechazan y en RET_VAL se inscribe la información de error asociada.
- sea mayor o igual que 240 bytes, los primeros 240 bytes de los datos de diagnóstico normalizado se transfieren a la zona de destino y se activa en los datos el correspondiente bit de desbordamiento (overflow).

Parámetro de salida RET_VAL

Si durante el procesamiento de la función aparece un error, el valor de retorno contiene un código de error.

- Si no aparece un error durante la transferencia, RET_VAL incluye como número positivo la longitud, en bytes, de los datos leídos.

Nota: La cantidad de datos que se leen en un esclavo DP depende del estado de diagnóstico que tenga.

Informaciones de error

La forma de evaluar las informaciones de error del parámetro RET_VAL se explica en el capítulo Evaluación de errores con el parámetro de salida RET_VAL. En este capítulo se encuentran también las informaciones generales de error de las SFC.

Las informaciones de error específicas para la SFC 13 forman parte integrante de las informaciones de error para la SFC 59 "RD_REC", Leer registros con la SFC 59 "RD_REC".

3.2.1.3.5.2 Interpretación del SFC 13 "DPNRM_DG"

La diagnosis de la unidad periférica descentralizada ET 200L se comporta conforme a la norma EN 50170 volumen 2, Profibus.

La diagnosis de esclava comprende 6 bytes para la ET 200L y cuya interpretación es la siguiente:

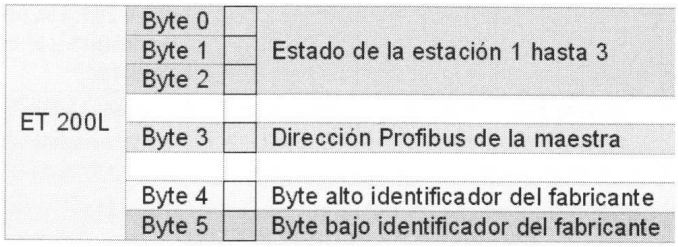


Figura 3.2.41

A continuación, explicamos cómo utilizar y qué representa cada uno de los bytes de la diagnosis:

a) Bytes 0, 1 y 2. Definición del estado de la estación.

El estado de la estación 1 a 3 facilita una panorámica sobre el estado de un esclavo DP.

a1) Estructura del estado de la estación 1.

El estado de la estación 1 facilita información sobre la esclava DP y tiene la siguiente estructura:

Bit	Significado	Remedio
0	1: El esclavo DP no puede ser explorada por el master DP.	• ¿Ajustada en la ET 200L la dirección Profibus correcta? • ¿Conector del bus enchufado? • ¿Tensión en la esclava DP? • ¿Ajustado el repetidor RS-485? • ¿Realizada la conexión desconexión de la red en la ET 200L?
1	1: El esclavo DP no está preparada para el intercambio de datos.	• Esperar, ya que la ET 200L se encuentra precisamente en el arranque.
2	1: Los datos de configuración enviados por la maestra DP al esclavo DP no coinciden con la estructura del esclavo DP.	• ¿Introducido un tipo de estación correcto o la estructura del aET200L correcta en el software de configuración?
3	1: Hay diagnosis externa.	• Verificar el contenido de la diagnosis externa.
4	1: La función solicitada no es admitida por el esclavo DP.	• Verificar configuración.
5	1: El master DP no puede interpretar la respuesta del esclavo DP.	• Verificar la estructura del bus.
6	1: El tipo de esclavo DP no coincide con la configuración del software.	• ¿Introducido un tipo de estación correcto en el software de configuración?
7	1: El esclavo DP ha sido parametrizada por una maestra DP distinta a la maestra DP que tiene ahora acceso al esclavo DP.	• El bit es siempre 1, por ejemplo se accede con un PG a otra maestra DP a la ET 200L. La dirección Profibus de la maestra de parametrización se encuentra en el byte de diagnóstico "Dirección Profibus del master".

Tabla 3.2.8

a2) Estructura del estado de la estación 2.

El estado de la estación 2 facilita más información sobre la esclava DP y tiene la siguiente estructura:

Bit	Significado
0	1: El esclavo DP ha de parametrizarse de nuevo.
1	1: Existe un aviso de diagnóstico. El esclavo DP no puede seguir funcionando mientras no se haya eliminado el fallo (aviso de diagnóstico estático).
2	1: El bit siempre está en "1" cuando existe el esclavo DP con esta dirección Profibus.
3	1: En este esclavo DP está activada la vigilancia de exploración.
4	1: El esclavo DP ha recibido el comando de control "FREEZE(1)".
5	1: El esclavo DP ha recibido el comando de control "SYNC(1)".
6	1: El bit siempre está en "0".
7	1: El esclavo DP está desactivada, es decir, ha sido retirada del procesamiento actual.

(1): Este bit sólo es actualizado cuando se modifica adicionalmente otro aviso de diagnóstico.

Tabla 3.2.9

a3) Estructura del estado de la estación 3.

El estado de la estación 3 está reservado y no es significativo para la diagnosis de la unidad periférica descentralizada ET 200L.

b) Byte 3. Definición de dirección Profibus de maestra.

En el byte de diagnóstico dirección Profibus de maestra está depositada la dirección Profibus de la maestra DP que ha parametrizado la esclava DP.

La dirección Profibus de maestra abarca un byte con la dirección Profibus de la maestra DP que ha parametrizado la esclava DP y tiene acceso de lectura y escritura sobre la esclava DP.

C) Bytes 4 y 5. Definición de identificador del fabricante.

En el identificador del fabricante se encuentra depositado un código que describe el tipo de la esclava DP.

Los distintos bloques electrónicos se diferencian dentro del Profibus-DP mediante el código DP. En la tabla se especifican los códigos DP para la unidad periférica descentralizada ET 200L.

Para más información, consultar el manual de la ET 200L.

Bloque electrónico ET 200L	Número de referencia 6ES7...-0XB0	Nombre de fichero tipo ... .200	Identificador del fabricante	Código DP		Consistencia	Longitud direcciones (bytes)	Sector direcciones
				Slot 0	Slot 1			
L 16 DI DC 24 V	131-1BH00	SI0014AX (1)	0014 H	000	017	Byte	2	digital
L 32 DI DC 24 V	131-1BL00	SI0015AX (1)	0015 H	000	019	Byte	4	digital
L 16 DO DC 24 V/0,5A	132-1BH00	SI0016AX (1)	0016H	033	000	Byte	2	digital
L 32 DO DC 24 V/0,5A	132-1BL00	SI0011AX (1)	0011 H	035	000	Byte	4	digital
L 16 DI/16DO DC 24 V/0,5A	133-1BL00	SI0017AX (1)	0017 H	033	017	Byte	2x2 (2)	digital
L 16 DI AC 120 V	131-1EH00	SI002AAX (1)	002A H	000	017	Byte	2	digital
L 16 DO AC 120 V/1.0A	132-1EH00	SI0028AX (1)	0028 H	033	000	Byte	2	digital
L 8 DI/DO AC 120 V/1.0A	133-1EH00	SI0029AX (1)	0029 H	032	016	Byte	2	digital

(1): "X" significa versión independiente del idioma.

(2): Dos bytes respectivamente para el sector de entrada y el de salida.

Tabla 3.2.10

3.2.1.3.5.3 Programa para la diagnosis de la ET 200 L

Para incluir la diagnosis del esclavo ET 200L, tan sólo se necesita añadir al programa ejemplo la llamada a la función de sistema SFC 13 "DPNRM_DG" y completar los parámetros que necesita:

```
Segm. 3: Título:
Llamada al SFC13 "DPNRM_DG" para realizar el diagnóstico del esclavo ET200L

      CALL  SFC   13
       REQ    :=TRUE
       LADDR  :=W#16#3FE
       RET_VAL:=MW8
       RECORD :=P#M 10.0 BYTE 6
       BUSY   :=M16.0
```

Figura 3.2.42

Descripción breve de los parámetros:

REQ : Cuando queremos que se ejecute la función SFC 13 → Siempre/TRUE [BOOL].
LADDR : La dirección de diagnóstico del esclavo ET 200L → 1022 dec = 03FE hex [WORD]
RET_VAL:Código del error producido → Formato [INT] MW8
RECORD : Área de destino de los datos de diagnóstico leídos → Para la ET 200L, 6 bytes [ANY]
BUSY : Si la operación de lectura aún no ha finalizado, este bit se pone a "1" → [BOOL]

Nota: También es conveniente cargar en el PLC el bloque de organización OB122 para que la CPU no se ponga en STOP aun existiendo un error. Este OB 122 se ejecuta cuando exista un error de acceso a la periferia.

3.2.1.3.5.4 Visualización de la diagnosis de la ET 200 L

Para la visualización de la diagnosis de la ET 200L construimos una tabla de variables, tal como:

Diagnosis ET200L -- DP01_Profibus\SIMATIC 300_EDCA\CPU 314C-2 DP\Programa S7(3)

	Operando	Símbolo	Forma	Valor de estado	Valor de forzado
1	// Dianosis esclavo ET200L en Profibus DP				
2	MW 8	"SFC13_RET_VAL"	HEX		
3	MB 10	"Estado_estacion_1"	BIN		
4	MB 11	"Estado_estacion_2"	BIN		
5	MB 12	"Estado_estacion_3"	BIN		
6	MB 13	"Direccion_DP_Master"	HEX		
7	MW 14	"Identificador_Fabricante"	HEX		
8	M 16.0	"SFC13_BUSY"	BOOL		

Figura 3.2.43

Si la ponemos on-line con la red a través del PLC master, podemos tener dos posibilidades:

a) Sin error en la ET 200L.

Diagnosis ET200L -- @DP01_Profibus\SIMATIC 300_EDCA\CPU 314C-2 DP\Programa ...

	Operando	Símbolo	Forma	Valor de estado	Valor de forzado
1	// Dianosis esclavo ET200L en Profibus DP				
2	MW 8	"SFC13_RET_VAL"	HEX	W#16#7002	
3	MB 10	"Estado_estacion_1"	BIN	2#0000_0000	
4	MB 11	"Estado_estacion_2"	BIN	2#0000_1100	
5	MB 12	"Estado_estacion_3"	BIN	2#0000_0000	
6	MB 13	"Direccion_DP_Master"	HEX	B#16#02	
7	MW 14	"Identificador_Fabricante"	HEX	W#16#0017	
8	M 16.0	"SFC13_BUSY"	BOOL	true	

Figura 3.2.44

b) Con error en la ET 200L.

Diagnosis ET200L -- @DP01_Profibus\SIMATIC 300_EDCAI\CPU 314C-2 DP\Programa ...

	Operando	Símbolo	Forma	Valor de estado	Valor de forzado
1	// Dianosis esclavo ET200L en Profibus DP				
2	MW 8	"SFC13_RET_VAL"	HEX	W#16#7002	
3	MB 10	"Estado_estacion_1"	BIN	2#0000_0001	
4	MB 11	"Estado_estacion_2"	BIN	2#0000_1100	
5	MB 12	"Estado_estacion_3"	BIN	2#0000_0000	
6	MB 13	"Direccion_DP_Master"	HEX	B#16#02	
7	MW 14	"identificador_Fabricante"	HEX	W#16#0017	
8	M 16.0	"SFC13_BUSY"	BOOL	true	

Figura 3.2.45

Se observa cómo la única diferencia estriba en el bit 0 del "**Estado de la estación 1**" que significa que el esclavo no puede ser explorado por el master DP. Efectivamente, lo que hemos hecho es desconectar la ET 200L de la red Profibus.

En cuanto al resto de información, es correcta y tiene el siguiente significado:

Estado estación 2.

Bit 2: Existe un esclavo en la configuración de hardware con esa dirección de Profibus.

Bit 3: Ese esclavo tiene dirección de diagnóstico dentro de la configuración de hardware.

Dirección DP Master: Nos muestra la dirección del PLC que en este caso es el master de la red, la 2.

Identificador del fabricante: Muestra el valor que corresponde a una ET 200L con las características de 16 entradas y 16 salidas.

3.2.2 Ejercicio propuesto

3.2.2.1 Objetivos

Como complemento al ejercicio resuelto, se trataría de añadir otro módulo DP de entradas/salidas. En este caso, una ET 200S cuya referencia es la siguiente:

Componente	Referencia
IM151-1 STANDART	151-1AA02-0AB0

El módulo ET 200S deberá estar compuesta por los siguientes módulos:

4 IM151-1 Standard — Comprimir direcciones

Módulo ...	Referencia	Dirección E	Dirección S	Comentario
PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0			
4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD00-0AA0	2.0...2.3		
4DO DC24V/0,5A ST	6ES7 132-4BD00-0AA0		2.0...2.3	
2AI U ST	6ES7 134-4FB00-0AB0	256...259		
2AO U ST	6ES7 135-4FB00-0AB0		256...259	

Figura 3.2.46

De forma que quede una red configurada Profibus-DP tal como la que se presenta a continuación:

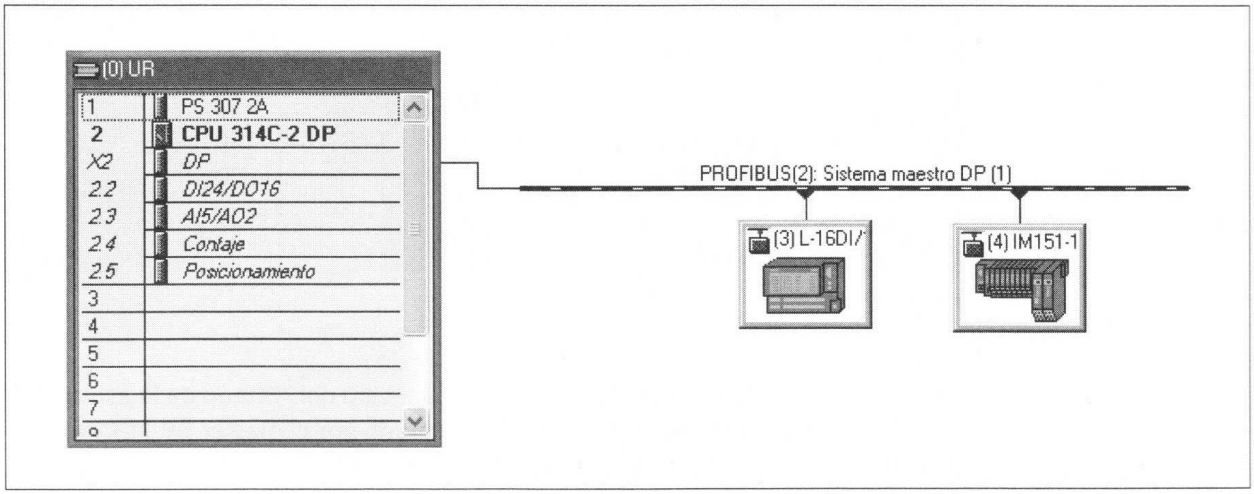


Figura 3.2.47

El funcionamiento del programa deberá cumplir los siguientes apartados:

a) Que en el segundo byte de salidas de la ET 200L aparezca reflejado el byte de la marca de ciclo de la CPU master.

b) Que las cuatro entradas digitales de la ET 200S se reflejen en el segundo byte de salidas de la CPU.

c) Que las cuatro primeras entradas del segundo byte de entradas de la CPU queden reflejadas en las cuatro salidas digitales de la ET 200S.

d) Que una de las entradas analógicas de la CPU quede reflejada sobre la salida analógica de la ET 200S.

e) Que la entrada analógica de la ET 200S quede reflejada sobre una de las salidas analógicas de la CPU.

f) Crear una tabla de variables con los símbolos correspondientes para la visualización de todas y cada una de las variables contenidas en los diferentes componentes que intervienen en la red.

g) Con la ayuda del manual de la ET 200S, añadir una parte de programa necesaria para realizar el diagnóstico con la función de sistema SFC 13 "DPNRM_DG". Generar errores en la ET 200S y razonar el estado de los bytes en cada caso.

3.2.2.2 Material a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

- Un PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado.
- Un módulo Profibus de entradas y salidas ET 200L.
- Un módulo Profibus de entradas y salidas ET 200S.
- Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.
- Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.
- Un ordenador.
- Un paquete de software STEP 7.

3.3 Red Profibus-DP. Dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo

3.3.1 Ejercicio resuelto

3.3.1.1 Objetivos

Otra de las aplicaciones que ofrece la red Profibus, aparte del tipo de red basada en equipos de periferia descentralizada como los módulos de E/S, es la de integrar otro PLC en esa red en donde se pueda intercambiar datos entre los dos PLC, el master y el esclavo.

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por un PLC S7-300, como maestra de la red, y otro PLC S7-300, como esclavo.

A continuación, se representa un ejemplo de configuración y sus componentes:

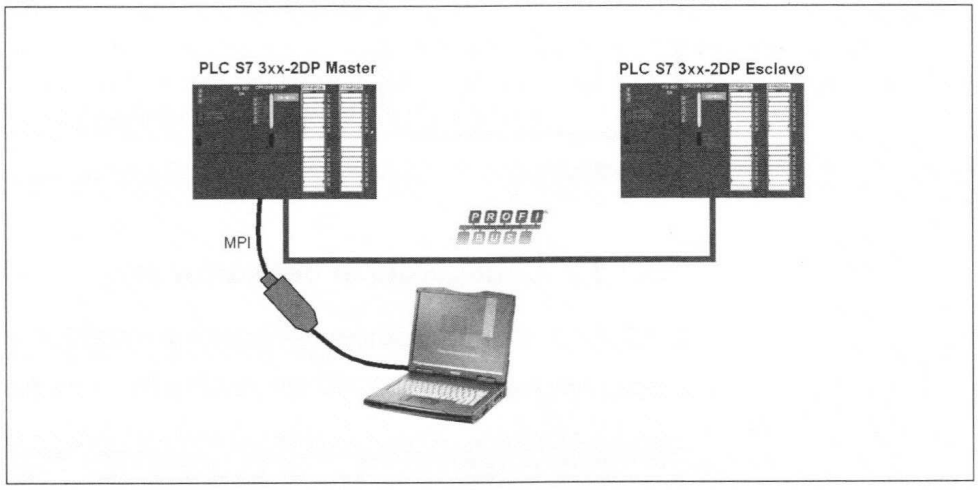


Figura 3.3.1

3.3.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

- Dos PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado.
- Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.
- Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.
- Un ordenador.
- Paquete de software STEP 7.

3.3.1.3 Desarrollo del ejercicio

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por un PLC S7-300 con CPU 314C-2DP, como master de la red y otro PLC S7-300 con CPU 314C-2DP, como esclavo.

3.3.1.3.1 Creación de un proyecto en STEP 7

Crear un nuevo proyecto:

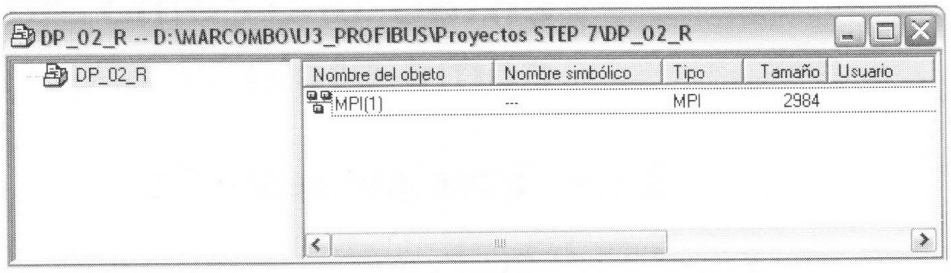


Figura 3.3.2

al que le incluimos un equipo SIMATIC 300. Al hacer clic en el botón derecho, elegir Insertar nuevo objeto → SIMATIC 300:

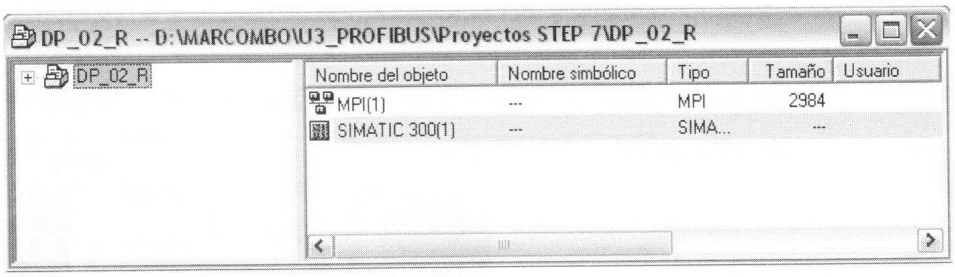


Figura 3.3.3

3.3.1.3.2 Configuración del hardware

3.3.1.3.2.1 Configuración del hardware del PLC esclavo

Desplegamos el equipo SIMATIC 300 creado y, haciendo doble clic sobre hardware.

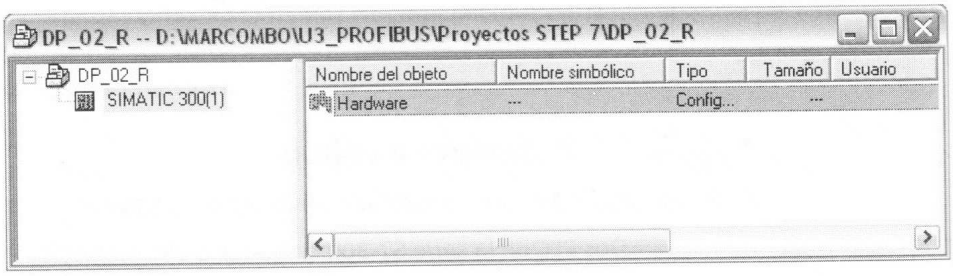
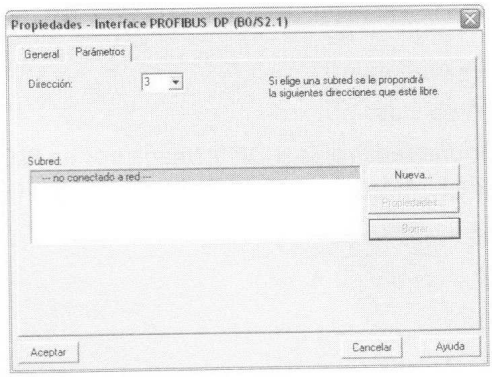


Figura 3.3.4

Figura 3.3.5



Se abrirá el subprograma HW-Config para configurar el hardware del PLC. Incluimos:

- Perfil soporte.
- Fuente de alimentación.
- CPU 314C-2DP.

Al insertar la CPU 314C-2DP, nos pedirá el tipo de red que le queremos asignar, apareciendo una ventana como la siguiente.

Por defecto aparece la dirección 2. Abriendo el desplegable elegimos la dirección 3 para este PLC que realizará las funciones de esclavo. A continuación, pulsamos sobre el botón "Nueva..." para asignarle el tipo de red a la cual pertenecerá este PLC.

La pestaña "General" (figura 3.3.6) la podemos completar de forma opcional con los datos del creador y algún comentario, y en la pestaña "Ajustes de red" (figura 3.3.7) la configuración para una red Profibus-DP a una velocidad de 1,5 Mbit/s.

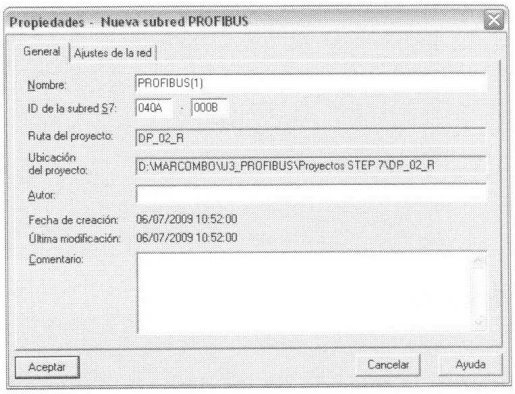


Figura 3.3.6

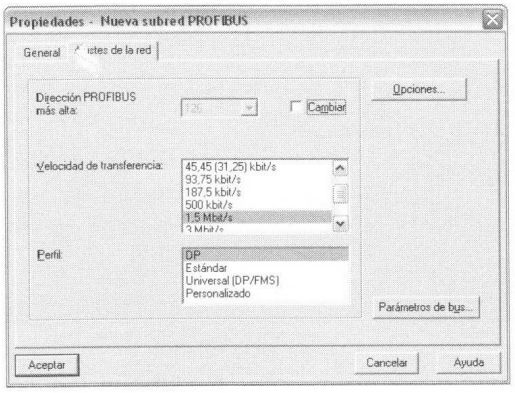


Figura 3.3.7

Después de aceptar estas ventanas de configuración, tendremos la siguiente ventana (figura 3.3.8) en la que ya aparece la red configurada.

Una vez aceptada la nueva configuración, y tras pulsar el botón "Aceptar", se observa cómo no aparece la red Profibus configurada a partir de la interfaz DP del PLC, ya que éste ha sido configurado como esclavo y, por tanto, aparece algo similar a lo mostrado en la siguiente ventana (figura 3.3.9).

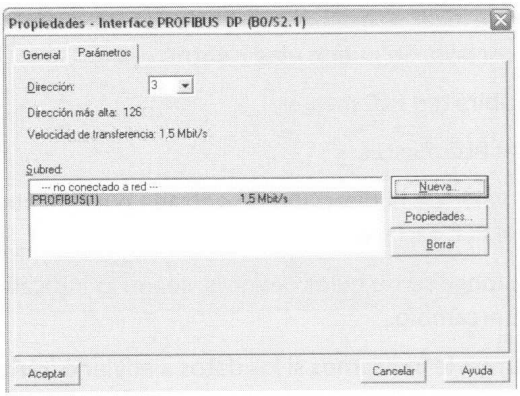


Figura 3.3.8

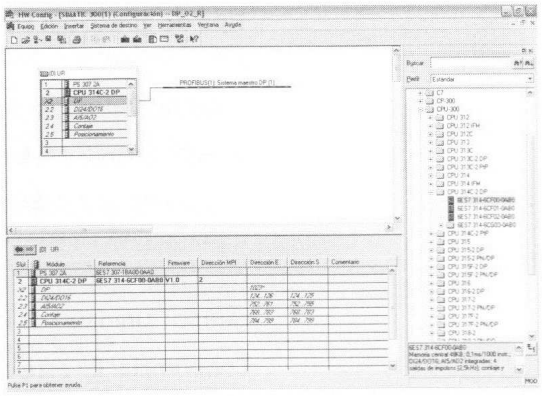


Figura 3.3.9

Ahora, y para tomar que este PLC será el que hará las funciones de esclavo, hacemos un doble click sobre la interfaz DP de la parrilla de configuración y que, tras modificar el nombre de la referencia, aparece:

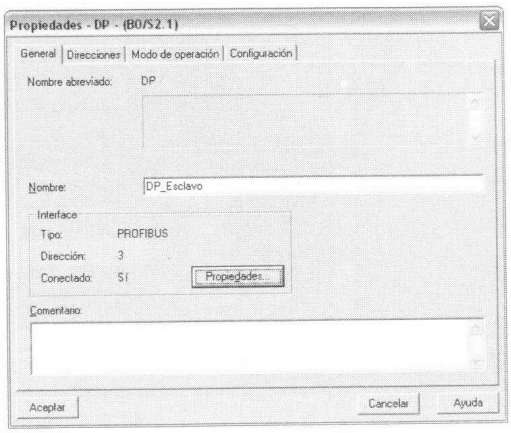


Figura 3.3.10

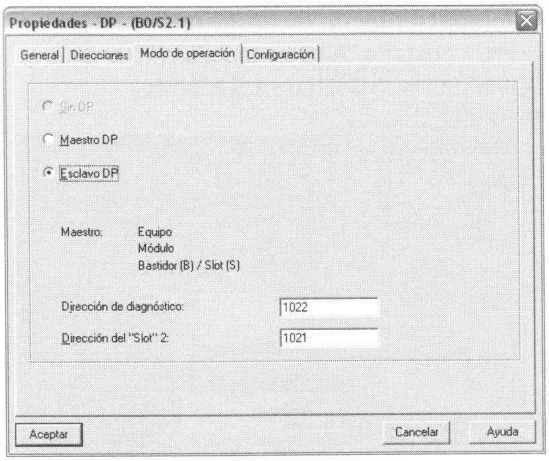


Figura 3.3.11

Eligiendo la pestaña "Modo de operación" se verifica que aparece configurado por defecto como Maestro DP. Ya que este PLC trabajará como esclavo de la red, debemos seleccionar la opción "Esclavo DP".

A continuación, configuramos la relación de los datos que queremos intercambiar con el PLC master, lo que se realiza en la pestaña "Configuración":

Una vez tenemos visualizada la pantalla de "Configuración", pulsamos el botón "Nuevo..." y aparece la siguiente ventana de configuración (figura 3.3.13).

Debemos completar la parte derecha de la ventana (figura 3.3.13), que está identificada con "**local: esclavo**" y que dispone de los siguientes campos:

Dirección DP: Es la dirección que durante la configuración le hemos asignado.

Nombre: Es la etiqueta que le hemos asignado durante la configuración al interfaz DP.

Tipo de dirección: En este lugar se asignará un buffer de intercambio de datos entre el PLC master y el PLC esclavo. Se puede elegir entre:

Entrada: Datos que recibirá del PLC master.

Salida: Datos a enviar al PLC master.

Dirección: Se indica el valor de la dirección de entrada o salida libre de la PAE (entrada) o PAA (salida) del PLC esclavo.

Longitud: Indicamos la longitud de bytes o words, según lo indicado en el siguiente campo "Unidad", de intercambio.

Coherencia: En este campo le indicamos si los datos a enviar o irán serán en un mismo paquete de datos (Total) o byte a byte o word a word (Unidad), según lo elegido en el campo "Unidad".

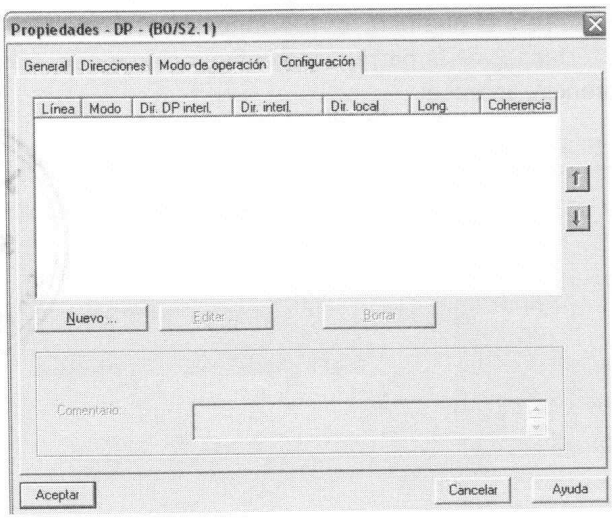


Figura 3.3.12

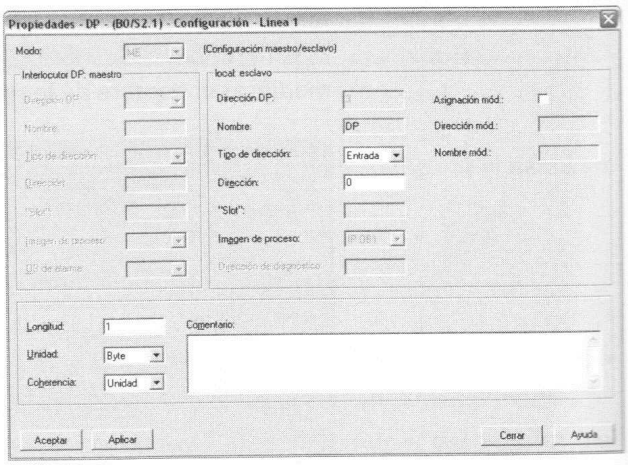


Figura 3.3.13

Para nuestro ejemplo, configuramos una palabra de datos de entrada:

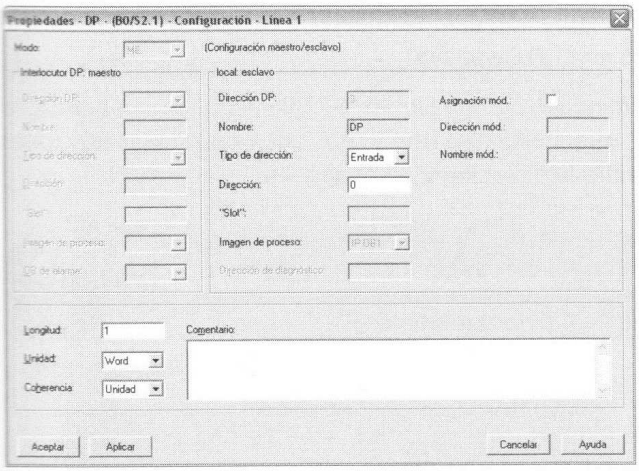


Figura 3.3.14

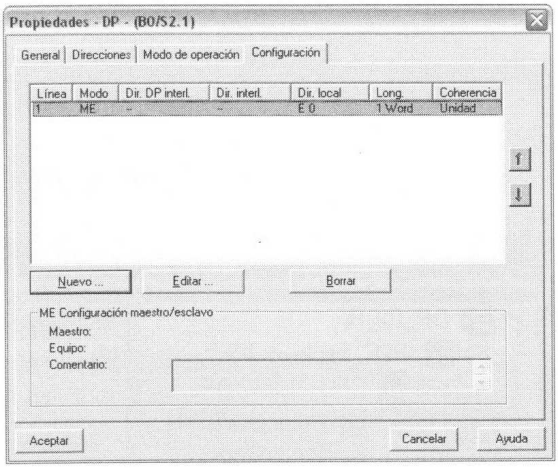


Figura 3.3.15

Tras completar los campos correspondientes y pulsar el botón "Aceptar", volvemos a pulsar el botón "Nuevo..." para asignar otra palabra, en este caso de salida:

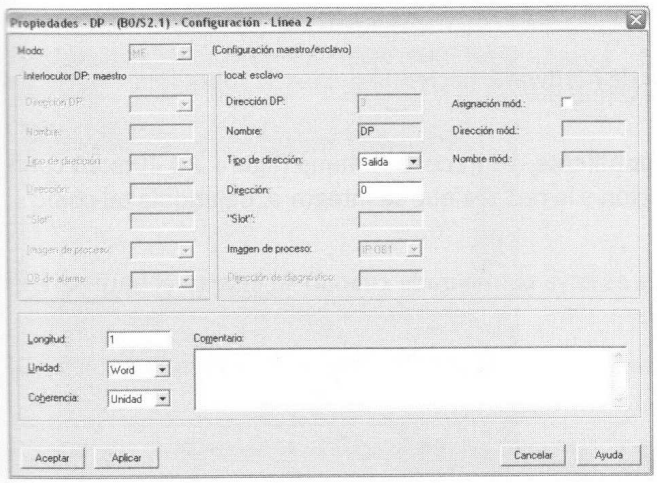


Figura 3.3.16

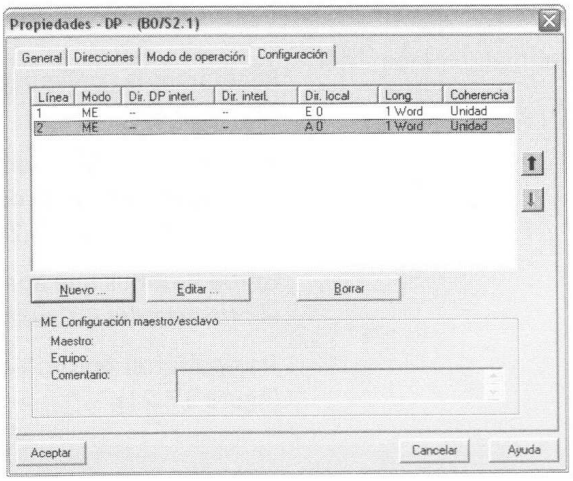


Figura 3.3.17

De esta misma forma podemos ir añadiendo tantos bytes o words de entrada y salida como datos se necesiten intercambiar.

Tras pulsar "Aceptar" en ambas ventanas se da por finalizada la configuración del PLC esclavo. Éste es el momento de compilar y guardar esta configuración de hardware, opción que se puede encontrar en el menú "Equipo → Guardar y compilar".

Cerramos la configuración de hardware (HW-Config). En el Administrador Simatic modificamos el nombre del PLC configurado y lo renombramos como "PLC_Esclavo_#3", este nombre simbólico nos quiere indicar que es un PLC de tipo esclavo y que tiene la dirección 3 de la red Profibus:

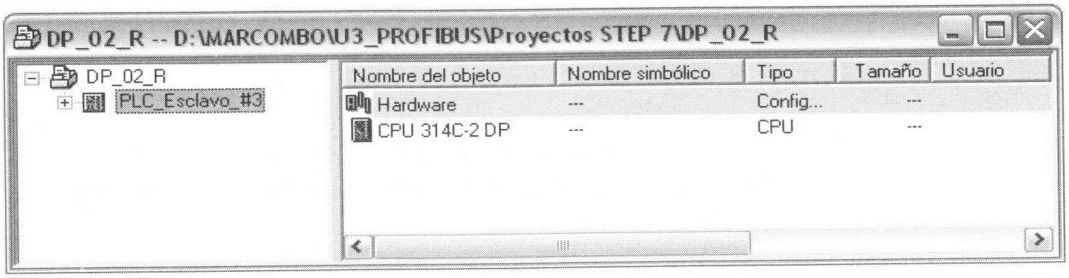


Figura 3.3.18

3.3.1.3.2.2 Configuración del hardware del PLC master

Ahora debemos realizar la configuración del PLC master y enlazar los datos del buffer de comunicación iniciado en el PLC esclavo.

A continuación, insertamos un nuevo equipo Simatic S7-300 al que le cambiamos el nombre por PLC_Master_#2, que indica que será el PLC que realizará las funciones de master de la red y que tendrá la dirección 2 en el bus.

Figura 3.3.19

Realizamos la configuración de hardware, haciendo doble clic sobre "Hardware" del PLC master:

Tras insertar la CPU correspondiente, aparece la ventana (figura 3.3.20)para configurar el número de la dirección y la red a la que se integrará, dejándola tal como se observa en la figura 3.2.20.

La red Profibus que aparece es la ya configurada cuando se insertó el hardware en el proyecto del PLC esclavo.

Tras pulsar el botón "Aceptar" aparece la red Profibus que nace de la interfaz DP (figura 3.3.21).

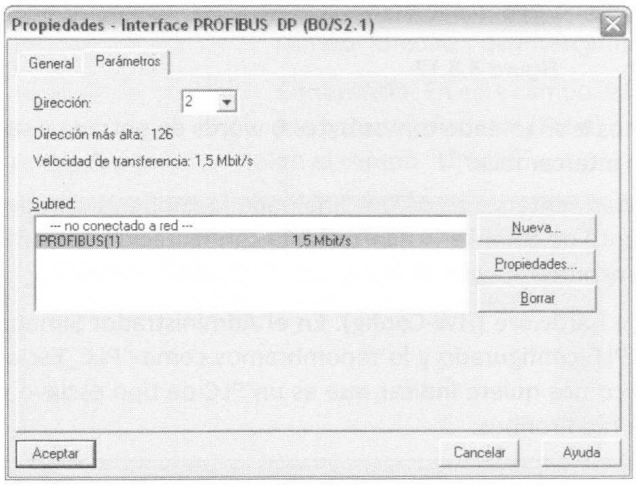


Figura 3.3.20

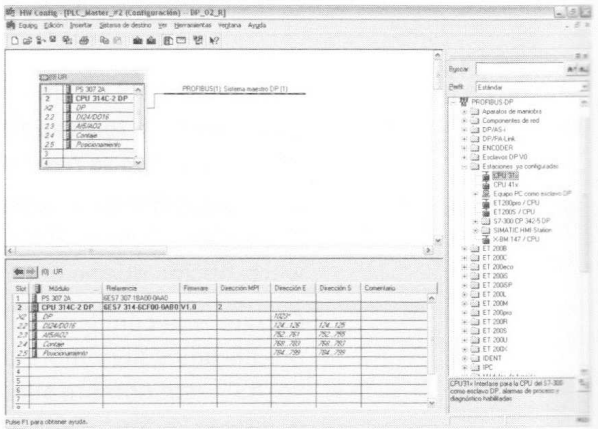


Figura 3.3.21

Del catálogo seleccionamos ahora Profibus-DP → Estaciones ya configuradas → CPU 31x, arrastrando éste hasta la red Profibus configurada, aparecerá la figura 3.3.22.

Seleccionando el esclavo configurado, pulsamos el botón "Acoplar" (figura 3.3.23).

Se puede observar cómo se ha completado el cuadro inferior etiquetado como "Acoplamiento activo".

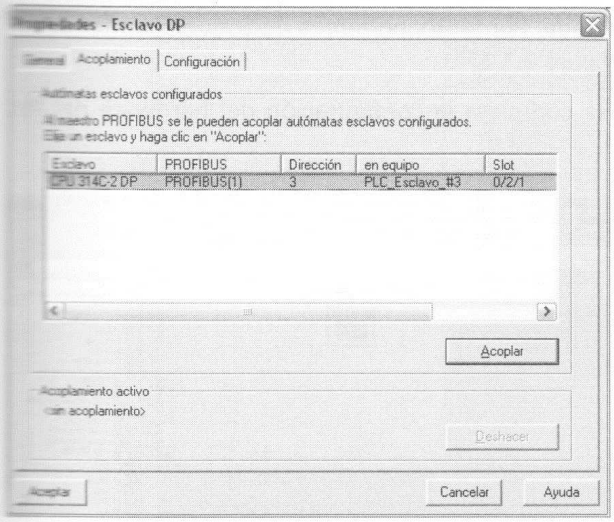


Figura 3.3.22

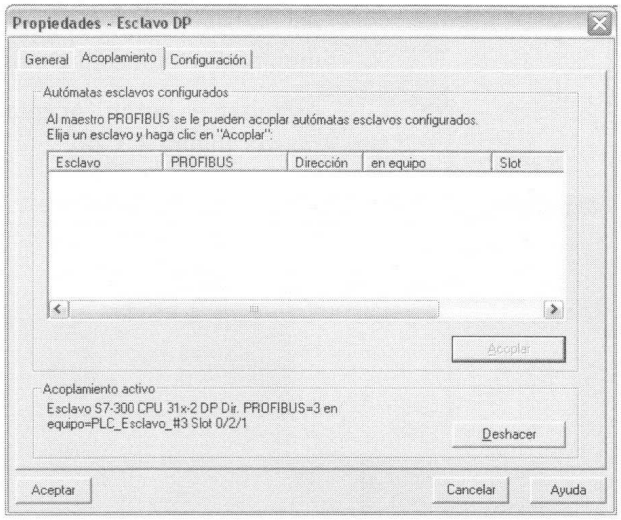
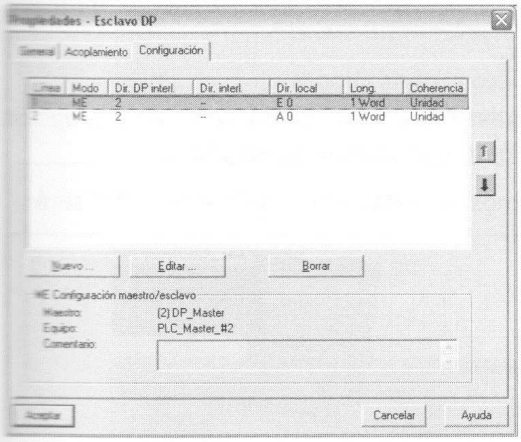


Figura 3.3.23



Ahora, abrimos la pestaña "Configuración", para configurar el buffer de intercambio de datos con el PLC esclavo.

Figura 3.3.24

Seleccionando una a una cada línea y pulsando el botón "Editar...", completamos la configuración del buffer con el PLC esclavo, haciéndolo según se indica en las siguientes figuras:

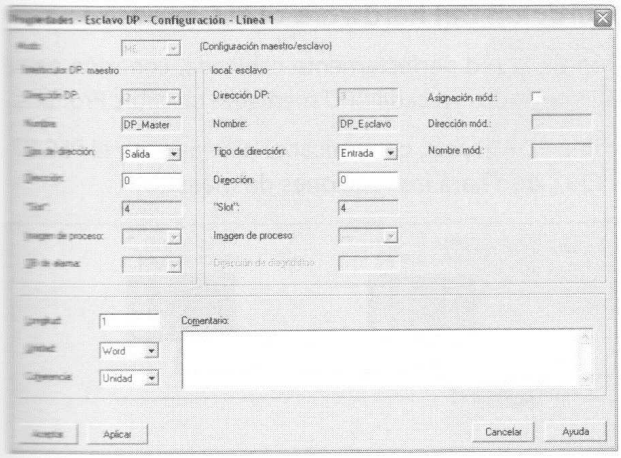


Figura 3.3.25

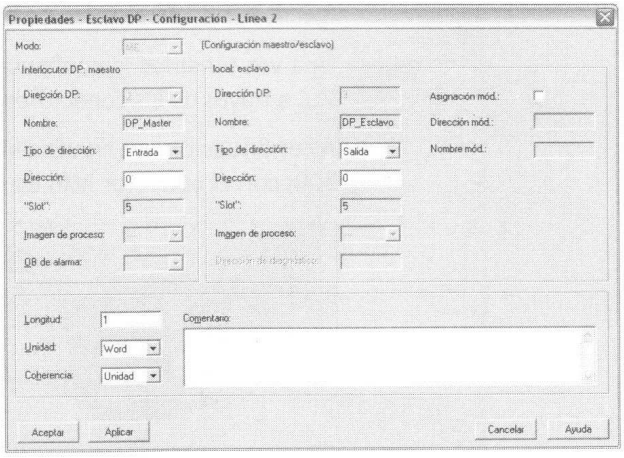


Figura 3.3.26

Una vez realizada la configuración de Entrada, se deberá cerrar la ventana mediante el botón "Aceptar" y señalar la segunda línea para configurar la de Salida. Para finalizar, al pulsar el botón "Aceptar" se observa cómo la pantalla de propiedades del esclavo ha quedado completada. Por tanto, podemos decir que el buffer de comunicación está configurado (figura 3.3.27).

Al pulsar el botón "Aceptar" se completa la configuración del hardware del PLC master (figura 3.3.28).

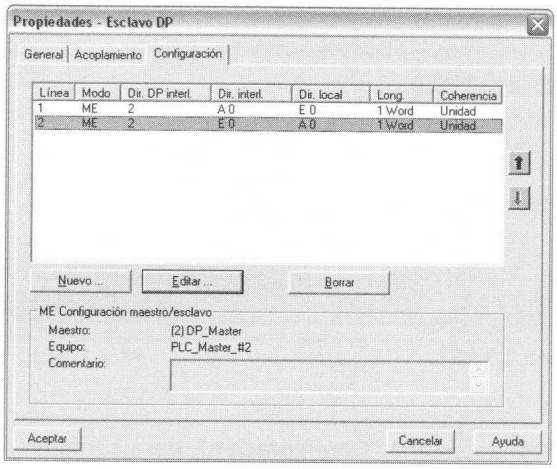


Figura 3.3.27

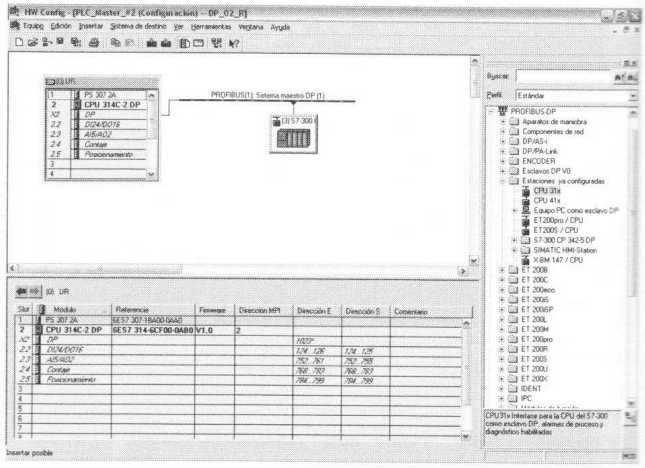


Figura 3.3.28

Éste es el momento de compilar y guardar esta configuración de hardware, opción que se puede encontrar en el menú "Equipo → Guardar y compilar".

La configuración definitiva que tendremos en la PAE y la PAA de los dos PLC será:

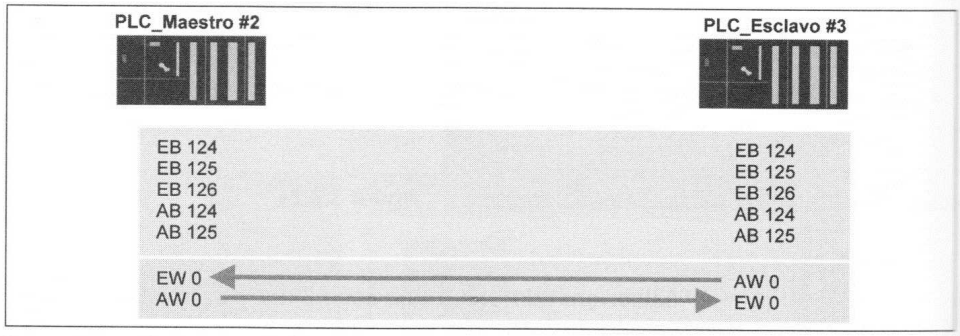


Figura 3.3.29

3.3.1.3.2.3 Enviar la configuración del hardware al PLC maestro

Una vez tenemos la configuración de la red perfectamente cableada, conexión entre PLC a través de los conectores DP integrados en cada CPU mediante un cable Profibus.

A continuación, y a través del cable PC Adapter, comunicar el ordenador y el PLC S7-300, con el conector MPI de la CPU, que hará las funciones de maestro:

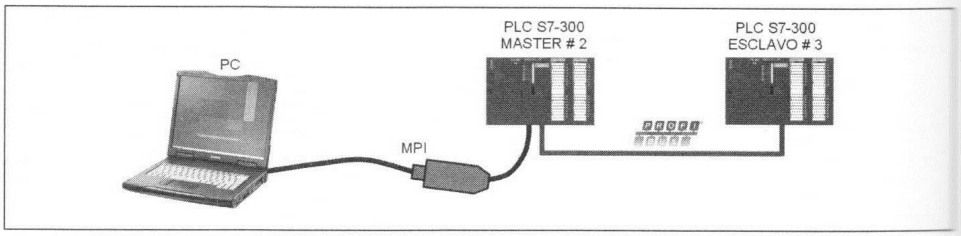


Figura 3.3.30

Dentro del proyecto seleccionamos el PLC que actúa de maestro y abrimos su configuración de hardware. Ahora, mediante el icono "Cargar en módulo", enviamos la configuración del hardware al PLC maestro con la dirección #2.

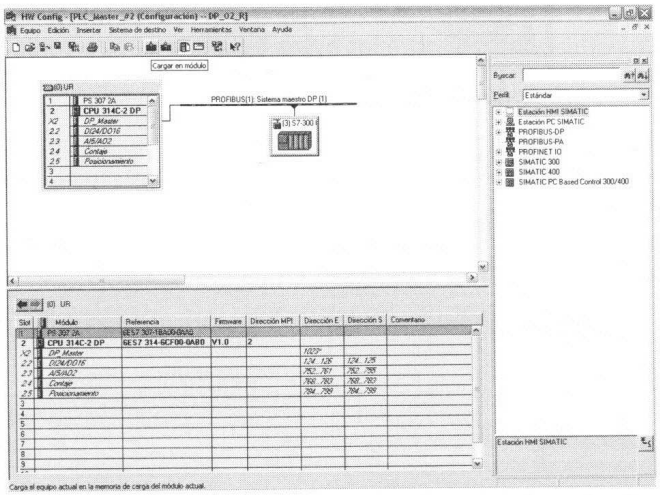


Figura 3.3.31

Ya podemos cerrar la ventana del HW-Config correspondiente al PLC maestro.

3.3.1.3.2.4 Enviar la configuración del hardware al PLC esclavo

Modificando la conexión del cable PC Adapter hacia el conector MPI del PLC S7-300 que hará las funciones de esclavo:

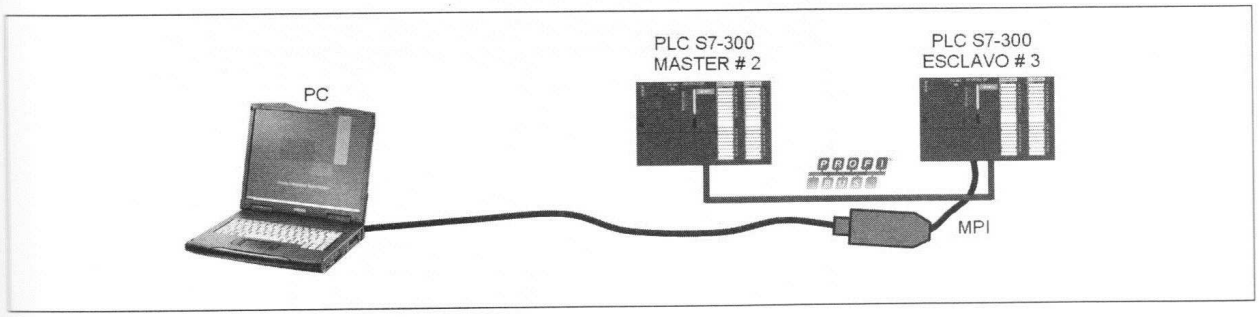


Figura 3.3.32

Dentro del proyecto seleccionamos el PLC que actúa de esclavo y abrimos su configuración de hardware. Ahora, mediante el icono "Cargar en módulo", enviamos la configuración del hardware al PLC esclavo con la dirección #3.

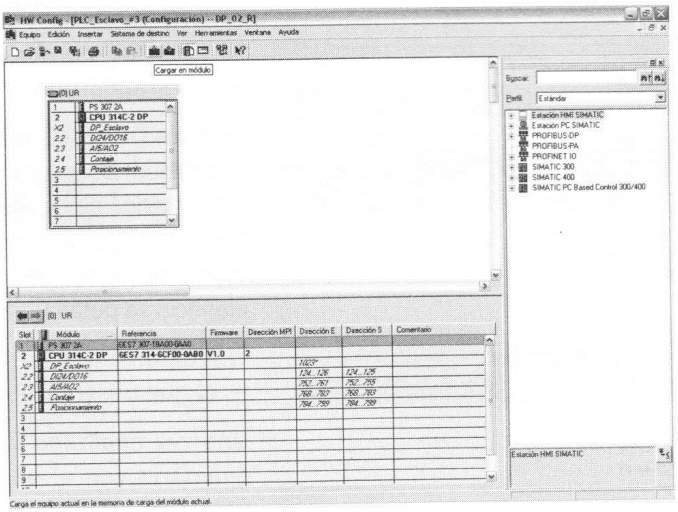


Figura 3.3.33

3.3.1.3.3 Programa para cada PLC

Según la configuración del hardware realizada, programaremos cada uno de los PLC para que se puedan intercambiar datos. En este ejemplo el programa que queremos realizar es enviar el estado de los bytes de entrada EB124 y EB125 y que se copien sobre los bytes de salida AB124 y AB125.

Esquemáticamente seria:

PLC Master #2		PLC Esclavo #3	
Módulo E digitales	**Buffer comunicaciones**		**Módulo S digitales**
Word de entrada EW 124 →	Word de salida AW 0 →	Word de entrada EW 0 →	Word de salida AW 124

PLC Master		PLC Esclavo	
Módulo S digitales	**Buffer comunicaciones**		**Módulo E digitales**
Word de salida AW 124 ←	Word de entrada EW 0 ←	Word de salida AW 0 ←	Word de entrada EW 124

Tabla 3.3.1

3.3.1.3.3.1 Programa para el PLC master

Se deberán crear como mínimo los siguientes módulos:

- OB1 : En donde escribiremos el programa principal.
- OB82 : Módulo de alarmas de diagnóstico.
- OB86 : Módulo de fallo del bastidor DP.

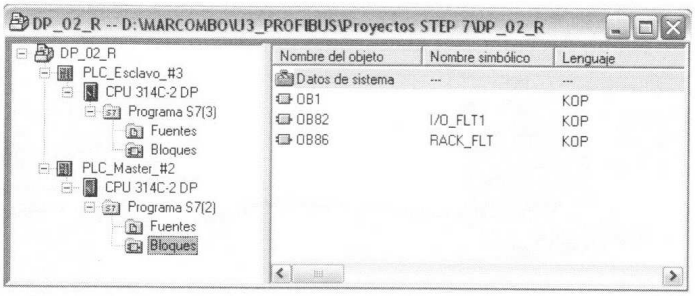


Figura 3.3.34

Los módulos de alarma OB82 y OB86 actúan de forma que, ante una situación de error, la CPU no pase al estado de STOP y continúe en estado RUN aunque los indicadores luminosos de la CPU, como son SF (System Fail) y BF (Bus Fail) continúen encendidos hasta desaparecer los efectos que produjeron los errores.

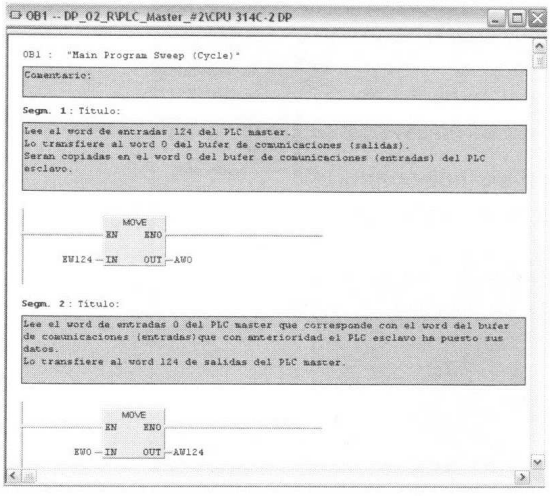


Figura 3.3.35

En estos OB no es necesario programar nada para que realice su función. Se programarán, si queremos que ante un error y su posterior ejecución se pueda analizar el error producido. Para mayor información, se puede acceder al contenido de la ayuda de STEP 7 con respecto a estos OB y que a al final del ejercicio se detalla.

El programa que introduciremos en el OB1 del PLC master es el que observamos en la figura 3.3.35.

Una vez finalizado el proceso de escritura del programa, guardarlo con el botón "Disquete". A continuación, salir del editor de programas KOP/AWL/FUP.

Hay que asegurarse de tener conectado el ordenador y el PLC mediante el cable PC Adapter:

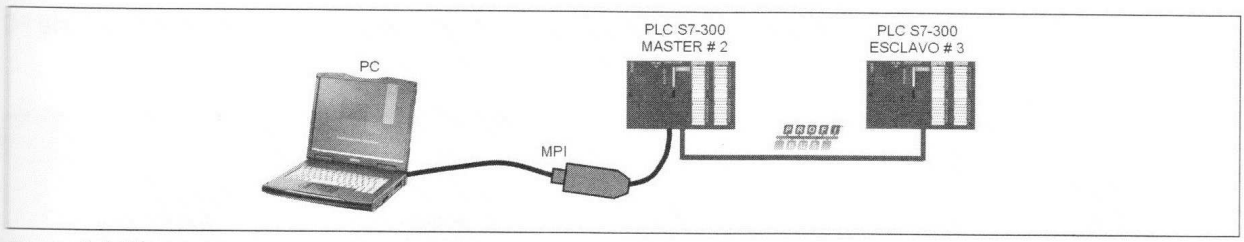


Figura 3.3.36

Enviar todos los módulos a la CPU maestro seleccionando todos los módulos y pulsando el botón de "Cargar", tal y como se observa en la siguiente figura:

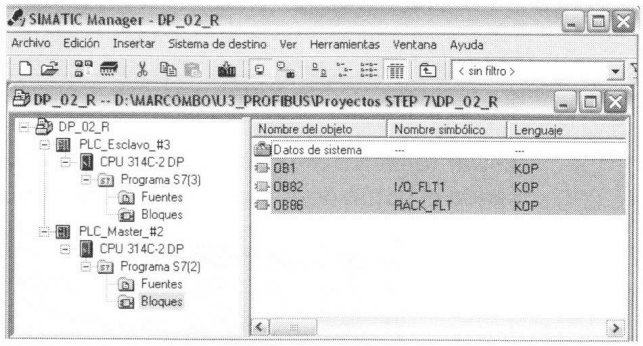


Figura 3.3.37

3.3.1.3.3.2 Programa para el PLC esclavo

Para cargar el programa al PLC esclavo actuamos de idéntica forma que para el PLC master. Por tanto, crearemos los siguientes módulos:

- OB1 : En donde escribiremos el programa principal.
- OB82 : Módulo de alarmas de diagnóstico.
- OB86 : Módulo de fallo del bastidor DP.

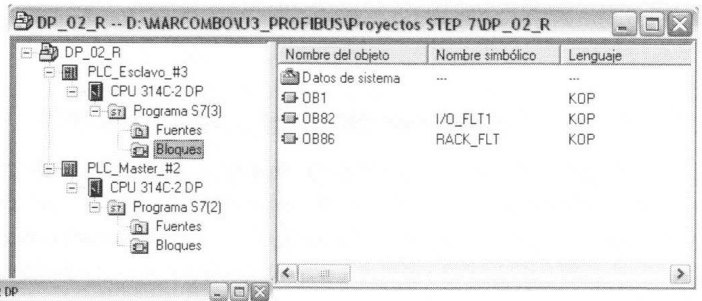
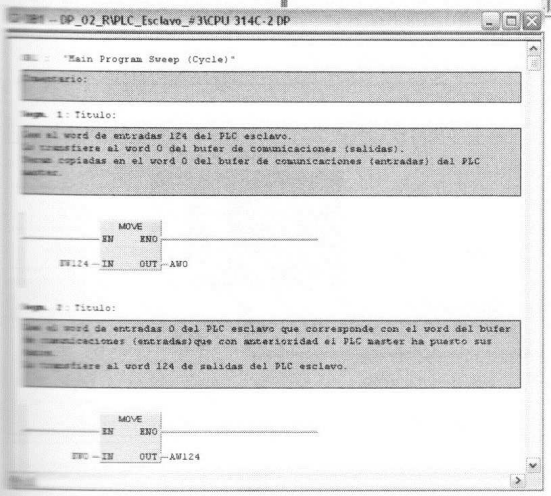


Figura 3.3.38



El programa que introduciremos en el OB1 del PLC esclavo será el representado en la figura.

Figura 3.3.39

Una vez finalizado el proceso de escritura del programa, guardarlo con el botón "Disquete". A continuación, salir del editor de programas KOP/AWL/FUP.

Hay que asegurarse de tener conectado el ordenador y el PLC mediante el cable PC Adapter:

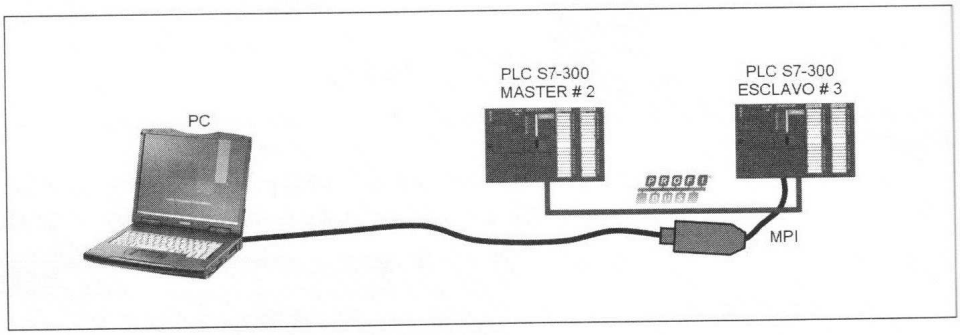


Figura 3.3.40

Enviar todos los módulos a la CPU esclavo seleccionando todos los módulos y pulsando el botón de "Cargar", tal y como se observa en la siguiente figura:

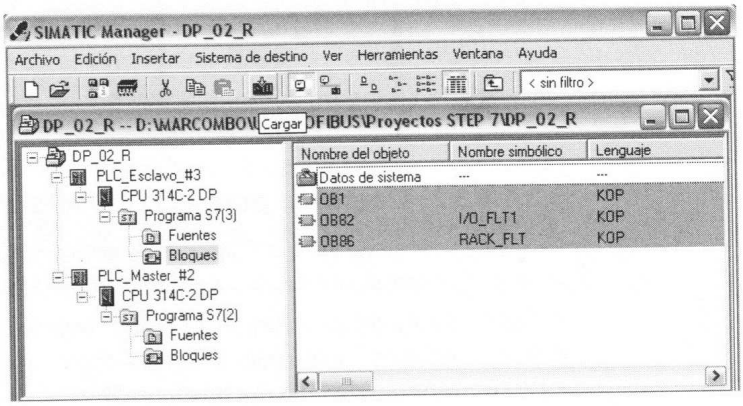


Figura 3.3.41

3.3.1.3.3.3 Comprobación del funcionamiento

Como paso previo antes de comprobar el funcionamiento del ejemplo, y si no lo hemos realizado anteriormente, debemos realizar el conexionado necesario para el montaje de la red Profibus. Para ello bastará con unir los dos PLC, maestro y esclavo, con el cable de red Profibus a través de los conectores DP integrados en cada CPU, tal como se indica en la siguiente figura:

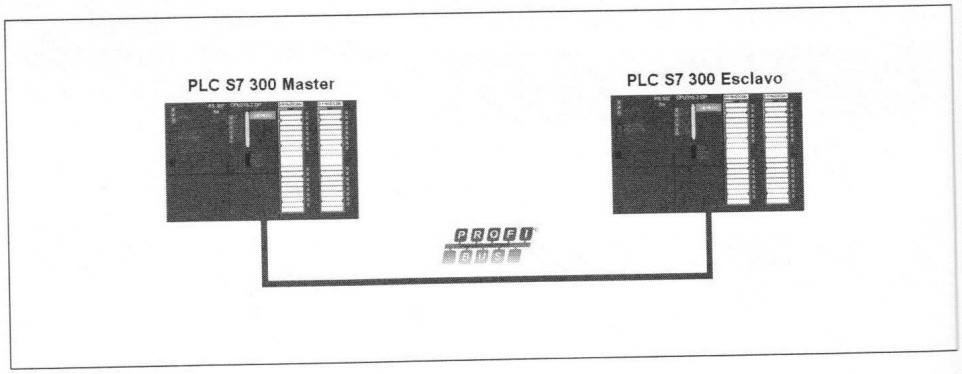
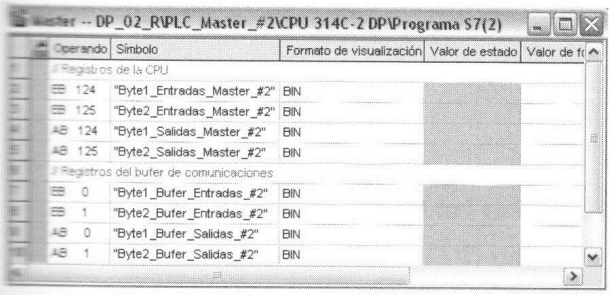


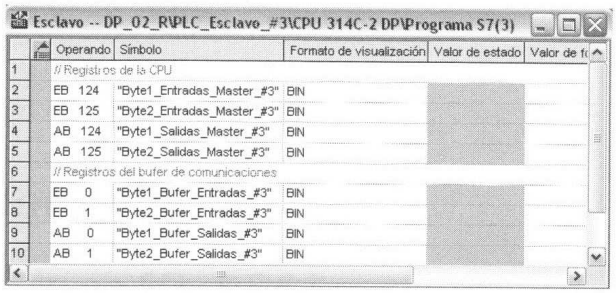
Figura 3.3.42

3.3.1.3.3.4 Visualización por tabla de variables

Para poder comprobar el funcionamiento nos podemos ayudar de una tabla de variables. A continuación, se muestra una configuración para poder visualizar todos los datos que intervienen en los programas enviados:



PLC MAESTRO#2



PLC MAESTRO#3

Figura 3.3.43

3.3.2 Ejercicio propuesto

3.3.2.1 Objetivos

Como ejercicio se propone configurar un buffer de intercambio entre el PLC maestro y el esclavo, de forma que:

En el PLC maestro se programará un circuito paro-marcha, en donde:

E124.0 : Pulsador de paro.
E124.1 : Pulsador de marcha.
A124.0 : Señalización de circuito en marcha.

Cuando el circuito programado en el PLC maestro está en marcha (A124.0=1), el PLC esclavo le enviará los datos correspondientes a:

- El byte de la marca de ciclo del PLC esclavo deberá ser reflejada en un byte de salidas del PLC maestro.
- El valor de una entrada analógica del PLC esclavo deberá ser reflejada en una salida analógica del PLC maestro.

Además, el PLC maestro enviará el valor de una de las entradas analógicas al PLC esclavo siempre que su entrada E125.0 esté activa. Este valor, al ser recogido por el PLC esclavo, lo reflejará sobre una de sus salidas analógicas.

Se acompaña una tabla para clarificar cómo se deberá configurar el buffer de comunicaciones:

PLC Master #2		PLC Esclavo #3	
Módulo E/S	**Buffer comunicaciones**		**Módulo E/S**
Entrada analógica →	Word de salida →	Word de entrada →	Salida analógica
Byte entrada digital →	Byte de salida →	Byte de entrada →	Byte de salida digital

PLC Master #2		PLC Esclavo #3	
Módulo E/S	**Buffer comunicaciones**		**Módulo E/S**
Byte de salida digital ←	Byte de entrada ←	Byte de salida ←	Marca de ciclo
Salida analógica ←	Word de entrada ←	Word de salida ←	Entrada analógica

Tabla 3.3.2

3.3.2.2 Material a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado con E/S digitales y analógicas.

Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.

Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un ordenador.

Un paquete de software STEP 7.

3.3.3 Información anexa

3.3.3.1 OB de alarmas

3.3.3.1.1 OB de fallo del bastidor (OB 86)

Descripción

El sistema operativo de la CPU llama al OB 86 cuando se reconoce el fallo de un bastidor (excepto en la CPU 318), de un sistema maestro DP o de una estación de la periferia descentralizada (tanto cuando se produce un evento entrante como un evento saliente).

Si no ha sido programado el OB 86 y se produce un error de este tipo, la CPU pasa al estado operativo STOP.

Mediante las SFC 39 hasta 42 es posible bloquear o retardar y habilitar de nuevo el OB 86.

Datos locales del OB de fallo de bastidor

La tabla siguiente contiene las variables temporales (TEMP) del OB de fallo de bastidor. Como nombres de variables se han elegido los nombres por defecto del OB 86.

Variable	Tipo de datos	Descripción
OB86_EV_CLASS	BYTE	Clase de evento e identificadores: B#16#38: Evento saliente B#16#39: Evento entrante
OB86_FLT_ID	BYTE	Código de error (valores posibles: B#16#C1, B#16#C2, B#16#C3, B#16#C4, B#16#C5, B#16#C6, B#16#C7, B#16#C8)
OB86_PRIORITY	BYTE	Prioridad; parametrizable con STEP 7 (HW Config)
OB86_OB_NUMBR	BYTE	Número de OB (86)
OB86_RESERVED_1	BYTE	Reservado
OB86_RESERVED_2	BYTE	Reservado
OB86_MDL_ADDR	WORD	Depende del código de error
OB86_RACKS_FLTD	ARRAY [0 ..31]OF BOOL	Depende del código de error
OB86_DATE_TIME	DATE_AND_TIME	Fecha y hora a las que se solicitó el OB

Tabla 3.3.3

En caso de querer programar el OB 86 en función de los posibles códigos de error, es recomendable organizar las variables locales del modo siguiente:

Variable	Tipo de datos
OB86_EV_CLASS	BYTE
OB86_FLT_ID	BYTE
OB86_PRIORITY	BYTE
OB86_OB_NUMBR	BYTE
OB86_RESERVED_1	BYTE
OB86_RESERVED_2	BYTE
OB86_ OB86_MDL_ADDR	WORD
OB86_Z23	DWORD
OB86_DATE_TIME	DATE_AND_TIME

Tabla 3.3.4

La siguiente tabla muestra qué evento ha causado el arranque del OB 86.

OB86_EV_CLASS	OB86_FLT_ID	Significado
B#16#39	B#16#C1	Fallo de aparato de ampliación • OB86_MDL_ADDR: Dirección básica lógica del IM • OB86_Z23: contiene un bit para cada aparato de ampliación posible: Los aparatos de ampliación que han provocado la llamada del OB 86 se notifican como en fallo (se activan los bits correspondientes). Los aparatos de ampliación que han fallado antes ya no se indican. • Bit 0: siempre 0 • Bit 1: 1. Aparato de ampliación • Bit 21: 21. Aparato de ampliación • Bit 22 hasta 29: siempre 0 • Bit 30: fallo de, como mínimo, un aparato de ampliación en el área SIMATIC S5 • Bit 31: siempre 0
B#16#38	B#16#C1	Regreso del aparato de ampliación OB86_MDL_ADDR como con OB86_FLT_ID=B#16#C1. En OB86_Z23 se notifican los aparatos de ampliación que han regresado (se activan los bits correspondientes).
B#16#38	B#16#C2	Regreso del aparato de ampliación (Fallo de aparato de ampliación saliente en diferencia configuración teórica/real) • OB86_MDL_ADDR: dirección básica lógica del IM • OB86_Z23: contiene un bit para cada aparato de ampliación posible, consulte OB86_FLT_ID B#16#C1. Significado de un bit activado: en el aparato de ampliación afectado: o Hay módulos con identificador de módulo incorrecto. o Faltan módulos configurados. o Como mínimo un módulo es defectuoso.
B#16#39	B#16#C3	Periferia descentralizada: fallo de un sistema maestro DP (sólo un evento entrante conduce al arranque del OB 86 con código de error B#16#C3. Un evento saliente provoca el arranque del OB 86 con código de error B#16#C4: • El restablecimiento de cualquier estación DP subordinada provoca el arranque del OB 86) • Dirección básica lógica de la maestra DP • ID del sistema maestro DP o Bits 0 a 7: reservado. o Bits 8 a 15: ID del sistema maestro DP. o Bits 16 a 31: reservado.

OB86_EV_CLASS	OB86_FLT_ID	Significado
B#16#39/B#16#38	B#16#C4	Fallo de un equipo DP Anomalía en un equipo DP Dirección básica lógica de la maestra DP Dirección del esclavo DP afectado: Bits 0 a 7: número de la estación DP Bits 8 a 15: ID del sistema maestro DP Bits 16 a 30: dirección básica lógica en esclavo S7 o dirección de diagnóstico en esclavo DP normalizado Bit 31: identificador I/O
B#16#39/B#16#38	B#16#C5	Fallo de un equipo DP
B#16#38	B#16#C6	OB86_MDL_ADDR y OB86_Z23 como con FLT_ID=B#16#C4 Regreso del aparato de ampliación, pero fallo en la parametrización del módulo. OB86_MDL_ADDR: dirección básica lógica del IM OB86_Z23: contiene un bit para cada aparato de ampliación posible: Bit 0: siempre 0 Bit 1: 1. Aparato de ampliación Bit 21: 21. Aparato de ampliación Bit 22 hasta 30: reservado Bit 31: siempre 0 Significado de un bit activado: en el aparato de ampliación afectado. • Hay módulos con identificador de módulo incorrecto. • Hay módulos con parámetros incorrectos o ausentes.
B#16#38	B#16#C7	Regreso de un equipo DP, pero fallo en la parametrización del módulo· • OB86_MDL_ADDR: dirección básica lógica del maestro DP • Dirección del esclavo DP afectado Bit 0 hasta 7: número del equipo DP Bit 8 hasta 15: ID del sistema maestro DP Bit 16 hasta 30: dirección básica lógica del esclavo DP Bit 31: identificador I/O
B#16#38	B#16#C8	Regreso de un equipo DP, pero diferencia configuración real/teórica· • OB86_MDL_ADDR: dirección lógica del maestro DP • OB86_Z23: Dirección del esclavo DP afectado: Bit 0 hasta 7: número del equipo DP Bit 8 hasta 15: ID del sistema maestro DP Bit 16 hasta 30: dirección básica lógica del esclavo DP Bit 31: identificador I/O

Nota: Si utiliza una CPU compatible con un DPV1, puede obtener más información acerca de la alarma por medio del SFB 54 "RALRM" que contiene información adicional a la información inicial de OB. Esto también encuentra aplicación cuando se utiliza el maestro DP con un modo S7 compatible o cuando se utiliza el maestro DP en un modo S7 compatible.

Tabla 3.3.5

3.3.3.2 OB de alarma de diagnóstico (OB82)

Descripción

Cuando un módulo con aptitud de diagnóstico (diagnosticable), en el que se ha habilitado la alarma de diagnóstico, reconoce un error, envía una solicitud de alarma de diagnóstico a la CPU (tanto en caso de un evento entrante como de uno saliente) y, en consecuencia, el sistema operativo llamará al OB82.

El OB 82 contiene en sus variables locales la dirección básica lógica, así como una información de diagnóstico de cuatro bytes de longitud del módulo defectuoso (véase la tabla siguiente).

Si no se ha programado el OB82, la CPU pasa al estado operativo STOP.

Con ayuda de las SFC 39 hasta 42 es posible bloquear o retardar y habilitar de nuevo el OB de alarma de diagnóstico.

Datos locales del OB de alarma de diagnóstico.

La tabla siguiente contiene las variables temporales (TEMP) del OB de alarma de diagnóstico. Como nombres de variables se han elegido los nombres por defecto del OB82.

Variable	Tipo de datos	Descripción
OB82_EV_CLASS	BYTE	Clase de evento e identificadores: • B#16#38: Evento saliente • B#16#39: Evento entrante
OB82_FLT_ID	BYTE	Código de error (B#16#42)
OB82_PRIORITY	BYTE	Prioridad; parametrizable con STEP 7 (HW Config)
OB82_OB_NUMBR	BYTE	Número de OB (82)
OB82_RESERVED_1	BYTE	Reservado
OB82_IO_FLAG	BYTE	Módulo de entrada: B#16#54 Módulo de salida: B#15#55
OB82_MDL_ADDR	WORD	Dirección básica lógica del módulo en el que se ha producido el error
OB82_MDL_DEFECT	BOOL	Anomalía de módulo
OB82_INT_FAULT	BOOL	Error interno
OB82_EXT_FAULT	BOOL	Error externo
OB82_PNT_INFO	BOOL	Error de canal presente
OB82_EXT_VOLTAGE	BOOL	Falta tensión auxiliar externa
OB82_FLD_CONNCTR	BOOL	Falta conector frontal
OB82_NO_CONFIG	BOOL	Módulo no parametrizado
OB82_CONFIG_ERR	BOOL	Parámetros erróneos en el módulo
OB82_MDL_TYPE	BYTE	Bit 0 hasta 3: Clase de módulo Bit 4: Información de canal existente Bit 5: Información de usuario existente Bit 6: Alarma de diagnóstico del representante Bit 7: Reserva
OB82_SUB_MDL_ERR	BOOL	Submódulo de usuario erróneo/faltante
OB82_COMM_FAULT	BOOL	Anomalía de comunicación
OB82_MDL_STOP	BOOL	Estado operativo (0: RUN, 1: STOP)
OB82_WTCH_DOG_FLT	BOOL	Ha actuado la supervisión temporal
OB82_INT_PS_FLT	BOOL	Ha fallado la tensión de alimentación interna del módulo
OB82_PRIM_BATT_FLT	BOOL	Pila descargada
OB82_BCKUP_BATT_FLT	BOOL	Ha fallado el respaldo completo
OB82_RESERVED_2	BOOL	Reservado
OB82_RACK_FLT	BOOL	Fallo de bastidor
OB82_PROC_FLT	BOOL	Fallo de procesador
OB82_EPROM_FLT	BOOL	Error EPROM
OB82_RAM_FLT	BOOL	Error RAM
OB82_ADU_FLT	BOOL	Error conversión AD/DA
OB82_FUSE_FLT	BOOL	Fallo de fusible
OB82_HW_INTR_FLT	BOOL	Alarma de proceso perdida
OB82_RESERVED_3	BOOL	Reservado
OB82_DATE_TIME	DATE_AND_TIME	Fecha y hora a las que se solicitó el OB

Nota: Si utiliza una CPU compatible con un DPV1, puede obtener más información acerca de la alarma por medio del SFB 54 "RALRM" que contiene información adicional a la información inicial de OB. Esto también encuentra aplicación cuando se utiliza el maestro DP con un modo S7 compatible o cuando se utiliza el maestro DP en un modo S7 compatible.

Tabla 3.3.6

3.4 Red Profibus-DP. PLC con CP 342-5 como maestro y ET como esclavo

3.4.1 Ejercicio resuelto

3.4.1.1 Objetivos

Este ejercicio es una variante del ejercicio "3.2. Red Profibus-DP. CPU S7-300 como maestro y ET como esclavo", en donde la diferencia está en que si estamos trabajando con una CPU que no dispone de puerto DP integrado y queremos realizar el montaje de una red Profibus-DP, debemos añadir un procesador de comunicaciones, por ejemplo CP 342-5, que realizará las funciones de master de la red y que intercambiará datos con la CPU del mismo bastidor en donde se encuentra.

Esta CP intercambiará datos con otros esclavos mediante un buffer de entradas y otro de salidas, y que la CPU podrá tener acceso a estos buffer mediante dos funciones como son:

- FC1. DP_SEND, la CPU escribe en el buffer de salidas de la CP.
- FC2. DP_RECV, la CPU lee del buffer de entradas de la CP.

Esto significa, a diferencia del primer ejercicio, que los datos no ocupan lugar en la PAE ni la PAA de la CPU, sino que los buffers descritos anteriormente quedarán ocupando memoria de marcas o registros de DB.

A continuación se representa un ejemplo de configuración y sus componentes:

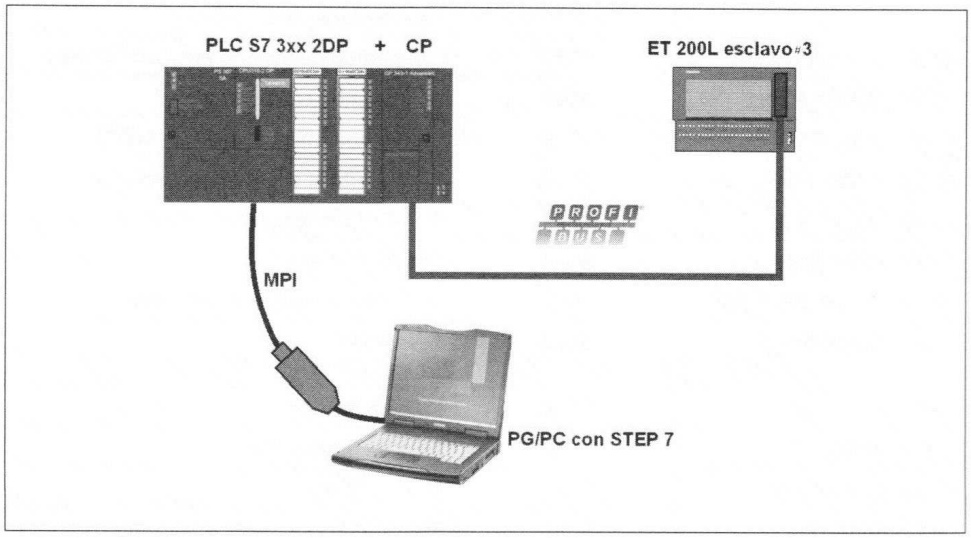


Figura 3.4.1

3.4.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un PLC de la serie S7-300.

Un CP 342-5 maestro de Profibus.

Un Módulo de entradas/salidas de periferia ET 200L.

Un Cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.

Un Cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un Ordenador.

Un paquete de software STEP 7.

3.4.1.3 Desarrollo del ejercicio

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por un PLC S7-300 con CP 342-5, como master de la red y un módulo de 16 entradas/16 salidas de periferia descentralizada, modelo ET 200L.

3.4.1.3.1 Creación de un proyecto en STEP 7

Crear un nuevo proyecto:

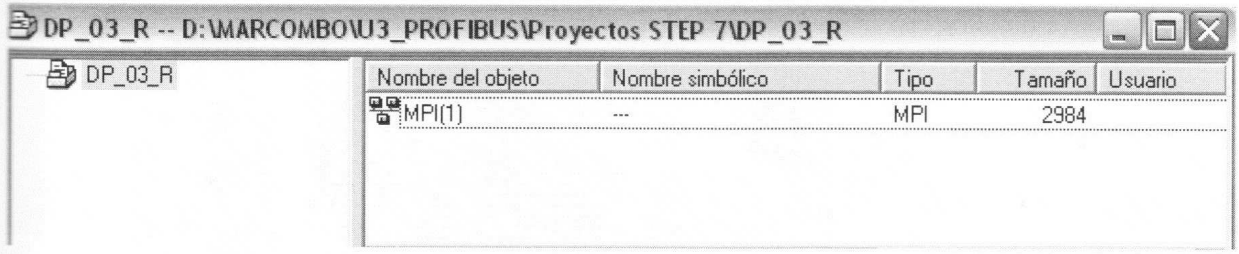


Figura 3.4.2

al que le incluimos un equipo SIMATIC 300. Al hacer clic en el botón derecho, elegir Insertar nuevo objeto → SIMATIC 300:

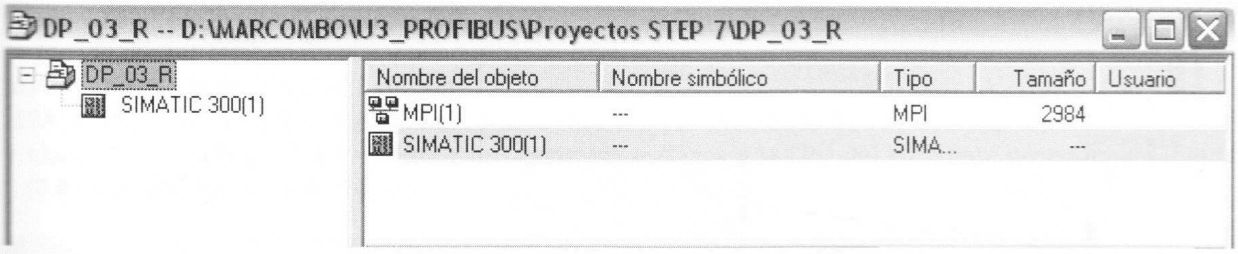


Figura 3.4.3

3.4.1.3.2 Configuración del hardware

3.4.1.3.2.1 Configuración del hardware del PLC esclavo

Desplegamos el equipo SIMATIC 300 creado y, haciendo doble clic sobre hardware,

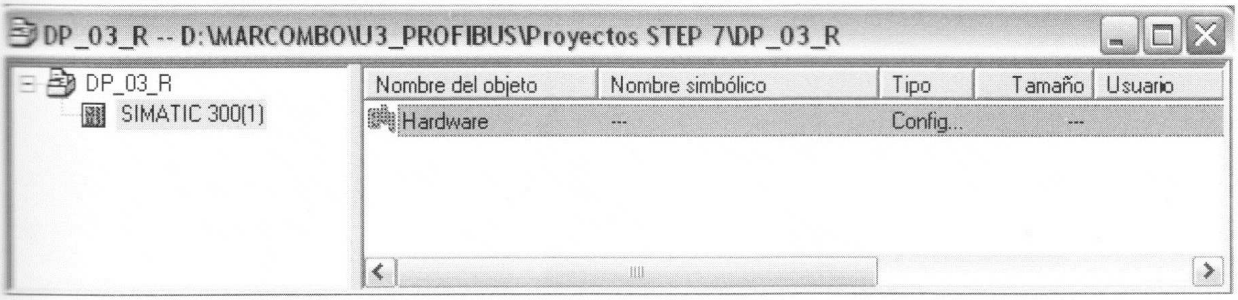


Figura 3.4.4

se abrirá el subprograma HW-Config para configurar el hardware del PLC. Incluimos:

- Perfil soporte.
- Fuente de alimentación.
- CPU 314C-2DP sin ningún tipo de configuración de redes.

Quedando:

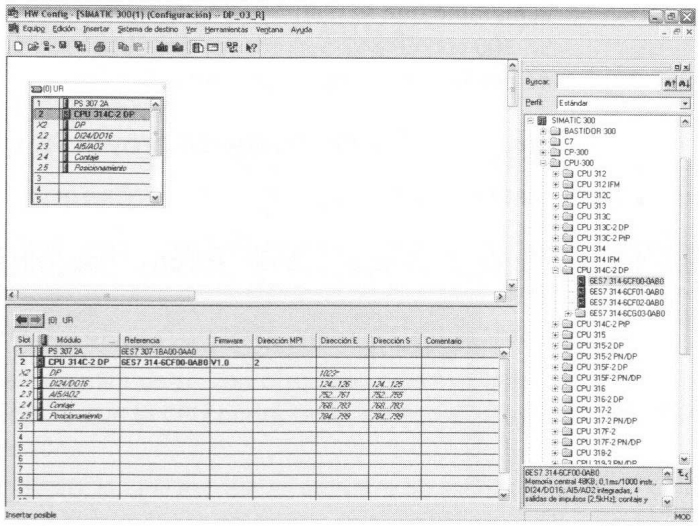


Figura 3.4.5

3.4.1.3.2.2 Insertar el CP 342-5 en el bastidor

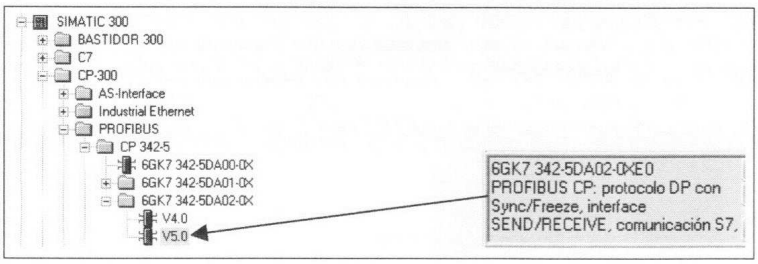


Figura 3.4.6

Del catálogo, buscar el módulo CP disponible y que en nuestro caso lo encontramos en SIMATIC 300 → CP-300 → Profibus → CP 342-5 → 6GK7 342-5DA02-5DA02-0XE0 → V5.0 (o la referencia y versión que se disponga) (figura 3.4.6).

Seleccionándolo y arrastrándolo al slot 4 del bastidor, aparece la ventana de configuración de la red Profibus-DP (figura 3.4.7).

Ahora, según lo visto en ejercicios anteriores, configuramos los parámetros de la red Profibus haciendo que esta CP 342-5 realice las funciones de master de la red (figura 3.4.8).

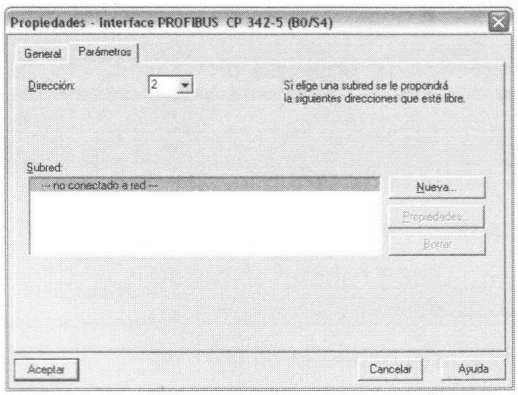


Figura 3.4.7

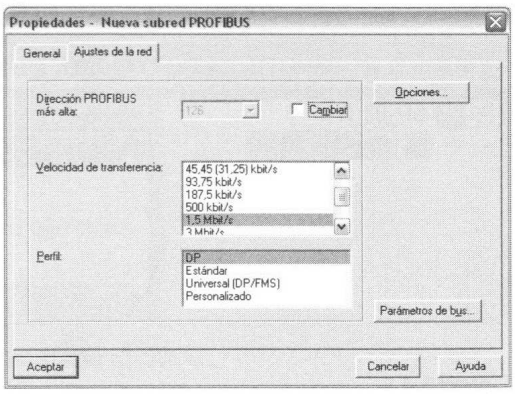


Figura 3.4.8

Al pulsar el botón "Aceptar", se observan las propiedades de la red Profibus configurada (figura 3.4.9), en donde vemos cómo la dirección por defecto es la "2", dirección que también puede ser la dirección de otra red Profibus de la interfaz DP integrada en la CPU. Y es que la CP tiene su propia interfaz DP y que es totalmente diferente e independiente de la interfaz DP integrada en la CPU.

Al pulsar el botón "Aceptar" aparece la CP 342-5 insertada en el bastidor (figura 3.4.10).

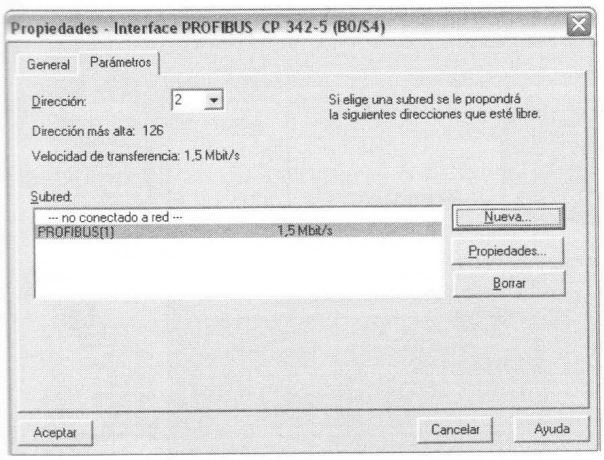


Figura 3.4.9

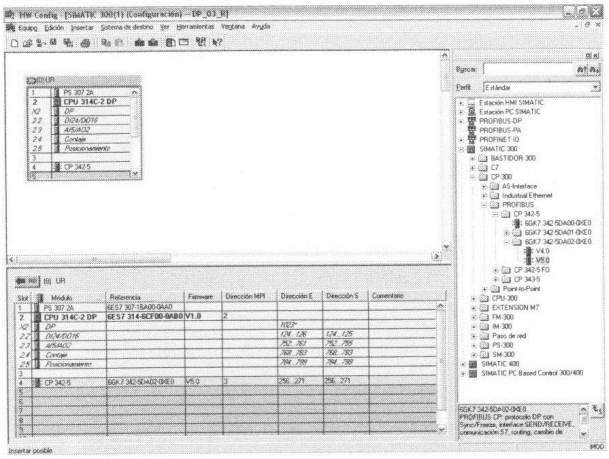


Figura 3.4.10

A continuación, hacemos un doble clic sobre la interfaz DP del CP 342-5 configurado (figura 3.4.11).

En la pestaña «Direcciones» se indica que el CP 342-5 ocupa 16 bytes del direccionado de entradas/salidas analógicas de la CPU. En este caso:

256 dec = 100 hexa

Este direccionado se utilizará en el momento de realizar el programa para el intercambio de datos entre los esclavos y la CPU del autómata programable (figura 3.4.12).

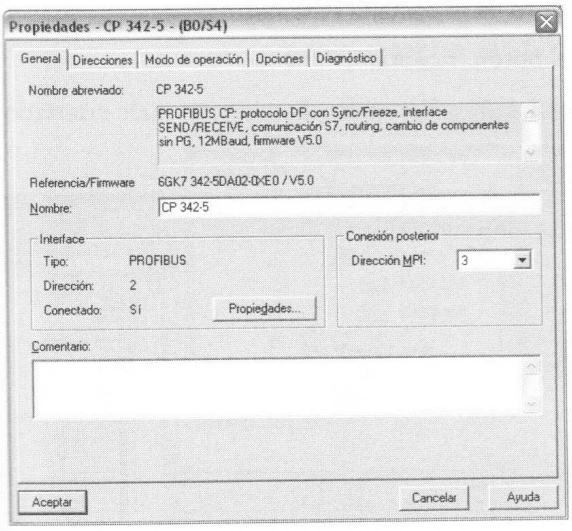


Figura 3.4.11

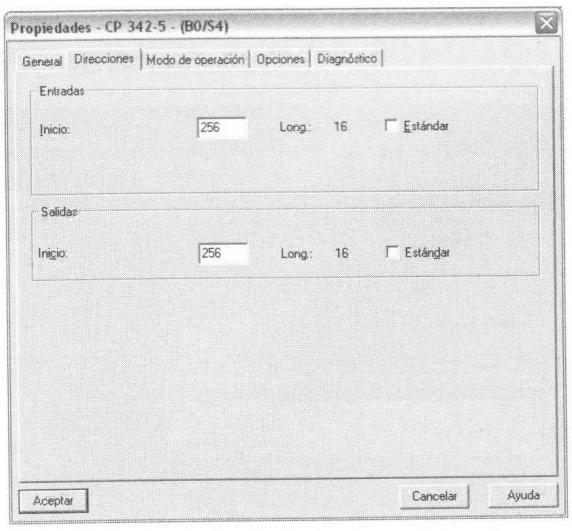


Figura 3.4.12

En la pestaña "Modo de operación" se ha de indicar, en este caso, que el CP 342-5 va a trabajar como maestro DP, y que tal como se puede observar como esclavo, ejemplo que se estudiará más adelante.

En el momento de seleccionar la opción "Maestro DP" aparece una ventana informativa (figura 3.4.13) indicando que debemos utilizar unas funciones como son:

FC1 y FC2: Para el intercambio de datos.

FC3 y FC4: Para el diagnóstico (opcional).

Al pulsar los correspondientes botones "Aceptar", ya se consideran configurados los parámetros de la red (figura 3.4.14).

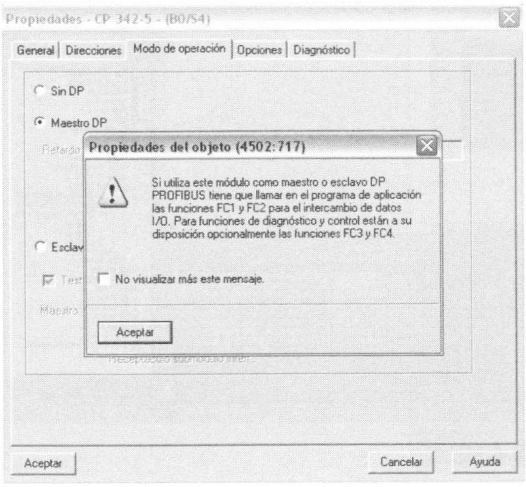


Figura 3.4.13

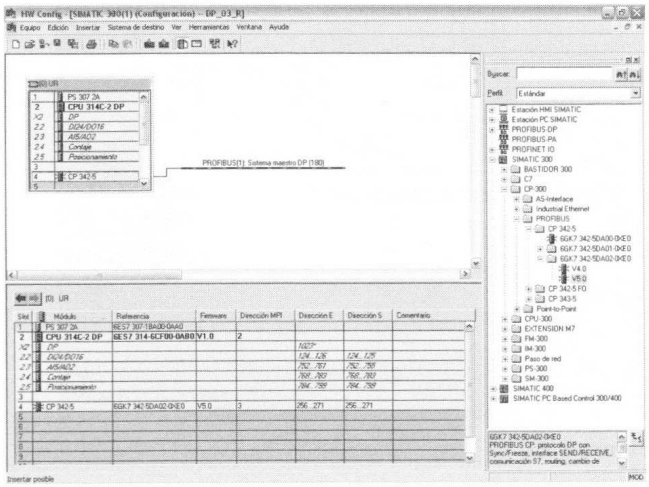


Figura 3.4.14

3.4.1.3.2.3 Insertar el esclavo ET 200L en la red Profibus-DP configurada

Ahora ya se pueden ir incorporando los esclavos correspondientes en la red. En este ejemplo insertamos una ET 200L actuando como siempre, es decir, seleccionándolo del catálogo, arrastrándolo a la red y configurando los parámetros que nos pide en la ventana que aparece.

En este caso le asignaremos la dirección 3 (figura 3.4.15), integrada en la red Profibus anteriormente configurada, dentro de la pestaña Parámetros.

Cerrando esta ventana, pulsamos el botón "Aceptar":

Observamos el direccionado que tendrá el esclavo para el esclavo ET 200L insertado (figura 3.4.16).

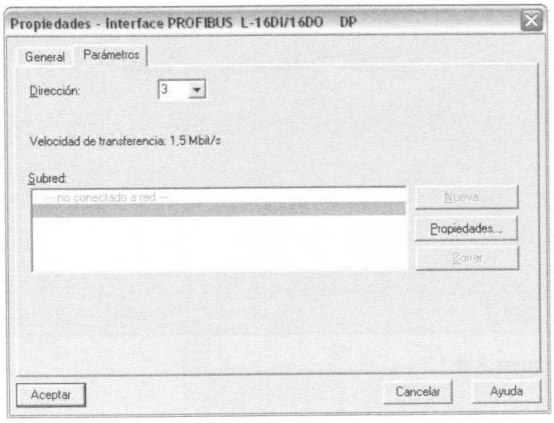


Figura 3.4.15

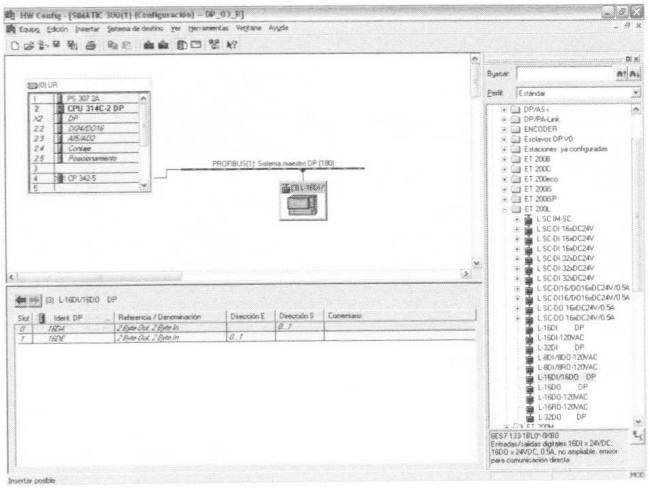


Figura 3.4.16

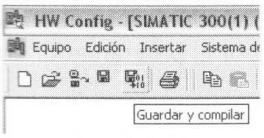


Figura 3.4.17

Ahora ya podemos compilar y guardar la configuración de hardware (figura 3.4.17) y enviar la configuración a la CPU del autómata programable (figura 3.4.18).

Es posible, y totalmente normal, que la CPU dé fallo de sistema (led SF) así como de bus (led BF), ya que no se ha cargado el programa y posiblemente no se hayan conectado los esclavos a la red.

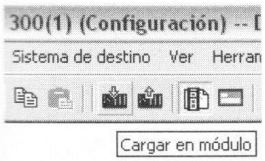


Figura 3.4.18

Resumiendo, el direccionado de las entradas y salidas tanto de la CPU como del CP queda como sigue:

CPU 315-2DP			
PAE			
Entradas	EB 124		
	EB 125		
	EB 125	CPU 342-5 #2	
PAA		**ET 200L #3**	
Salidas	AB 124	Entradas	EB 0-1
	AB 125	Salidas	AB 0-1

Tabla 3.4.1

La configuración de la red vista desde NetPro es:

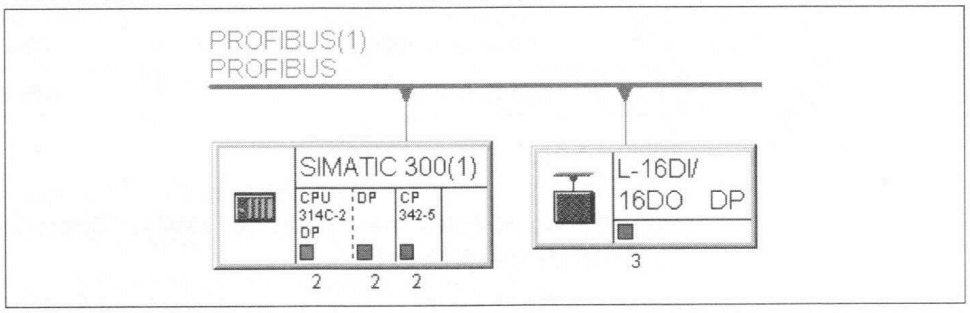


Figura 3.4.19

Y en el proyecto de STEP 7 se observa cómo tenemos, aparte de la CPU, la CP 342-5.

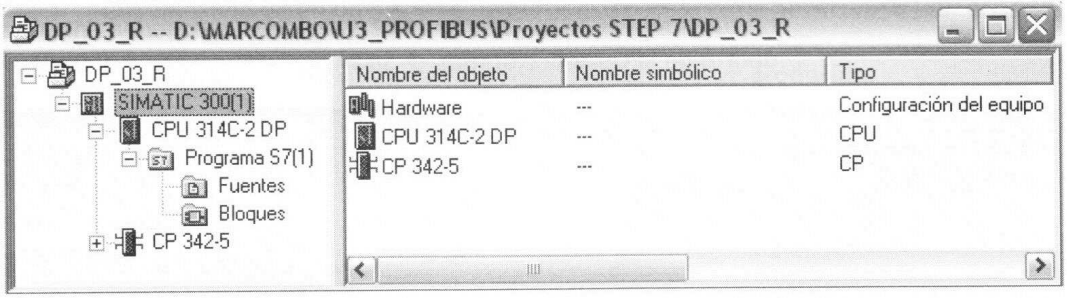


Figura 3.4.20

3.4.1.3.3 Comunicación de datos

El intercambio de datos entre la CPU y el CP (trabajando como master) no es directo, sino que se ha de hacer mediante bloques FC como son:

FC DP_SEND [CPU → CP]: La CPU da la orden de escribir los datos contenidos en el buffer definido por el programador en la CPU sobre el estado de las salidas de los esclavos DP conectados al CP master.

FC DP_RECV [CPU ← CP]: La CPU da la orden de copiar el estado de las entradas de los esclavos conectados en la CP en el buffer definido por el programador en la propia CPU.

Los definidos por el programador pueden ser áreas de marcas, DB o áreas PA.

A continuación, se muestra forma de tablas para indicar cuál será el orden de las direcciones en el buffer tanto de entradas como de salidas, y que deberá coincidir el tamaño del buffer con los datos a recibir.

Buffer de entradas:

Byte	Buffer de entradas CP
0	AB0 de la ET 200L
1	AB1 de la ET 200L

Buffer CPU 315-2DP	Operación
MB 14	**SEND** (escritura)
MB 15	

Tabla 3.4.2

Está referido al orden marcado en las casillas **"Dirección S"** de la configuración hardware de los esclavos ET.

Buffer de salidas:

Byte	Buffer de salidas CP
0	EB0 de la ET 200L
1	EB1 de la ET 200L

Buffer CPU 315-2DP	Operación
MB 10	**RECV** (lectura)
MB 11	

Tabla 3.4.3

Está referido al orden marcado en las casillas **"Dirección E"** de la configuración hardware de los esclavos ET.

Como la CP 342-5 está conectada en el slot 4 del bastidor de la CPU 314C-2DP le corresponde, por tanto, la dirección **256** en decimal que pasado a hexadecimal, es el **100**. Esto se puede verificar para que coincida en la pestaña "Direcciones" de las "Propiedades del objeto..." de la CP 342-5 (figura 3.4.21).

Realizaremos el programa en el módulo OB1 utilizando las funciones FC1 y FC2, estas funciones FC1 "DP_SEND" y FC2 "DP_RECV" se pueden encontrar en el catálogo, dentro de la carpeta Librerías → SIMATIC_NET_CP → CP 300 (figura 3.4.22).

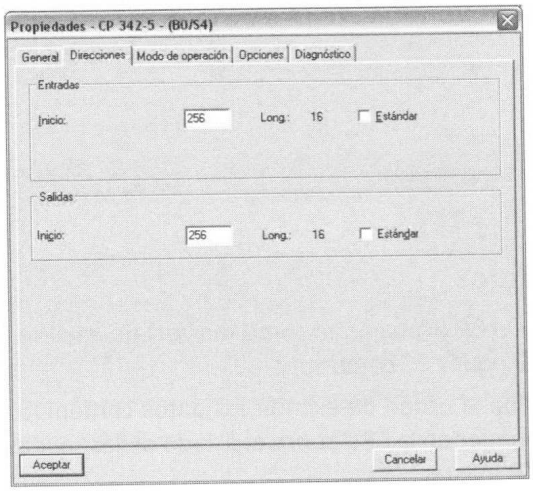


Figura 3.4.21

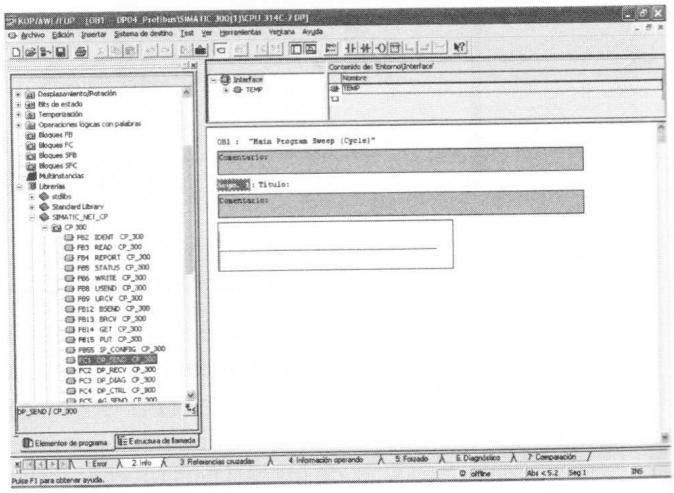


Figura 3.4.22

3.4.1.3.3.1 Descripción de la función FC1 "DP_SEND"

La función FC1 "DP_SEND" contiene los siguientes parámetros:

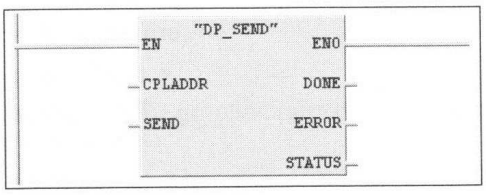


Figura 3.4.23

Cuyo significado es el siguiente:

Datos de entrada:

CPLADDR: Se ha de indicar la dirección de la CP en formato word W#15#hhh.
SEND: Se ha de indicar el lugar en donde se encuentran los datos a enviar a la CP en formato puntero p#.

Datos de salida:

DONE: Señaliza en un bit, si se han aceptado los datos (0: No hay datos/1: Nuevos datos).
ERROR: Señaliza en un bit, si se han producido errores (0: Sin error/1: Con error).
STATUS: Señaliza en una palabra, el código del error producido.

3.4.1.3.3.2 Descripción de la función FC2 "DP_RECV"

La función FC2 "DP_RECV" contiene los siguientes parámetros:

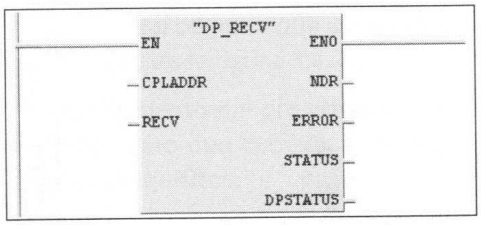


Figura 3.4.24

Cuyo significado es el siguiente:

Datos de entrada:

CPLADDR: Se ha de indicar la dirección de la CP en formato word W#15#hhh.
SEND: Se ha de indicar el lugar en donde queremos guardar los datos recibidos de la CP en formato puntero p#.

Datos de salida:

NDR: Señaliza en un bit, si se han aceptado los datos.
ERROR: Señaliza en un bit, si se han producido errores (0: Sin error/1: Con error).
STATUS: Señaliza en un palabra, el código del error producido.
DPSTATUS: Señaliza en un byte, el código del estado DP producido.

3.4.1.3.4 Programa para el PLC

Desde la carpeta "Bloques" abrimos el módulo OB1, y en este programamos el programa:

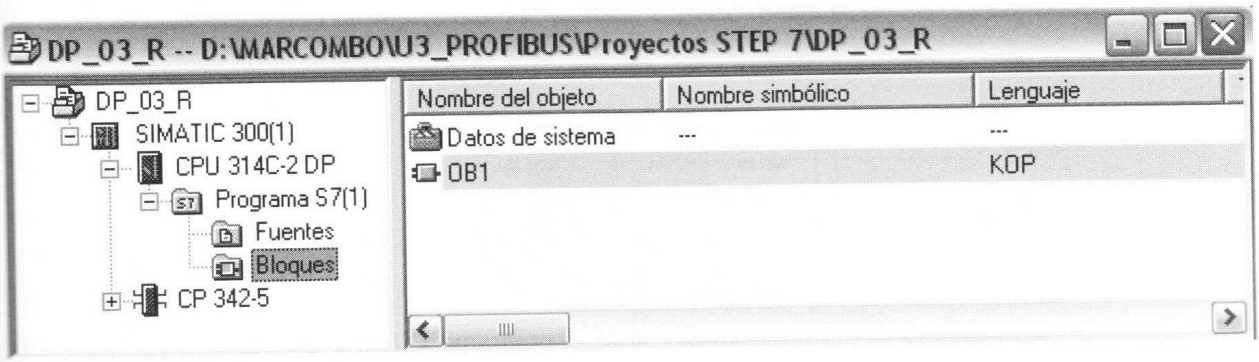


Figura 3.4.25

Teniendo presente la configuración del direccionado de lectura y escritura de la CPU sobre la CP indicado en las páginas anteriores, desarrollamos un programa que cumpla con lo siguiente:

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del PLC (Master – Estación #2), que se active su correspondiente salida del primer byte del módulo ET 200L (Esclavo – Estación #3). Es decir, que la:

  E124.0 active la A0.0
  E124.1 active la A0.1
  .....
  .....
  E124.7 active la A0.7

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del módulo ET 200L (Esclavo – Estación #3), que se active su correspondiente salida del primer byte del PLC (Master – Estación #2). Es decir, que la:

  E0.0 active la A124.0
  E0.1 active la A124.1
  .....
  .....
  E0.7 active la A124.7

En la siguiente figura se muestra el programa en KOP introducido desde STEP 7 en el OB1:

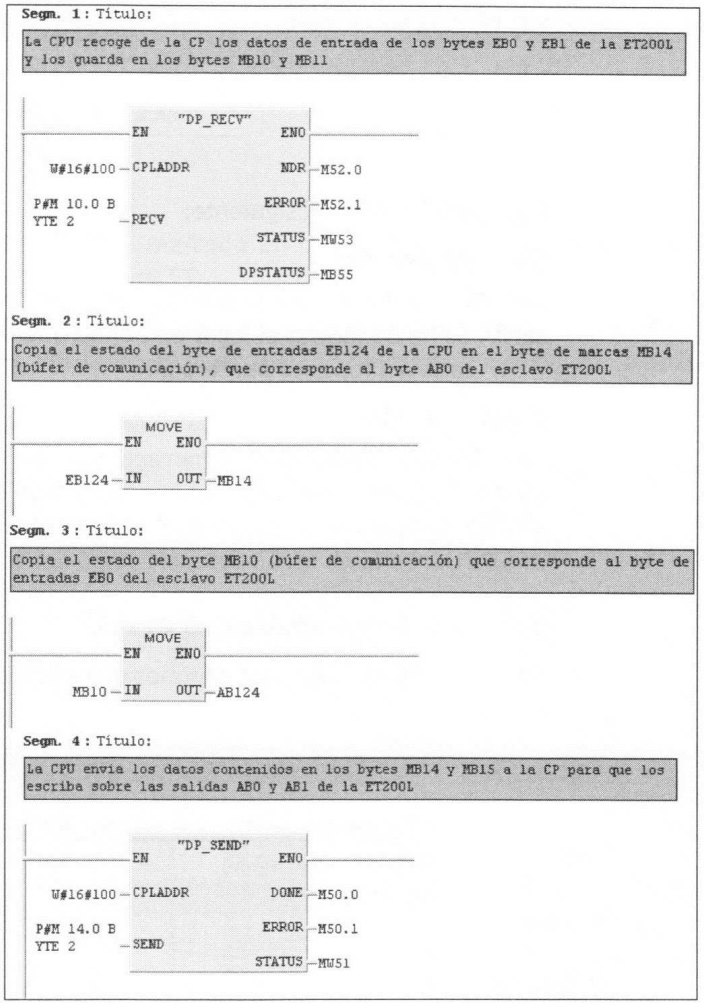


Figura 3.4.26

Ahora es el momento de enviar el programa a la CPU del PLC S7 y comprobar su correcto funcionamiento.

3.4.2 Ejercicio propuesto

3.4.2.1 Objetivos

Como ejercicio de aplicación a lo visto, se trataría de ampliar tanto el hardware como el programa añadiendo una ET 200S:

Componente	Referencia
IM151-1 STANDART	151-1AA02-0AB0

compuesta por los siguientes módulos:

(4) IM151-1 Standard — Comprimir direcciones

Slot	Módulo	...	Referencia	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	PM-E DC24V		6ES7 138-4CA00-0AA0			
2	4DI DC24V ST		6ES7 131-4BD00-0AA0	2.0...2.3		
3	4DO DC24V/0,5A ST		6ES7 132-4BD00-0AA0		2.0...2.3	
4	2AI U ST		6ES7 134-4FB00-0AB0	3...6		
5	2AO U ST		6ES7 135-4FB00-0AB0		3...6	

Figura 3.4.27

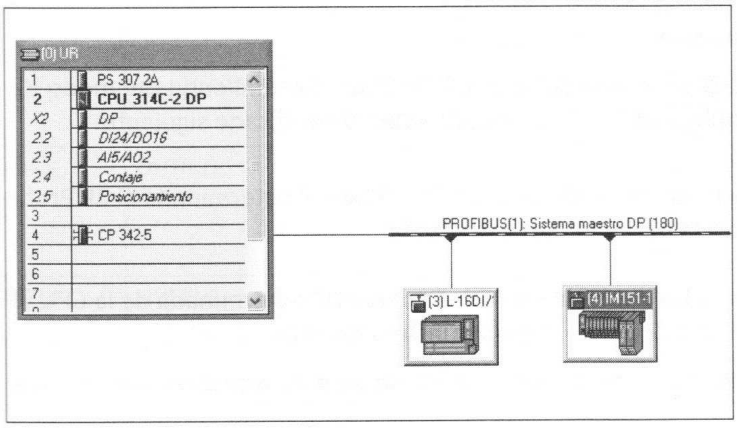


Figura 3.4.28

De forma que quede una red configurada Profibus-DP tal como la que se presenta a continuación en la figura 3.4.28.

El funcionamiento del programa se deberá ampliar para que cumpla, además, los siguientes requisitos:

a) Que las cuatro entradas digitales de la ET 200S se reflejen en el segundo byte de salidas de la ET 200L.

b) Que las cuatro primeras entradas del segundo byte de entradas de la ET 200L queden reflejadas en las cuatro salidas digitales de la ET 200S.

c) Que una de las entradas analógicas de la CPU quede reflejada sobre la salida analógica de la ET 200S.

d) Que la entrada analógica de la ET 200S quede reflejada sobre una de las salidas analógicas de la CPU.

Resumiendo, y de forma esquemática, el programa deberá cumplir el siguiente funcionamiento:

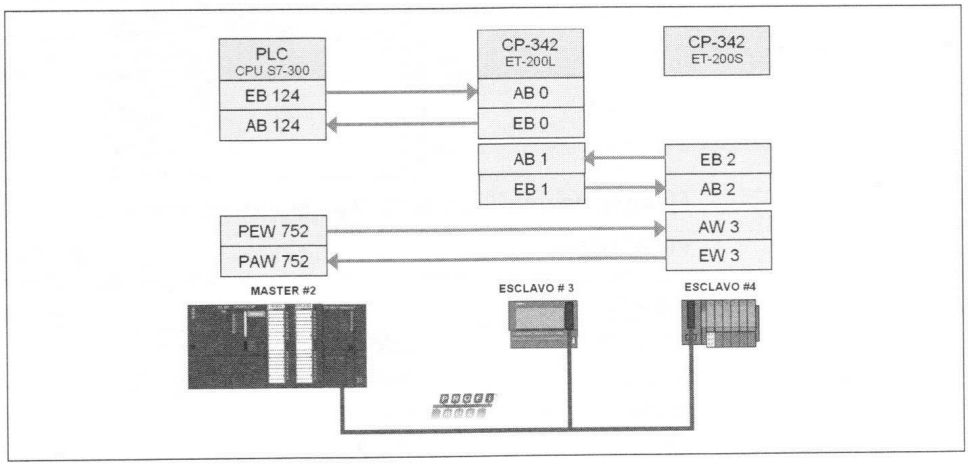


Figura 3.4.29

3.4.2.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un PLC de la serie S7-300.
Un CP 342-5 maestro de Profibus.
Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200L.
Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200S.
Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.
Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.
Un ordenador.
Un paquete de software STEP 7.

3.4.3 Información anexa

3.4.3.1 Documentación del CP 342-5

3.4.3.1.1 Ayuda de STEP 7 de la función FC1 DP_SEND

3.4.3.1.1.1 Significado

El bloque FC DP_SEND transfiere datos al CP Profibus. Dependiendo del modo de operación del CP Profibus, el DP_SEND puede tener el significado siguiente:

- En el maestro DP
- El bloque transfiere los datos de un área de salidas DP determinada al CP Profibus para emitirlo a la periferia descentralizada.
- En el esclavo DP
- El bloque transfiere los datos de un área de datos DP determinada de la CPU al buffer de emisión del CP Profibus para transferirlos al maestro DP.

El área de datos indicada puede ser un área PA, un área de marcas o bien un área de bloques de datos.

Si el CP Profibus acepta toda el área de datos DP significa que la transferencia se ha ejecutado correctamente.

Tenga en cuenta que, por regla general, el bloque DP_SEND tiene que ser llamado como mínimo una vez en el maestro DP y en el esclavo DP, desde el programa de usuario. (**Nota:** esto no es válido para tipos de CP más recientes. Tenga en cuenta las indicaciones del manual del CP).

Interfaz de llamada.

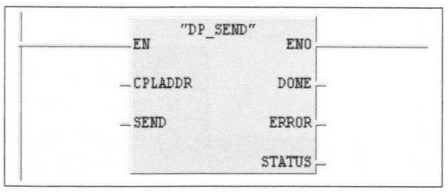


Figura 3.4.30

Ejemplo de una llamada en representación AWL:

```
PROGRAMA                                        Explicación
=================================================================
call fc 1                                       //DP_SEND Llamada al bloque
CPLADDR          :=W#16#0120
SEND             :=p#db17.dbx0.0 byte 103
DONE             :=M 98.1
ERROR            :=M 98.2
STATUS           :=MW 104
```

3.4.3.1.1.2 Parámetros formales

Parámetro	Declaración	Tipo	Valores posibles	Observación
CPLADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo. Al configurar el CP con la herramienta de configuración STEP 7 se visualiza la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Introduzca aquí esta dirección.
SEND	INPUT	ANY (como VARTYPE se admiten sólo: en FC 1 desde V3: BYTE en FC 1 hasta V2.x:BYTE, WORD y DWORD) ver también Determinar versión de bloque		Indicar la dirección y la longitud: La dirección del área de datos DP puede señalar una de las siguientes áreas: - Área PA - Área de marcas - Área de bloques de datos La longitud se debe ajustar para - Maestro DP: 1...240 - Esclavo DP: 1...86 Para tipos de CP más recientes (ver manual del CP): - Maestro DP: 1...2160 - Esclavo DP: 1...240
DONE	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Nuevos datos	El parámetro de estado indica si se han aceptado nuevos datos. Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros ERROR y STATUS, véase FC DP_SEND: Códigos de condición.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Error	Código de error Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros DONE y STATUS, véase FC DP_SEND: Códigos de condición.
STATUS	OUTPUT	BOOL	v. tabla siguiente	Código de estado Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros DONE y ERROR, véase FC DP_SEND: Códigos de condición.

Tabla 3.4.4

3.4.3.1.1.3 Códigos de condición

La tabla siguiente muestra el significado de la información suministrada por DONE, ERROR y STATUS, la cual tiene que ser evaluada por el programa de usuario.

Nota: Para las entradas con la codificación 8FxxH bajo STATUS, tenga en cuenta también lo indicado en el manual de referencia STEP 7 Funciones estándar y funciones de sistema. Encontrará allí informaciones en el capítulo "Evaluación de errores con el parámetro de salida RET_VAL"

DONE	ERROR	STATUS	Significado
0	0	8180H	Arranque: El modo DP ha sido activado pero los datos aún no pueden ser aceptados. Modo normal: Transferencia de datos en curso.
1	0	0000 H	Se han aceptado los nuevos datos sin error.
0	1	8183H	Falta la configuración o aún no se ha activado el modo. DP en el CP PROFIBUS.
0	1	8184H	Error del sistema o tipo de parámetro no admisible.
0	1	8F22H	Error de longitud de área al leer un parámetro (p. ej., DB demasiado corto).
0	1	8F23H	Error de longitud del área al escribir un parámetro (p. ej., DB demasiado corto).
0	1	8F24H	Error de área al leer un parámetro.
0	1	8F25H	Error de área al escribir un parámetro.

0	1	8F28H	Error de alineación al leer un parámetro.
0	1	8F29H	Error de alineación al escribir un parámetro.
0	1	8F30H	Parámetro en el 1er. bloque de datos act. protegido contra escritura.
0	1	8F31H	Parámetro en el 2°. bloque de datos act. protegido contra escritura.
0	1	8F32H	El parámetro contiene número de DB demasiado alto.
0	1	8F33H	Error del número DB.
0	1	8F3AH	Área de destino no cargada (DB).
0	1	8F42H	Retardo en acuse al leer un parámetro del área de periferia.
0	1	8F43H	Retardo en acuse al escribir un parámetro en el área de periferia.
0	1	8F44H	El acceso a un parámetro a leer en el procesamiento de módulos está bloqueado.
0	1	8F45H	El acceso a un parámetro a escribir en el procesamiento de módulos está bloqueado.
0	1	8F7FH	Error interno, p. ej., referencia ANY no permitida.
0	1	8090H	No existe ningún módulo con esta dirección.
0	1	8091H	La dirección base lógica no está en formato de palabra doble.
0	1	80A1H	Acuse negativo al escribir en el módulo.
0	1	80B0H	El módulo no conoce el registro.
0	1	80B1H	La longitud indicada para el registro es errónea. Modo maestro: La longitud indicada para el área fuente en el parámetro SEND es menor que la longitud de la longitud de los datos de salida configurada en el CP PROFIBUS. Modo esclavo: La longitud indicada para el área fuente en el parámetro SEND es mayor que la longitud máxima indicada en la información sobre el producto.
0	1	80C0H	No se puede leer el registro.
0	1	80C1H	El registro indicado está siendo procesado.
0	1	80C2H	Hay demasiadas peticiones pendientes.
0	1	80C3H	Recursos ocupados (memoria).
0	1	80C4H	Error de comunicación (se presenta temporalmente, por lo que es conveniente la repetición en el programa de usuario).
0	1	80D2H	Dirección base lógica errónea.

Tabla 3.4.5

3.4.3.1.2 Ayuda de STEP 7 de la función FC2 DP_RECV

3.4.3.1.2.1 Significado

El bloque FC DP_RECV recibe datos a través del CP Profibus. Dependiendo del modo de operación del CP Profibus, el bloque DP_RECV puede tener el siguiente significado:

- En el maestro DP
- El DP_RECV recibe los datos del proceso de la periferia descentralizada al igual que una información de estado en un área de entrada DP determinada.
- En el esclavo DP
- El bloque DP_RECV recibe los datos DP transferidos por el maestro DP del buffer de recepción del CP Profibus en un área de datos DP determinada de la CPU.

El área de datos indicada para aceptar los mismos puede ser un área PA, un área de marcas o un área de un bloque de datos.

Si el CP Profibus ha podido transferir todo el área de datos de entrada DP, significa que la ejecución ha sido correcta.

Tenga en cuenta que el bloque FC DP_RECV se tiene que llamar al menos una vez en el programa de usuario para el maestro DP y el esclavo DP; para el maestro DP sólo se tiene que llamar si se deben recibir datos.

Nota: Esto no es válido en el caso de tipos de CP más recientes. Tenga en cuenta las indicaciones del manual del CP.

Tarea adicional: Introducir el byte de estado

El bloque DP_RECV tiene una tarea adicional:

- Actualizar el byte de estado DPSTATUS. DP_RECV se hace cargo de tareas para el diagnóstico DP.

Si no se han configurado datos de recepción, el DP_RECV tiene que ser llamado para actualizar el byte de estado DPSTATUS con la longitud 255 (esto sólo rige para el maestro DP; en el esclavo DP no es posible leer el byte de estado sin datos).

Nota: en el caso de tipos de CP más recientes (tenga en cuenta las indicaciones del manual del aparato) basta con indicar la longitud 1. Tenga en cuenta que al editar la petición se sobrescribe siempre todo el campo indicado por usted.

Interfaz de llamada

Ejemplo en representación AWL:

```
PROGRAMA                                        Explicación
=================================================================
call fc 2
CPLADDR          :=W#16#0120
RECV             :=p#db18.dbx240.0 byte 103
NDR              :=M 99.1
ERROR            :=M 99.2
STATUS           :=MW 105
DPSTATUS         :=MB 0                  //DP_RECV Llamada al bloque
```

3.4.3.1.2.2 Parámetros formales

Parámetro	Declaración	Tipo	Valores posibles	Observación
CPLADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo. Al configurar el CP con la herramienta de configuración STEP 7 se visualiza la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Introduzca aquí esta dirección.
SEND	INPUT	ANY (como VARTYPE se admiten sólo: en FC 1 desde V3: BYTE en FC 1 hasta V2.x:BYTE, WORD y DWORD) ver también Determinar versión de bloque		Indicar la dirección y la longitud: La dirección del área de datos DP puede señalar una de las siguientes áreas: - Área PA - Área de marcas - Área de bloques de datos. La longitud se debe ajustar para - Maestro DP: 1...240 - Esclavo DP: 1...86 - Maestro DP; leer solamente el byte de estado: 255 bloque. Para tipos de CP más recientes (ver manual del CP): - Maestro DP: 1...2160 - Esclavo DP: 1...240 - DP; sólo leer byte de estado : 1
NDR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Se han aceptado los datos	El parámetro de estado indica si se han aceptado nuevos datos. Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros ERROR y STATUS, véase FC DP_SEND: Códigos de condición.

ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Error	Código de error Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros NDR y STATUS, véase FC DP_RECV: Códigos de condición.
STATUS	OUTPUT	BOOL	Véase tabla siguiente	Código de estado Para saber el significado de este parámetro en relación con los parámetros NDR y ERROR, véase FC DP_RECV: Códigos de condición.
DPSTATUS	OUTPUT	BYTE	Codificación Véase a continuación Bajo DPSTATUS	Código de estado DP. Véase bloque de funciones DP_RECV: Parámetros de salida STATUS DP

Tabla 3.4.6

3.4.3.1.2.3 Códigos de condición

La tabla siguiente muestra el significado de la información suministrada por DONE, ERROR y STATUS, la cual tiene que ser evaluada por el programa de usuario.

Nota: Para las entradas con la codificación 8FxxH bajo STATUS, tenga en cuenta también lo indicado en el manual de referencia STEP 7 Funciones estándar y funciones de sistema. Encontrará allí informaciones en el capítulo "Evaluación de errores con el parámetro de salida RET_VAL".

DONE	ERROR	STATUS	Significado
0	0	8180H	Arranque: El modo DP ha sido activado pero los datos aún no pueden ser aceptados. Modo normal: Transferencia de datos en curso.
1	0	0000 H	Se han aceptado los nuevos datos sin error.
0	1	8183H	Falta la configuración o aún no se ha activado el modo DP en el CP PROFIBUS.
0	1	8184H	Error del sistema o tipo de parámetro no admisible.
0	1	8F22H	Error de longitud de área al leer un parámetro (p. ej., DB demasiado corto).
0	1	8F23H	Error de longitud del área al escribir un parámetro (p. ej., DB demasiado corto).
0	1	8F24H	Error de longitud del área al leer un parámetro.
0	1	8F25H	Error de longitud del área al escribir un parámetro.
0	1	8F28H	Error de alineación al leer un parámetro.
0	1	8F29H	Error de alineación al escribir un parámetro.
0	1	8F30H	Parámetro en el 1er. bloque de datos act. protegido contra escritura.
0	1	8F31H	Parámetro en el 2º. bloque de datos act. protegido contra escritura.
0	1	8F32H	El parámetro contiene número de DB demasiado alto.
0	1	8F33H	Error del número DB.
0	1	8F3AH	Área de destino no cargada (DB).
0	1	8F42H	Retardo en acuse al leer un parámetro del área de periferia.
0	1	8F43H	Retardo en acuse al escribir un parámetro en el área de periferia.
0	1	8F44H	El acceso a un parámetro a leer en el procesamiento de módulos está bloqueado.
0	1	8F45H	El acceso a un parámetro a escribir en el procesamiento de módulos está bloqueado.
0	1	8F7FH	Error interno, p. ej., referencia ANY no permitida.
0	1	8090H	No existe ningún módulo con esta dirección.
0	1	8091H	La dirección base lógica no está en formato de palabra doble.
0	1	80A0H	Acuse negativo al leer del módulo.
0	1	80B0H	El módulo no conoce el registro.

0	1	80B1H	La longitud indicada para el registro es errónea. Modo esclavo: La longitud indicada para el área fuente en el parámetro RECV para el área de destino es mayor que la long. máx, indicada en la información del producto. Modo maestro: La longitud indicada en el parámetro RECV para el área de destino es mayor que la longitud de los datos de entrada configurados en el CP PROFIBUS-CP. En caso de tipos de CP más recientes, rige para modo maestro y esclavo: el número de datos a recibir supera el límite superior admisible para este servicio.
0	1	80C0H	No se puede leer el registro.
0	1	80C1H	El registro indicado está siendo procesado.
0	1	80C2H	Hay demasiadas peticiones pendientes.
0	1	80C3H	Recursos ocupados (memoria).
0	1	80C4H	Error de comunicación (se presenta temporalmente, por lo que es conveniente la repetición en el programa de usuario).
0	1	80D2H	Dirección base lógica errónea.

Tabla 3.4.7

3.4.3.1.3 Resumen del manual del CP 342-5

A continuación, se presenta un extracto del Manual del equipo CP S7 para Profibus / Parte B1 – CP 342–5 / CP 342–5 FO de referencia C79000–G8978–C146–03 con los aspectos necesarios para el buen desarrollo del ejercicio.

3.4.3.1.3.1 Aplicación

El procesador de comunicaciones CP 342–5 está previsto para operar asociado a un sistema de automatización SIMATIC S7–300 / C7–300. Permite conectar el S7–300 / C7–300 a un sistema de bus de campo Profibus.

3.4.3.1.3.2 Servicios

En su presente versión, el CP 342–5 soporta los servicios de comunicación siguientes:

- Profibus–DP:
  - Como maestro DP Clase 1 y Clase 2 (Profibus–DP según EN 50170, maestro DP)
  - Como esclavo DP (Profibus–DP según EN 50170, esclavo DP)

Nota: Pero tenga en cuenta: El CP 342–5 sólo puede funcionar o como maestro DP o como esclavo DP. El modo DP puede desactivarse también totalmente.

- Comunicación S7 y Comunicación PG/OP:
  - Funciones PG con Upload / Download de módulos FM, Configuración / Diagnóstico y Routing.
  - Funciones de operación y observación (HMI).
    Multiplexar enlaces TD/OP.

En caso de multiplexar enlaces OP se soportan los siguientes servicios acíclicos:

- Leer una vez.
- Escribir una vez.
- Leer lista de estados del sistema.
- Cliente y servidor para el intercambio de datos a través de bloques de comunicación:

BSEND	FB 12
BRCV	FB 13
PUT	FB 14
GET	FB 15
USEND	FB 8

URCV	FB 9
C_CNTRL	FC 62

en enlaces S7 configurados bilateralmente.

Nota: La estación interlocutora puede ser respectivamente una S7–300, S7–400 o una aplicación PG/PC con servidor SIMATIC NET OPC; no se soportan variables de datos brutos a través de SEND/BRECV para WinCC.

- Servidor para intercambio de datos en enlaces configurados unilateralmente sin bloques de comunicación en la estación S7–300 / C7–300.

• Comunicación compatible S5 (interfaz SEND/RECEIVE) vía enlaces FDL del tipo siguiente:

- Enlaces FDL especificados
- Enlaces libre de Layer 2 (SDA, SDN)
- Broadcast
- Multicast

Los servicios aquí mencionados del CP 342–5 pueden utilizarse en cada caso paralelamente, con independencia los unos de los otros.

3.4.3.1.3.3 Configuración

Para la configuración se precisa STEP 7 a partir de V5.1; para los enlaces FDL y las funciones de diagnóstico, se requiere tener instalado el paquete opcional NCM S7 para Profibus que se entrega con STEP 7; el CP puede configurarse vía MPI o LAN/Profibus:

Nota: Si modifica los parámetros de bus en los datos de configuración, deberá cargar estos datos de configuración en el CP sólo a través del puerto MPI.

3.4.3.1.3.4 Programación-uso del CP como maestro DP o esclavo DP

• Modo esclavo DP:
Para lanzar el procesamiento de la petición es necesario activar como mínimo una vez los FC DP_SEND y DP_RECV.

• Modo maestro DP:
Para lanzar el procesamiento de la recepción es necesario activar como mínimo un vez el FC DP_RECV.
Para funciones de diagnóstico y control están a su disposición opcionalmente las funciones (FC) DP_DIAG y DP_CTRL.

3.4.3.1.3.5 Extensiones de funciones en comparación con el producto antecesor

El CP 342–5 aquí descrito soporta adicionalmente las siguientes velocidades de transmisión:

3 Mbit/s 6 Mbits/s 12 Mbit/s

siendo el número de esclavos conectables y cantidades de E/S las indicadas en la siguiente tabla:

	Cantidad de E/S	Esclavos conectables
Maestro DP		
6GK7 342-5DA**01**-0XE0	240 Byte	64
6GK7 342-5DA**02**-0XE0	2160 Byte	124
6GK7 342-5DF**00**-0XE0	2160 Byte	124
Esclavo DP		
6GK7 342-5DA**01**-0XE0	86 Byte	
6GK7 342-5DA**02**-0XE0	240 Byte	
6GK7 342-5DF**00**-0XE0	240 Byte	

Tabla 3.4.8

3.4.3.1.3.6 Indicadores LED para estado operativo del CP

Los 4 leds indicadores incluidos en la placa frontal informan del estado operativo del CP de acuerdo al esquema siguiente:

SF (rojo)	BUSF (rojo)	RUN (verde)	STOP (amarillo)	Estado operativo del CP
○	○	✱	●	Arrancando (STOP → RUN)
○	○	●	○	Funcionando (RUN)
○	○	●	✱	Parado (RUN → STOP)
○	○	○	●	Parado (STOP)
●	○	○	●	Parado (STOP con error)
○	●	●	○	Funcionando (RUN) con fallos en Profibus
○	○	○	✱	Listo para comenzar carga del firmware (modo activo durante 10 sg)
○	○	✱	○	Firmware cargándose
●	●	○	○	Se ha cargado firmware no válido
●	●	○	✱	Esperando actualización del FW (el CP tiene actualmente uan versión de FW incompleta)
✱	✱	✱	✱	Error de módulo/error del sistema

Leyenda: ● encendido ○ apagado ✱ intermitente

Tabla 3.4.9

3.4.3.1.3.7 Forzado del estado operativo

Para forzar el estado operativo del CP 342–5 se tienen las posibilidades siguientes:

- Selector de modo de operación.
- Software de configuración NCM S7 para Profibus.
- Administrador SIMATIC en STEP 7.

Para poder forzar el estado del CP desde STEP 7 / NCM S7 para Profibus, el selector de modo de operación deberá estar en la posición RUN.

3.4.3.1.3.8 Selector de modo de operación

El selector de modo permite alcanzar los estados siguientes:

- Conmutación de STOP a RUN:

  Con ello el CP almacena en la memoria de trabajo los datos configurados y/o cargados, pasando al estado RUN.

- Conmutación de RUN a STOP:

  El CP pasa al estado STOP. Se deshacen los enlaces establecidos (enlaces FDL y S7).

Para el modo DP rige:

- Modo esclavo DP: el CP ya no se encuentra en transferencia de datos;
- Modo maestro DP: el estado operativo es "OFFLINE".

en el estado STOP es posible configurar y diagnosticar el CP 342–5.

3.4.3.1.3.9 Velocidades de transferencia soportadas

La velocidad de transferencia se ajusta con el software SIMATIC STEP 7. Están permitidos los valores siguientes:

Velocidad de transferencia	CP 342-5	CP 342-5 FO
9,6 Kbits/s	✓	✓
19,2 Kbits/s	✓	✓
45,45 Kbits/s	✓	✓
93,75 Kbits/s	✓	✓
187,5 Kbits/s	✓	✓
500 Kbits/s	✓	✓
1,5 Mbits/s	✓	✓
3 Mbits/s	✓	–
6 Mbits/s	✓	–
12 Mbits/s	✓	✓

Tabla 3.4.10

3.4.3.1.3.10 Características del puerto DP / maestro DP

Para que un CP 342–5 pueda operar como maestro DP son relevantes las características siguientes:

Características	Explicación / Valores
Números de esclavos posibles	1245 máx.
Tamaño de las áreas de datos DP (en total): – Área de entradas DP – Área de salidas DP	2160 Byte máx. 2160 Byte máx.
Tamaño de las áreas de datos DP (por esclavo DP): – Área de entradas DP – Área de salidas DP	244 Byte máx. 244 Byte máx.
Tamaño de los datos de diagnóstico DP:	240 bytes por esclavo DP

Tabla 3.4.11

3.4.3.1.3.11 Tiempos de reacción del maestro DP

Componente	Explicación / Valores	
Tiempo de ejecución en la CPU 314-1(6ES7 314-1AE04-0AB0)	Por cada llamada de bloque DP_SEND: · 5,9 ms con 240 bytes [1)]	Por cada llamada de bloque DP_RECV: · 6,9 ms con 240 bytes [1)]

1) con longitudes de datos > 240 bytes rige: Los datos se transfieren segmetados. Esto ocurre entonces a lo largo de varias llamadas de loque.

Tabla 3.4.12

3.4.3.1.3.12 Tiempos de reacción de esclavo DP

Componente	Explicación / Valores	
Tiempo de ejecución en la CPU 314-1(6ES7 314-1AE04-0AB0)	Por cada llamada de bloque DP_SEND: · 5,7 ms con 240 Byte	Por cada llamada de bloque DP_RECV: · 6,4 ms con 240 bytes

Tabla 3.4.13

3.4.3.1.3.13 Características del puerto DP / esclavo DP

Desde el punto de vista del maestro DP, para lograr una transferencia exitosa es preciso considerar las siguientes características del esclavo DP:

Componente	Explicación / Valores
Datos maestros de dispositivos (GSD)	Nombre del archivo: CP 342-5: SIEM80D6 GSD CP 342-5 FO: SIEM80D7 GSD Los archivos GSD de datos de dispositivos pueden obtenerse a través de: · Mailbox en el Schnittstellencenter FÜrth Tel. 0911-73792 (desde fuera de Alemania: +49-911-737972 · Internet http://www4.ad.siemens.de/view/cs/de/113652

Identificador del fabricante	CP 342-5: $80D6_H$ CP 342-5 FO: $80D7_H$
Tamaño de las áreas de datos DP: – Área de entradas DP – Área de salidas DP	 240 Byte máx. 240 Byte máx.
Intervalo mín. esclavo	0,6 ms SYNC / FREEZE
SYNC / FREEZE	No es soportada
Datos de parametrización de usuario	3 bytes; valor: 40 00 00 (fijo)
Datos de diagnóstico de usuario	0 bytes

Tabla 3.4.14

3.5 Red Profibus-DP. CPU S7-300 con puerto DP en CP 342-5

3.5.1 Ejercicio resuelto

3.5.1.1 Objetivos

Este ejercicio plantea la comunicación entre diferentes PLC S7-300 que no dispongan de puerto DP integrado y, por tanto, se necesite de una CP con funcionalidad de comunicación DP en cada PLC. Por tanto, no deja de ser una variante del ejercicio "3.3 Red Profibus-DP. Dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo", en donde la diferencia está en que si estamos trabajando con una CPU que no dispone de puerto DP integrado y queremos realizar el montaje de una red Profibus-DP, debemos añadir un procesador de comunicaciones, por ejemplo CP 342-5, que podrá realizar tanto las funciones de maestro como de esclavo de la red y que intercambiará datos con la CPU del mismo bastidor en donde se encuentra.

Esta CP intercambiará datos con otros esclavos mediante un buffer de entradas y otro de salidas, y que la CPU podrá tener acceso a estos buffers mediante dos funciones como son:

- FC1. DP_SEND, la CPU escribe en el buffer de salidas de la CP.
- FC2. DP_RECV, la CPU lee del buffer de entradas de la CP.

Esto significa, a diferencia del primer ejercicio, que los datos no ocupan lugar en la PAE ni la PAA de la CPU, sino que los buffers descritos anteriormente quedarán ocupando memoria de marcas o registros de DB.

A continuación, se representa un ejemplo de configuración y sus componentes.

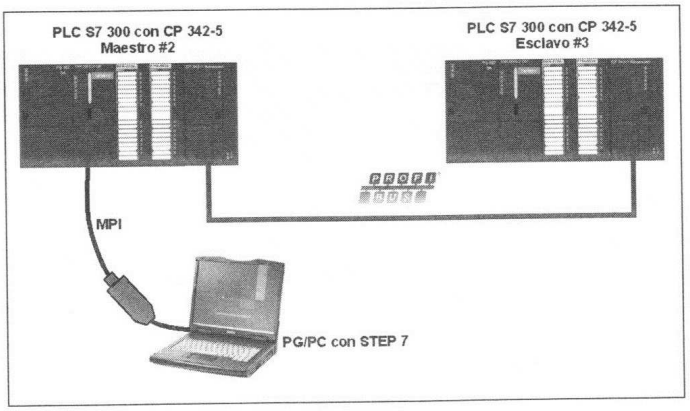


Figura 3.5.1

3.5.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos PLC de la serie S7-300.

Dos CP 342-5 maestro de Profibus.

Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.

Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un ordenador.

Un paquete de software STEP 7.

3.5.1.3 Desarrollo del ejercicio

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por dos PLC S7-300 con una CP 342-5 en cada uno de ellos, actuando uno como maestro de la red y el otro como esclavo.

3.5.1.3.1 Creación de un proyecto en STEP 7

Crear un nuevo proyecto:

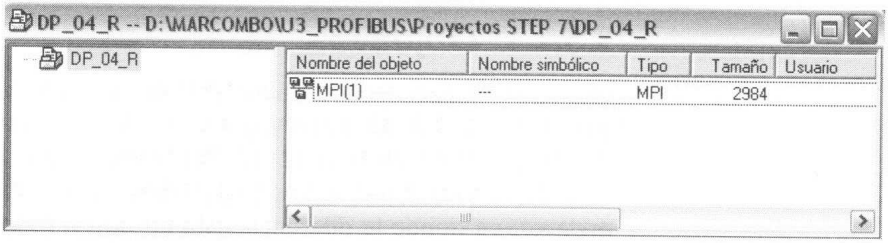


Figura 3.5.2

al que le incluimos un equipo SIMATIC 300, con b.d. Insertar nuevo objeto → SIMATIC 300:

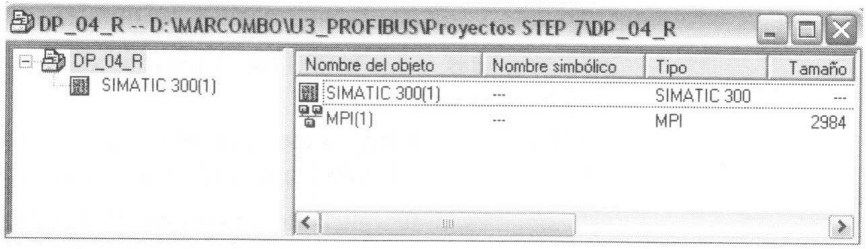


Figura 3.5.3

En primer lugar, realizamos la configuración del PLC que actuará de esclavo de la red Profibus-DP, con la dirección #3. Para el mayor entendimiento le modificamos el nombre por el de PLC_esclavo_#3.

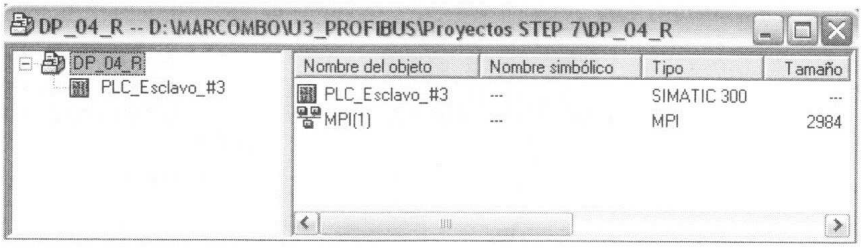


Figura 3.5.4

3.5.1.3.2 Configuración del hardware

3.5.1.3.2.1 Configuración del hardware del PLC esclavo

Desplegamos el equipo SIMATIC 300 creado y, haciendo doble clic sobre hardware,

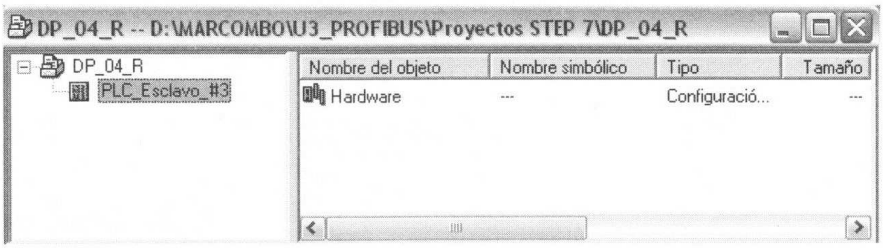


Figura 3.5.5

se abrirá el subprograma HW-Config para configurar el hardware del PLC. Incluimos:

- Perfil soporte.
- Fuente de alimentación.
- CPU 314C-2DP sin ningún tipo de configuración de redes.

Quedando:

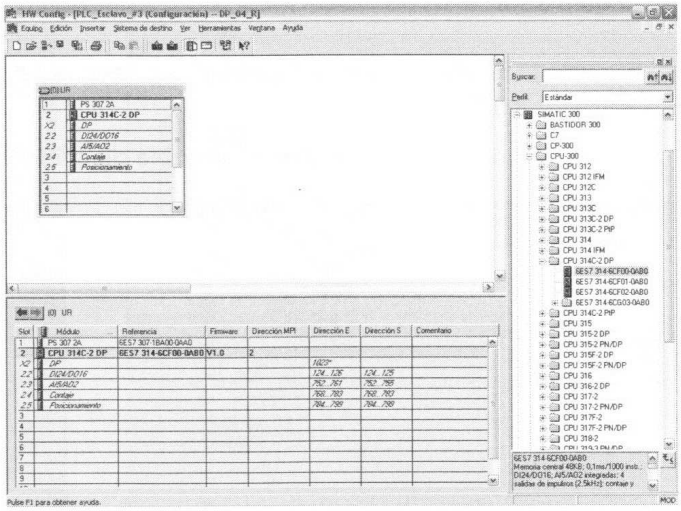


Figura 3.5.6

3.5.1.3.2.2 Incorporar el CP 342-5 al bastidor

Del catálogo, buscar el módulo CP disponible y que en nuestro caso lo encontramos en SIMATIC 300 → CP-300 → Profibus → CP 342-5 → 6GK7 342-5DA02-0XE0 → V5.0 (o la referencia y versión que se disponga):

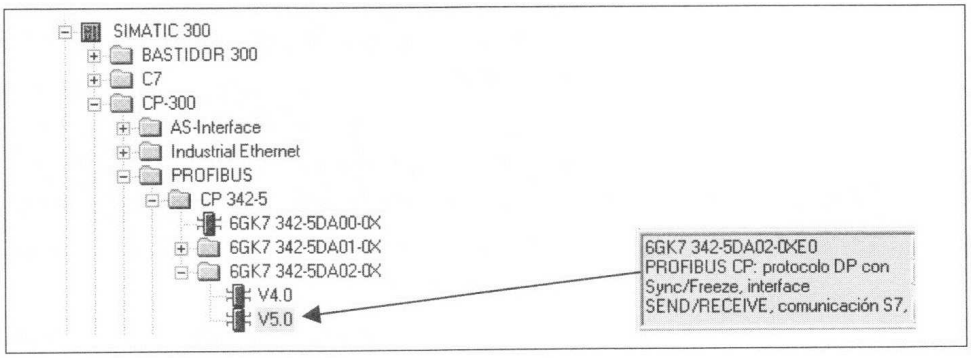


Figura 3.5.7

Seleccionándolo y arrastrándolo al slot 4 del bastidor, aparece la ventana de configuración de la red Profibus-DP figura 3.5.8.

De momento no lo conectaremos a ninguna red, aunque se puede hacer sin más problema. Por tanto, tan sólo le daremos la dirección que tenga dentro de la red Profibus cuando lo acoplemos al maestro, en este caso la #3.

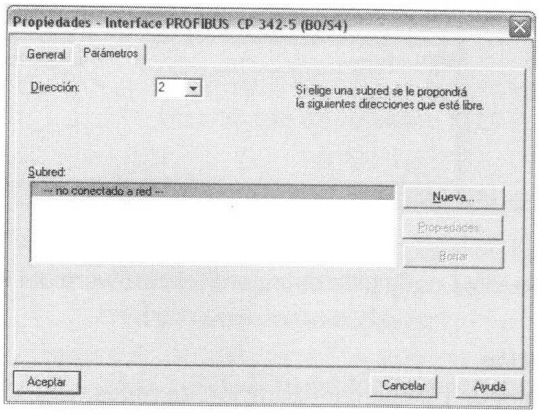


Figura 3.5.8

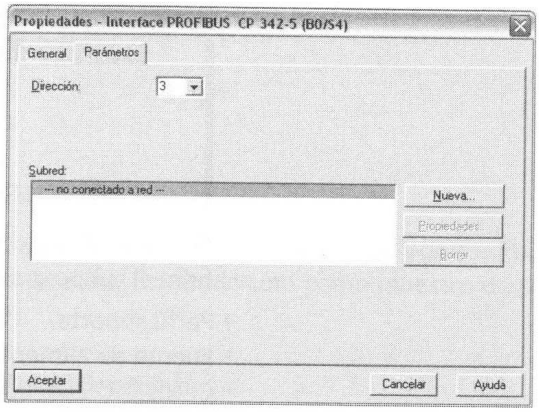


Figura 3.5.9

Al pulsar el botón "Aceptar", aparece la CP 342-5 insertada en el bastidor figura 3.5.10.

A continuación, hacemos un doble clic sobre la interfaz DP del CP 342-5 configurado:

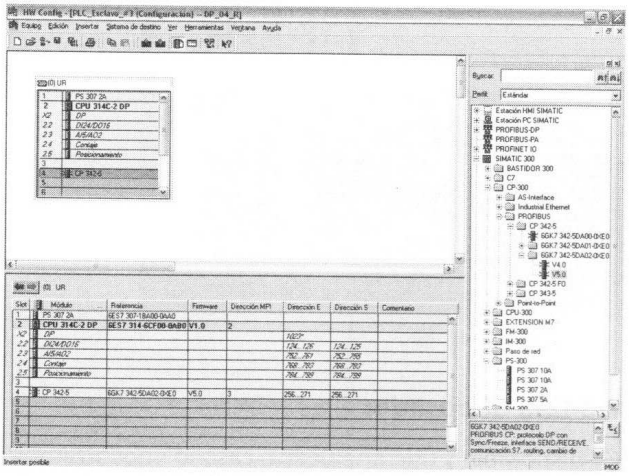


Figura 3.5.10

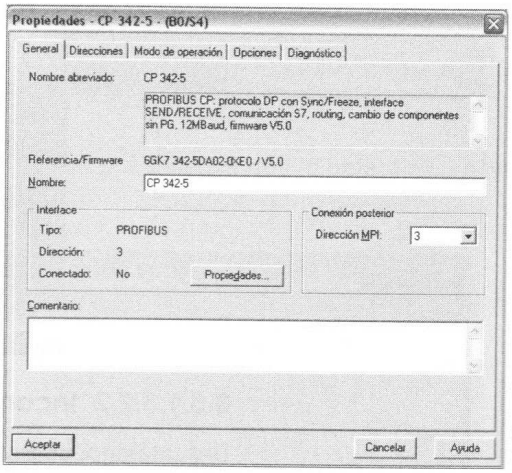


Figura 3.5.11

En la pantalla que corresponde a la pestaña "Direcciones" figura 3.5.12 se indica que el CP 342-5 ocupa 16 bytes del direccionado de entradas/salidas analógicas de la CPU. En este caso:

256 dec = 100 hexa

Este direccionado se utilizará en el momento de realizar el programa para el intercambio de datos entre las CPU del autómata programable.

En la pestaña "Modo de operación" figura 3.5.13 se ha de indicar, en este caso, que el CP 342-5 va a trabajar como esclavo DP.

En el momento de seleccionar la opción "Esclavo DP" aparece una ventana informativa indicando que debemos utilizar unas funciones, como son:

- FC1 y FC2: Para el intercambio de datos.
- FC3 y FC4: Para el diagnóstico (opcional).

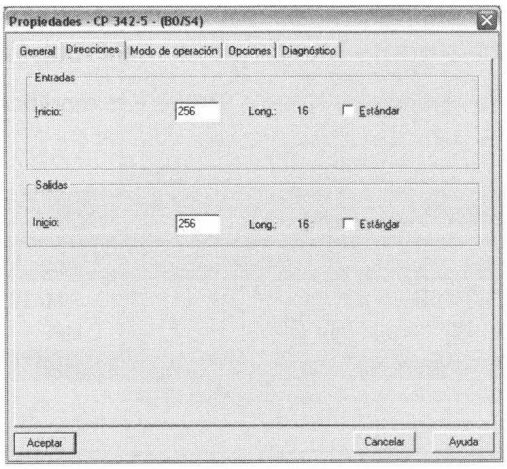


Figura 3.5.12

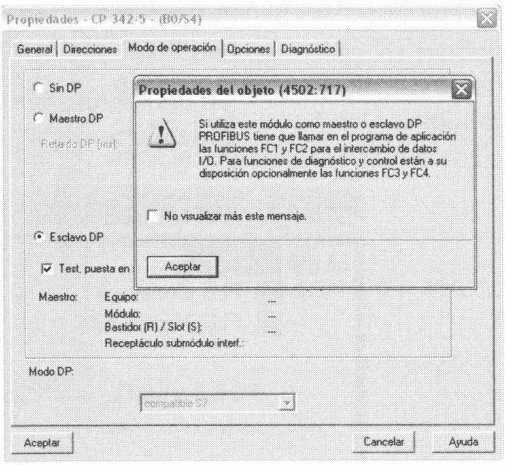


Figura 3.5.13

Al pulsar los correspondientes botones "Aceptar", ya se consideran configurados los parámetros de la red, apareciendo:

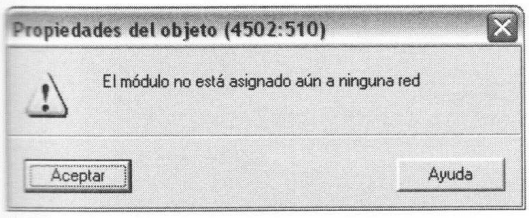


Figura 3.5.14

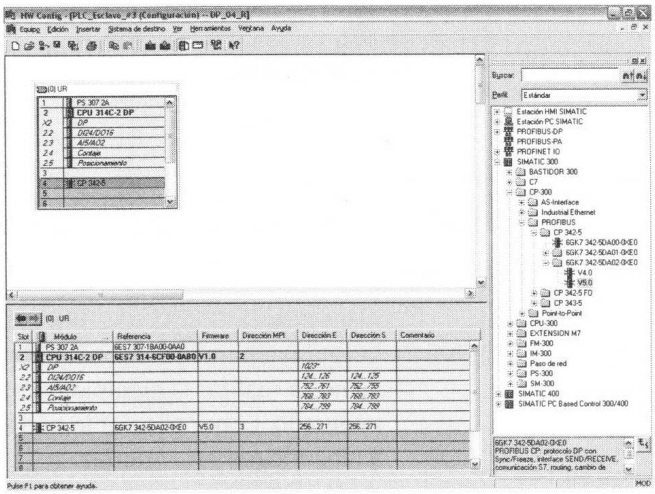


Figura 3.5.15

Ahora, ya podemos compilar y guardar la configuración de hardware y enviar la configuración a la CPU del autómata programable.

Es posible, y totalmente normal, que la CPU dé fallo de sistema (led SF) así como de bus (led BF), ya que no se ha cargado el programa y posiblemente no se hayan conectado los esclavos a la red.

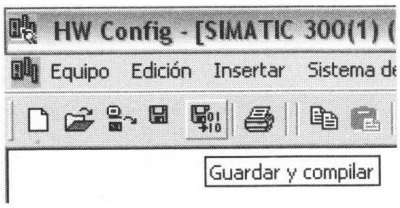


Figura 3.5.16

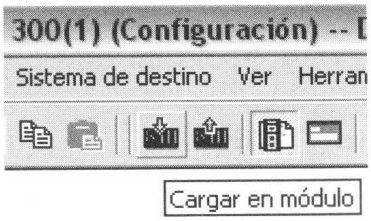


Figura 3.5.17

3.5.1.3.2.3 Creación y configuración del hardware del PLC S7-300 con CP 342-5 como master de la red Profibus configurada

En primer lugar insertamos un equipo Simatic S7-300 y le modificamos el nombre pasando a ser PLC_Master_#2:

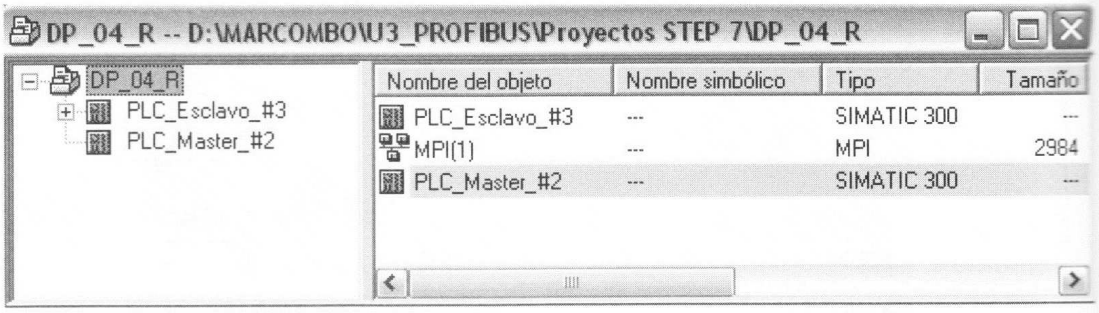


Figura 3.5.18

A continuación, configuramos el hardware:

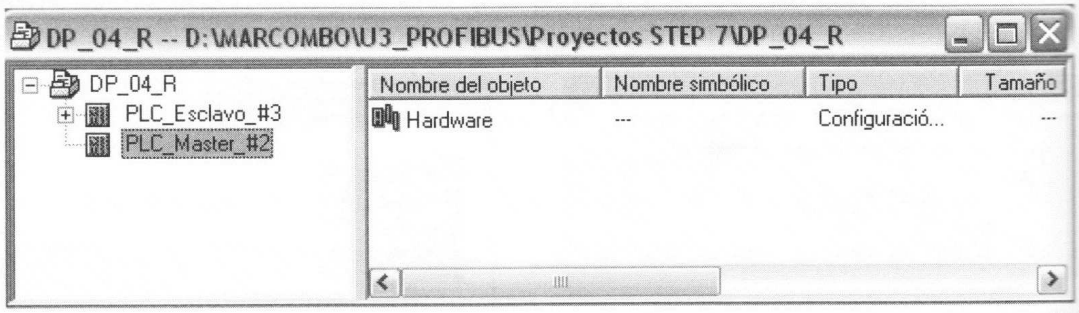


Figura 3.5.19

Al insertar la CPU 314C-2DP y al tener esta CPU un puerto DP integrado, nos aparece la ventana para integrar este puerto DP en una red. Como ya se explicó al principio, vamos a realizar el ejemplo como si estuviésemos trabajando con CPU sin puerto DP integrado. Es por ello por lo que en esta ventana figura 3.5.20 dejaremos sin conectar a ninguna red esta interfaz.

Por tanto, dejamos la dirección #2, dirección de MPI, apareciendo la siguiente ventana figura 3.5.21 al pulsar el botón de "Aceptar":

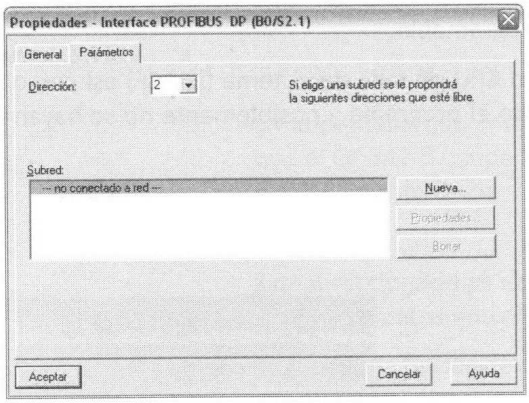


Figura 3.5.20

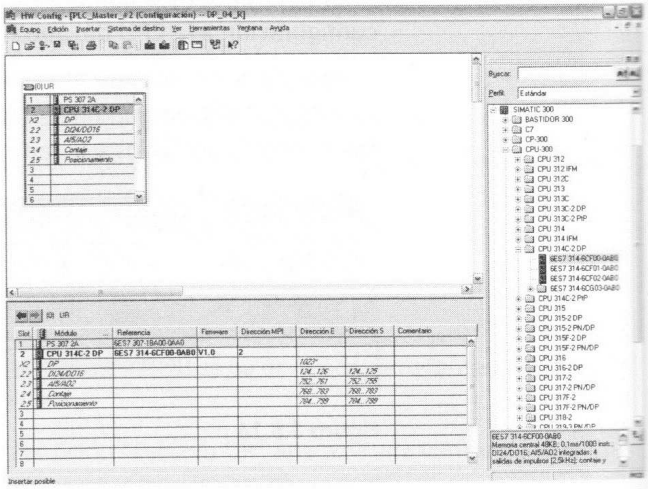
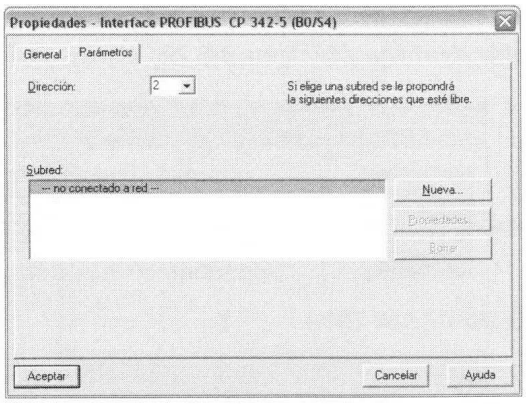


Figura 3.5.21



El siguiente paso es incorporar el CP 342-5 para que haga las funciones de master de la red. Al insertar el CP 342-5 en el spot 4 del bastidor aparece la ventana figura 3.5.22.

Figura 3.5.22

Ahora, y a parte de dejar la dirección #2 como dirección del CP en la red, es el momento de configurar la red Profibus. Pulsando el botón "Nueva...", aparece una nueva ventana con dos pestañas, como son "General" y "Ajuste de la red":

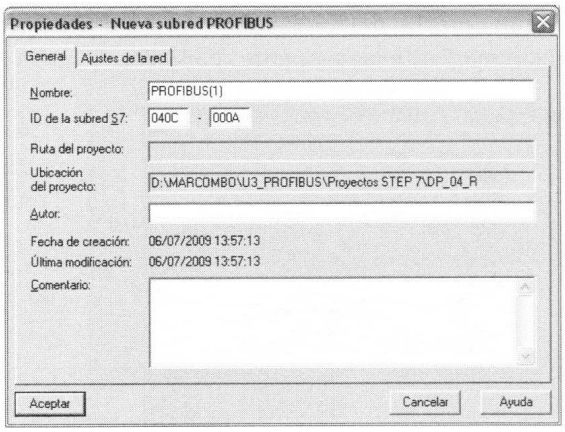


Figura 3.5.23

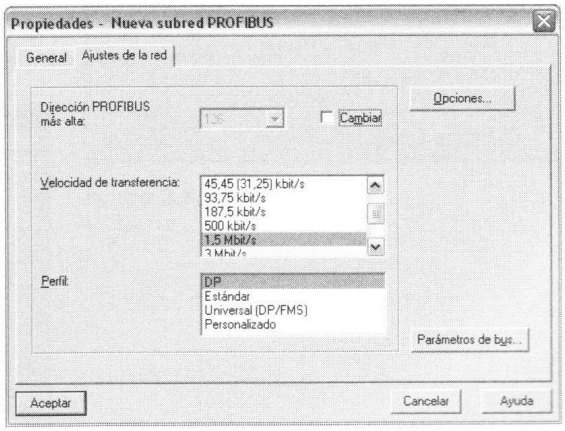


Figura 3.5.24

En un principio podemos dejar los valores configurados por defecto, ya que son los que necesitamos. De todas formas, revisar que sean los correctos. Pulsando el correspondiente botón "Aceptar" aparecerá la CP integrada en la red Profibus-DP.

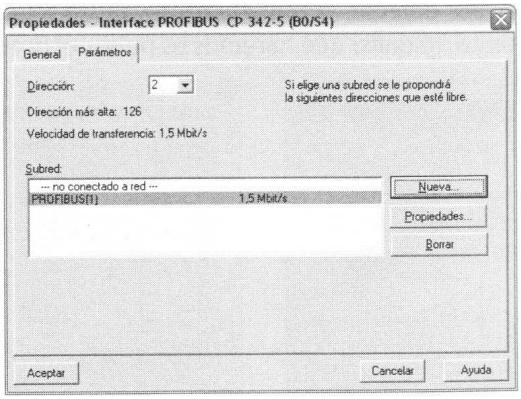


Figura 3.5.25

Al pulsar el botón "Aceptar" debe aparecer la línea que nace del CP que corresponde a la red Profibus configurada figura 3.5.26.

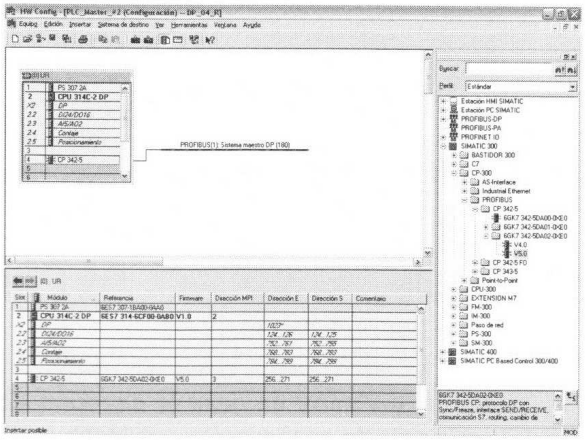


Figura 3.5.26

Haciendo doble clic con el botón derecho del ratón sobre el CP 342-5 del slot 4 podemos realizar su configuración mediante las siguientes pantallas:

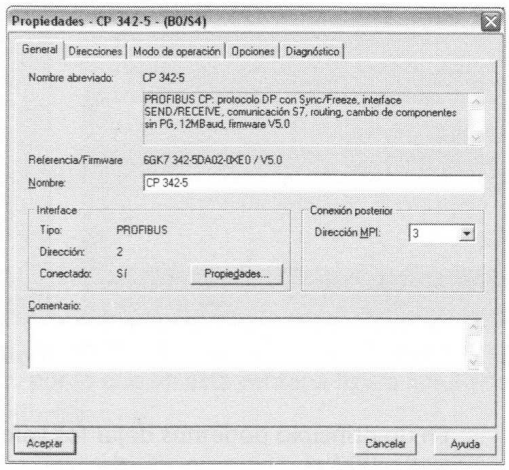


Figura 3.5.27

Se observa que, por defecto, la configuración ya está seleccionada para master DP de la red. Por tanto, lo único que haremos es pulsar el botón "Aceptar".

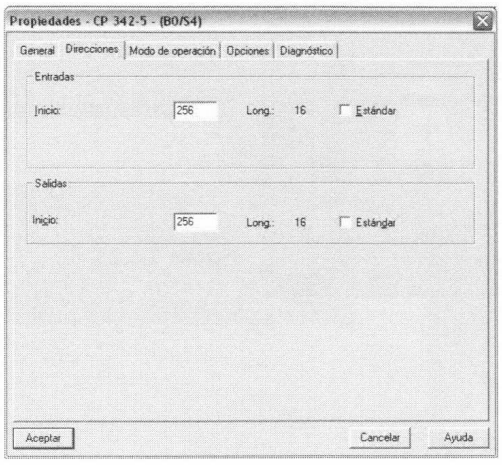


Figura 3.5.28

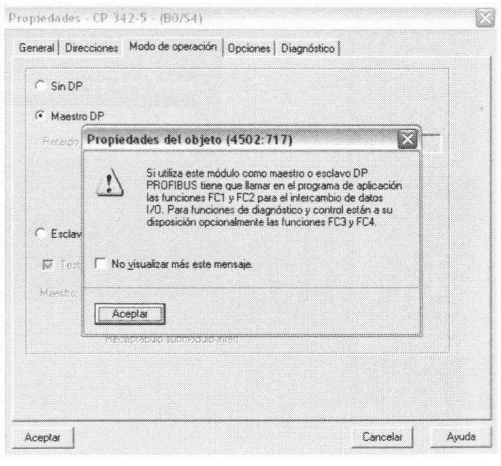


Figura 3.5.29

3.5.1.3.2.4 Incorporar el PLC S7-300 con CP 342-5 como esclavo de la red Profibus configurada

Éste es el momento de poder incorporar a la red Profibus creada el PLC S7-300 esclavo. Para ello, desde la configuración de hardware del PLC master, buscamos en el catálogo la carpeta:

Profibus-DP → Estaciones ya configuradas → S7 300 CP 342-5 DP

y de ella el componente:

6GK7 342 5DA02-0XE0 – V5.0

que arrastraremos hasta la red Profibus que nace del CP 342-5 del PLC master. Una vez conectado a la red, aparecerá una ventana para el acoplamiento del PLC esclavo al PLC master (figura 3.5.30).

A continuación, y para conectar este PLC esclavo a la red Profibus, pulsamos sobre el botón "Acoplar". Aparecerá el siguiente aviso (figura 3.5.31).

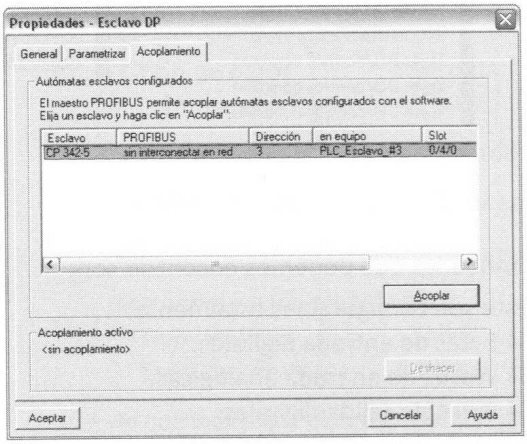


Figura 3.5.30

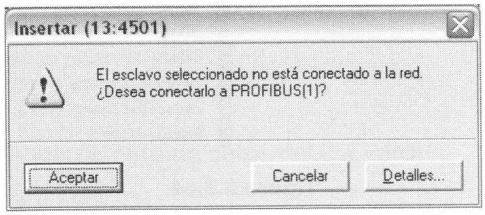


Figura 3.5.31

Ventana que aparece en el caso de no haber configurado la red Profibus en el momento de la creación del PLC esclavo, como ha sido nuestro caso. En cualquier caso, pulsando el botón "Aceptar" aparece la misma ventana pero se observa que en el apartado inferior llamado "Acoplamiento activo" tenemos el PLC configurado como esclavo (figura 3.5.32).

Ahora, ya podemos pulsar el botón "Aceptar", observando cómo el PLC esclavo aparece conectado en la red Profibus (figura 3.5.33).

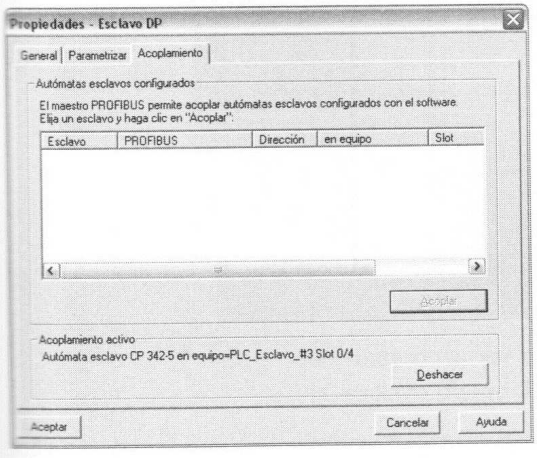


Figura 3.5.32

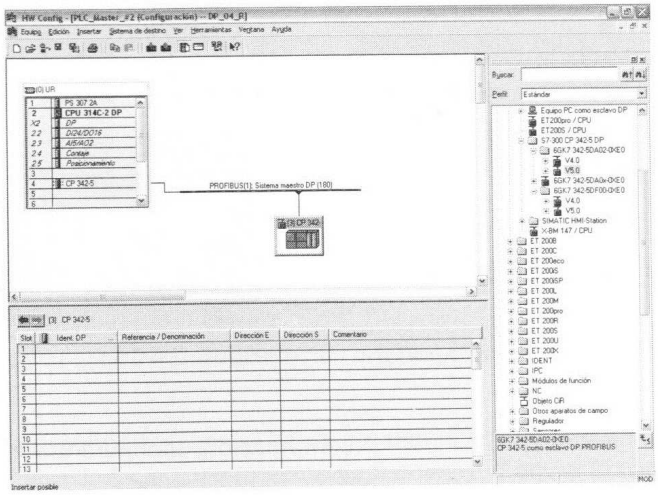


Figura 3.5.33

A continuación, se ha de configurar el tipo y la cantidad de datos que queremos intercambiar con el PLC master. Las diferentes posibilidades las encontramos dentro de la carpeta V5.0 del PLC conectado que podemos ver en el catálogo:

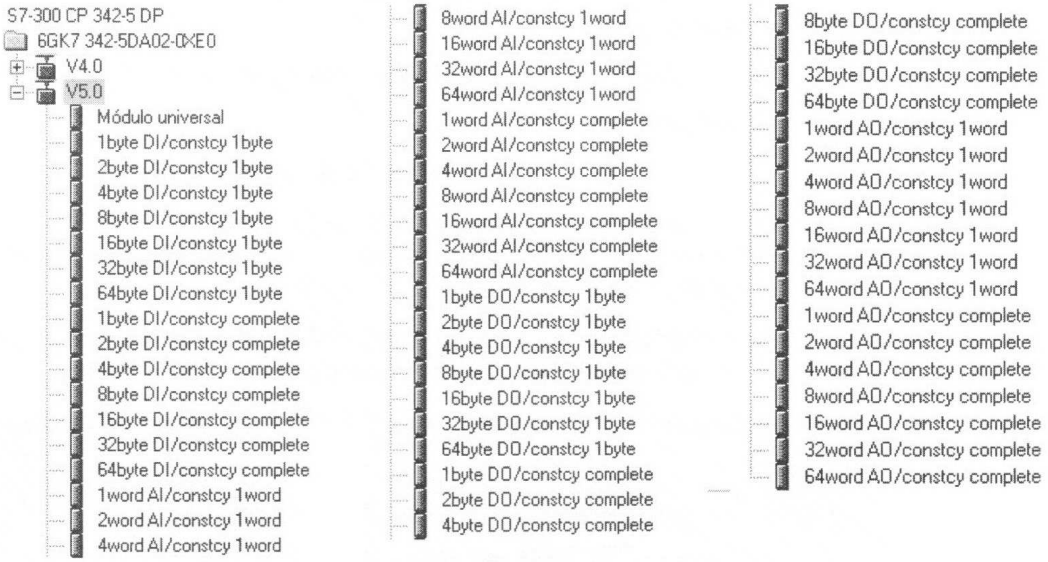


Figura 3.5.34

Los diferentes tipos y cantidades que podemos encontrar son:

- Módulo universal, éste son configurables totalmente.
- 1, 2, 4, 8, 16, 32 o 64 Bytes de entrada digitales.
- 1, 2, 4, 8, 16, 32 o 64 Words de en trada analógicas.
- 1, 2, 4, 8, 16, 32 o 64 Bytes de salida digitales.
- 1, 2,4,8, 16, 32 o 64 Words de salida analógicas.

Realizaremos el ejemplo con la configuración de Módulos universales. Para ello, tenemos que seleccionar "Modulo universal" y arrastrarlo hasta la rejilla inferior del PLC esclavo conectado a la red:

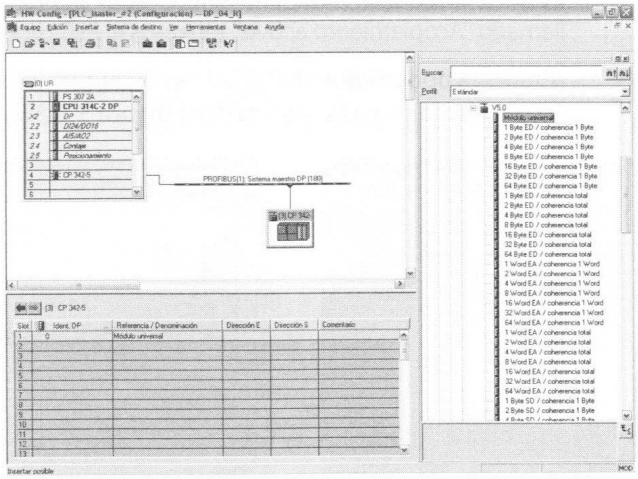


Figura 3.5.35

A continuación, configuramos el tipo y la cantidad de datos haciendo un doble click sobre "Módulo universal" del slot 1, apareciendo las propiedades, en donde se debe seleccionar uno de los diferentes tipos de E/S que ofrece:

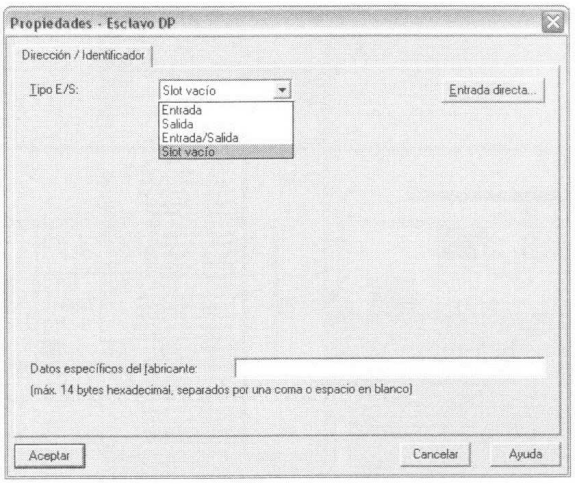


Figura 3.5.36

La configuración elegida será:

Tipo de datos : Entrada
Cantidad de datos : 1 Byte

lo que indica que estará preparado para recibir un byte de datos del PLC master.

Para finalizar, pulsar el botón "Aceptar" (figura 3.5.37).

Añadiremos otra configuración mediante otro Módulo universal en slot 2.

La configuración elegida será:

Tipo de datos : Salida
Cantidad de datos : 1 Byte

lo que indica que estará preparado para enviar un byte de datos al PLC master.

Para finalizar, pulsar el botón "Aceptar" (figura 3.5.38).

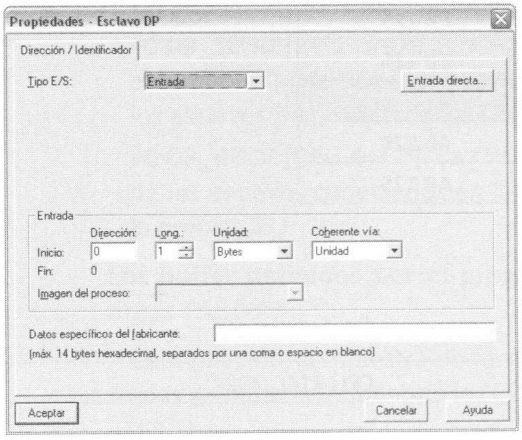


Figura 3.5.37

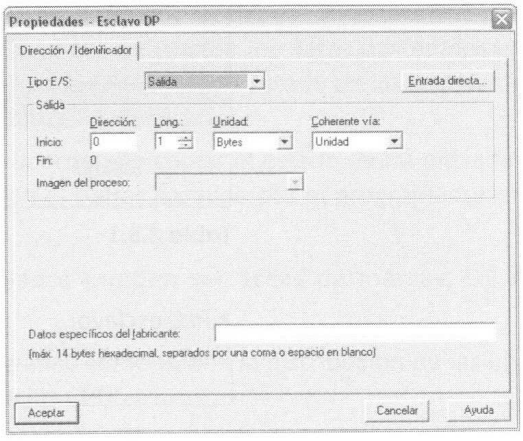


Figura 3.5.38

De esta misma forma podemos ir añadiendo diferentes tipos y cantidades para el intercambio de datos entre el PLC master y el PLC esclavo.

Se puede observar cómo se va completando la parrilla inferior correspondiente al PLC esclavo (figura 3.5.39).

Podemos dar por finalizada la configuración del hardware para este ejemplo y, por tanto, ya se puede compilar y guardar la configuración de hardware. Y enviar la configuración a la CPU del autómata programable (figura 3.5.40) / figura 3.5.41).

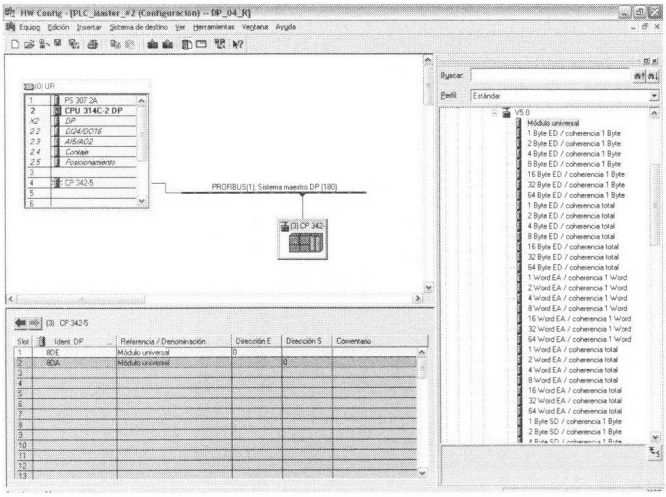


Figura 3.5.39

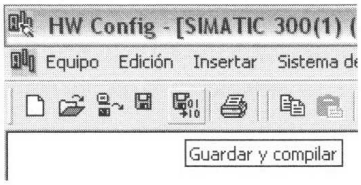


Figura 3.5.40

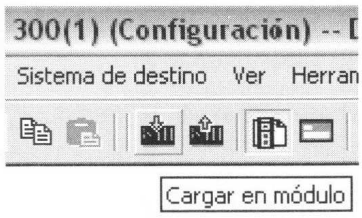


Figura 3.5.41

Es posible, y totalmente normal, que la CPU dé fallo de sistema (led SF) así como de bus (led BF), ya que no se ha cargado el programa y posiblemente no se hayan conectado los esclavos a la red.

Resumiendo, el direccionado de las entradas y salidas tanto de la CPU como del CP del PLC master y esclavo queda como sigue:

- PLC maestro:

CPU 314C-2DP

PAE	
Entradas	EB 124
	EB 125
	EB 125
PAA	
Salidas	AB 124
	AB 125

CPU 342-5 #2 (master)	
Entradas	EB 0
Salidas	AB 0

Tabla 3.5.1

- PLC esclavo:

CPU 314C-2DP

PAE	
Entradas	EB 124
	EB 125
	EB 125
PAA	
Salidas	AB 124
	AB 125

CPU 342-5 #3	
Entradas	EB 0
Salidas	AB 0

Tabla 3.5.2

La configuración de la red vista desde NetPro es:

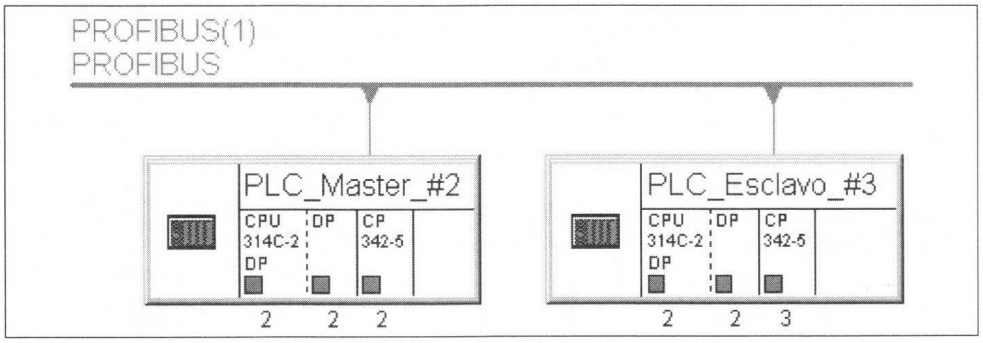


Figura 3.5.42

Y en el proyecto de STEP 7 se observa cómo, a parte de la CPU, aparecen las dos CP 342-5 configuradas.

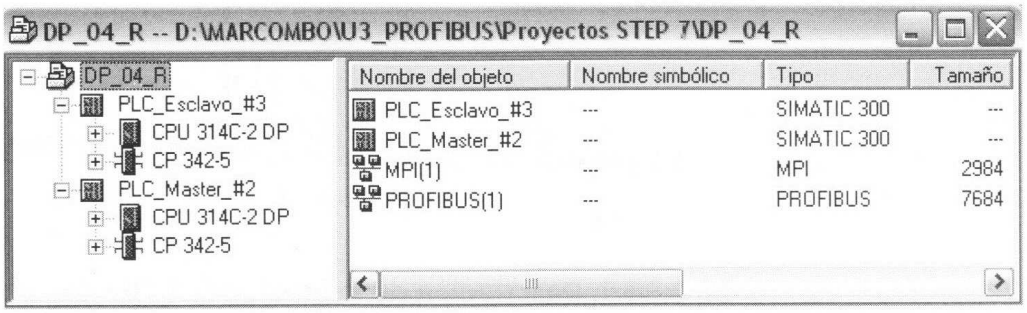


Figura 3.5.43

3.5.1.3.3 Comunicación de datos

El intercambio de datos entre la CPU y el CP (trabajando como maestro) no es directo, sino que se ha de hacer mediante bloques FC, como son:

FC DP_SEND [CPU → CP]: La CPU da la orden de escribir los datos contenidos en el buffer definido por el programador en la CPU sobre el estado de las salidas de los esclavos DP conectados al CP master.

FC DP_RECV [CPU ← CP]: La CPU da la orden de copiar el estado de las entradas de los esclavos conectados en la CP en el buffer definido por el programador en la propia CPU.

Los buffer definidos por el programador pueden ser áreas de marcas, DB o áreas PAE/PAA.

A continuación, se muestra de forma gráfica cómo queda la distribución de las entradas y salidas relacionando las CP con las CPU.

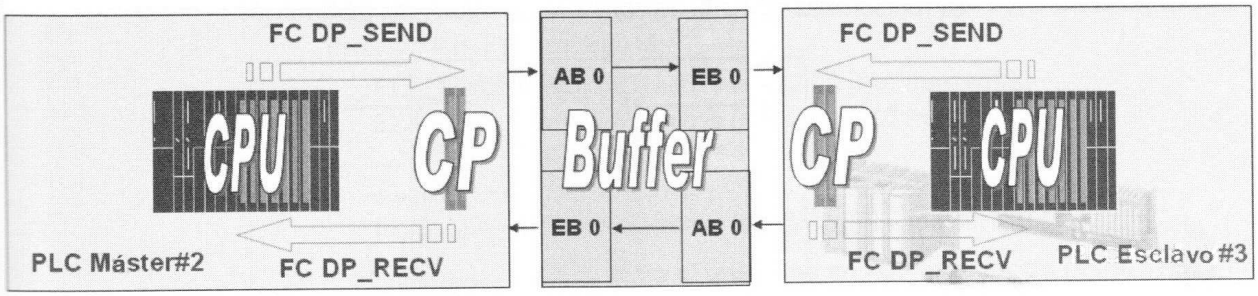


Figura 3.5.44

Como las CP 342-5 están conectadas en el slot 4 de cada bastidor de su CPU 314C-2DP, le corresponde la dirección **256** en decimal que, pasado a hexadecimal, es el **100**. Esto se puede verificar para que coincida en la pestaña "Direcciones" de las "Propiedades del objeto..." de cada una de las CP 342-5 (figura 3.5.45).

Las funciones FC1 "DP_SEND" y FC2 "DP_RECV" se pueden encontrar en el catálogo dentro de la carpeta Librerías → SIMATIC_NET_CP → CP 300 (figura 3.5.46).

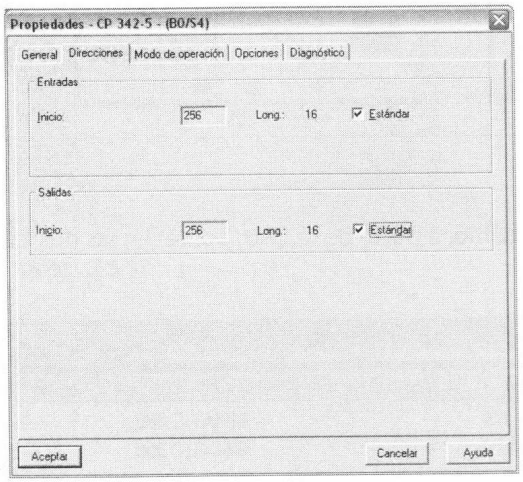


Figura 3.5.45

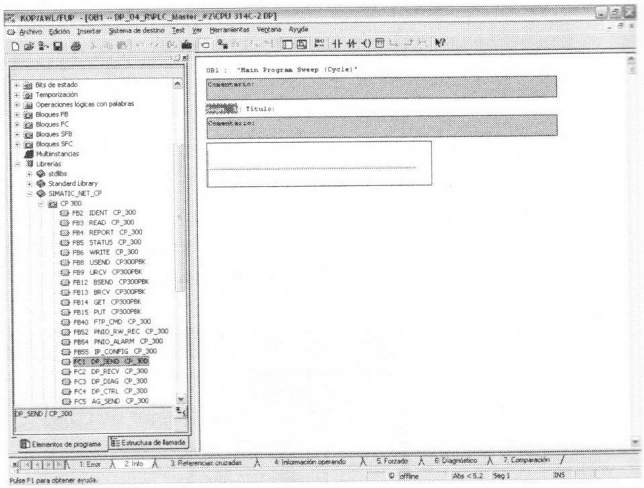


Figura 3.5.46

3.5.1.3.3.1 Descripción de la función FC1 "DP_SEND"

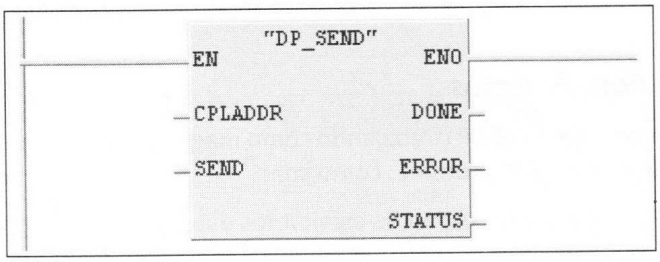


Figura 3.5.47

La función FC1 "DP_SEND" contiene los siguientes parámetros (figura 3.5.49).

Cuyo significado es el siguiente:

Datos de entrada:

CPLADDR : Se ha de indicar la dirección de la CP en formato word W#15#hhh.

SEND: Se ha de indicar el lugar en donde se encuentran los datos a enviar a la CP en formato puntero p#.

Datos de salida:

DONE: Señaliza en un bit, si se han aceptado los datos (0: No hay datos/1: Nuevos datos).

ERROR: Señaliza en un bit, si se han producido errores (0: Sin error/1: Con error).

STATUS: Señaliza en una palabra, el código del error producido.

3.5.1.3.3.2 Descripción de la función FC2 "DP_RCV"

La función FC2 "DP_RECV" contiene los siguientes parámetros:

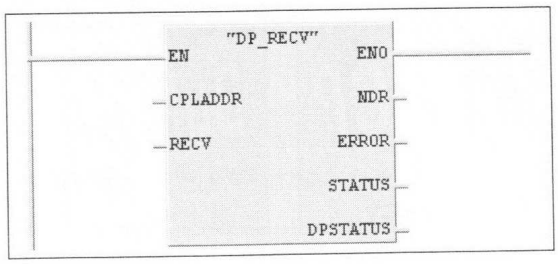


Figura 3.5.48

Cuyo significado es el siguiente:

Datos de entrada:

CPLADDR: Se ha de indicar la dirección de la CP en formato word W#15#hhh.
SEND: Se ha de indicar el lugar en donde queremos guardar los datos recibidos de la CP en formato puntero p#.

Datos de salida:

NDR: Señaliza en un bit, si se han aceptado los datos.
ERROR: Señaliza en un bit, si se han producido errores (0: Sin error/1: Con error).
STATUS: Señaliza en una palabra, el código del error producido.
DPSTATUS: Señaliza en un byte, el código del estado DP producido.

3.5.1.3.4 Programa para los PLC

En este ejemplo hay que realizar tanto el programa para el PLC maestro como para el PLC esclavo. Desde la carpeta "Bloques" abrimos el módulo OB1, y en éste escribimos el programa para cada PLC:

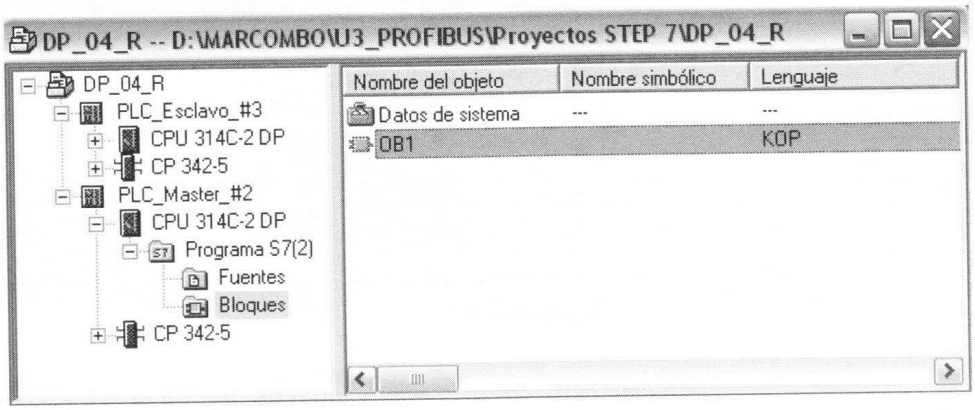


Figura 3.5.49

Teniendo presente la configuración del direccionado de lectura y escritura de cada CPU sobre cada CP indicado en las páginas anteriores, desarrollamos un programa que cumpla con lo siguiente:

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del PLC (Master – Estación #2), que se active su correspondiente salida del primer byte del PLC (Esclavo-Estación #3). Es decir, que la:

  E124.0 [PLC master #2] active la A124.0 [PLC esclavo #3]
  E124.1 [PLC master #2] active la A124.1 [PLC esclavo #3]
  .....
  .....
  E124.7 [PLC master #2] active la A124.7 [PLC esclavo #3]

- Al activar cada una de las entradas del primer byte del PLC (Esclavo – Estación #3), que se active su correspondiente salida del primer byte del PLC (Master - Estación #2). Es decir, que la:

  E124.0 [PLC esclavo #3] active la A124.0 [PLC master #2]
  E124.1 [PLC esclavo #3] active la A124.1 [PLC master #2]
  .....
  .....
  E124.7 [PLC esclavo #3] active la A124.7 [PLC master #2]

En la siguiente figura se muestra el programa en KOP introducido desde STEP 7 en el OB1 del PLC master:

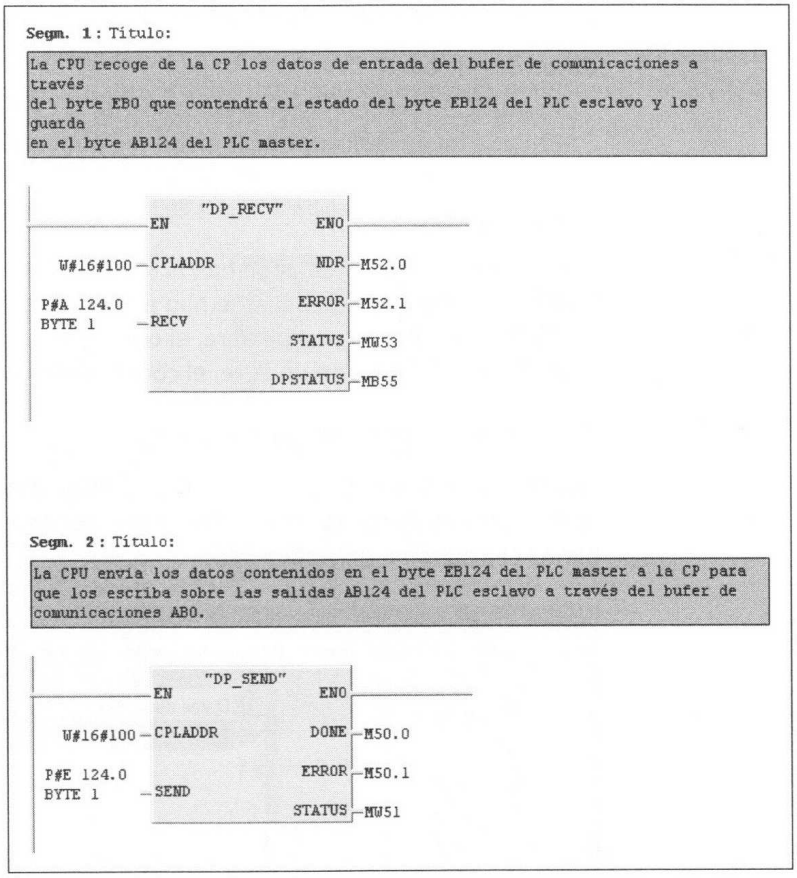


Figura 3.5.50

En este caso, como la operación a realizar en el PLC esclavo es la misma que en el PLC master, el programa también puede ser idéntico, tal y como se muestra en la siguiente figura:

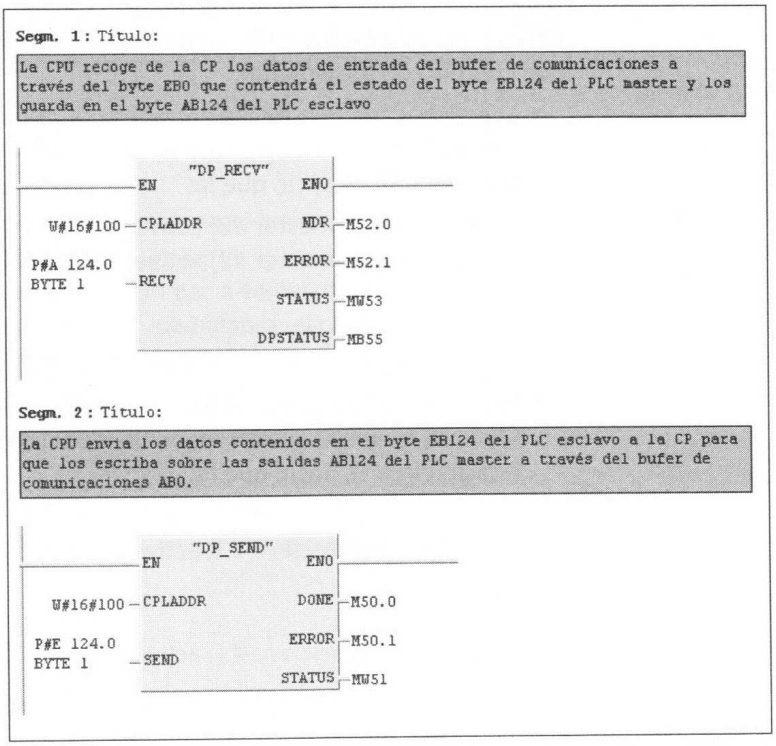


Figura 3.5.51

Ahora, y después de enviar los correspondientes programas a cada uno de los PLC, es el momento de enviar el programa a la CPU del PLC S7 y comprobar su correcto funcionamiento. También es conveniente cargar en cada PLC los bloques de organización OB de control de posibles errores como son el OB82, OB85 y OB86.

3.5.2 Ejercicio resuelto

3.5.2.1 Objetivos

Como ejercicio de aplicación a lo visto, se trataría de, aprovechando la interfaz DP que posee cada CPU, crear una red Profibus-DP diferente para cada interfaz en la que a la interfaz DP del PLC que dispone del CP que hace de esclavo se le ha de conectar un módulo de entradas/salidas de periferia como es una ET 200L y a la interfaz DP del PLC que dispone del CP que hace de master conectarle otro módulo de entradas/salidas como es una ET 200S cuya referencia es:

Componente	Referencia
IM151-1 STANDART	151-1AA02-0AB0

compuesta por los siguientes módulos:

(4) IM151-1 Standard — Comprimir direcciones

Slot	Módulo ...	Referencia	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0			
2	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD00-0AA0	2.0...2.3		
3	4DO DC24V/0,5A ST	6ES7 132-4BD00-0AA0		2.0...2.3	
4	2AI U ST	6ES7 134-4FB00-0AB0	3...6		
5	2AO U ST	6ES7 135-4FB00-0AB0		3...6	

Figura 3.5.52

de forma que queden configuradas diferentes redes Profibus-DP tal como la que se presenta a continuación:

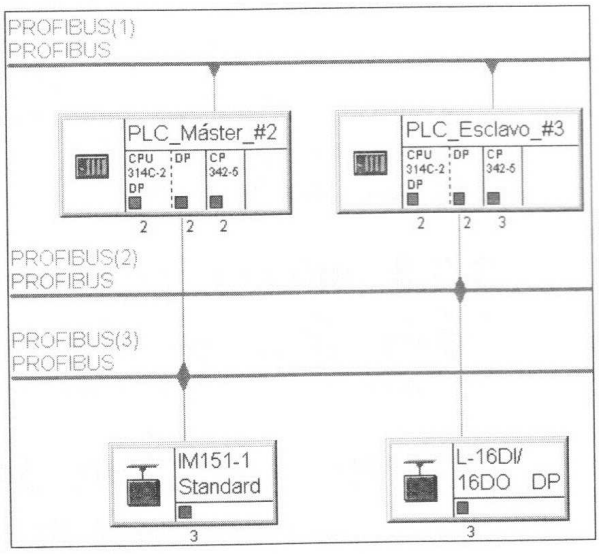


Figura 3.5.53

El funcionamiento del programa se deberá ampliar para que cumpla, además, los siguientes requisitos:

a) Que las cuatro entradas digitales de la ET 200S se reflejen en el segundo byte de salidas de la ET 200L.
b) Que las cuatro primeras entradas del segundo byte de entradas de la ET 200L queden reflejadas en las cuatro salidas digitales de la ET 200S.

c) Que una de las entradas analógicas del PLC_esclavo_#3 con la CP esclava quede reflejada sobre la salida analógica de la ET 200S.
d) Que la entrada analógica de la ET 200S quede reflejada sobre una de las salidas analógicas del PLC_esclavo_#3 con la CP esclava.

Resumiendo, y de forma esquemática, el programa deberá cumplir el siguiente funcionamiento:

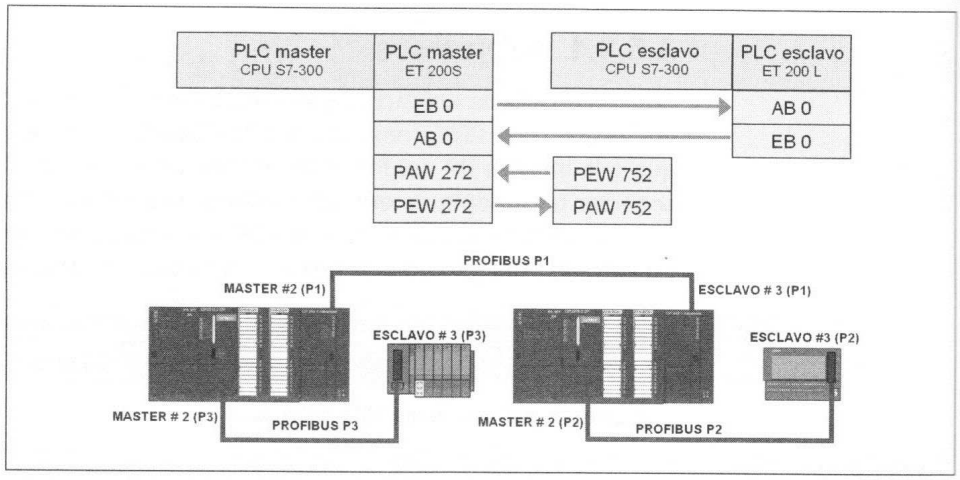


Figura 3.5.54

3.5.2.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos PLC de la serie S7-300.
Dos CP 342-5 maestro de Profibus.
Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200L.
Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200S.
Un cable de comunicación MPI/RS-232 PC Adapter.
Un cable de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.
Un ordenador.
Un paquete de software STEP 7.

3.5.3 Información anexa

La documentación necesaria puede ser consultada en el apartado 3.4.3 del capítulo "3.4 Red Profibus-DP. PLC con CP 342-5 como maestro y ET como esclavos".

3.6 Integración de un sistema HMI en una red Profibus-DP

3.6.1 Ejercicio resuelto

3.6.1.1 Objetivos

Este ejercicio plantea la integración de un sistema HMI, como puede ser un panel de operador, panel táctil o sistema basado en PC, a una red Profibus-DP. En este capítulo se realiza una exposición para integrar un ordenador tipo PC o portátil en una red

formada por un PLC con puerto DP que será el maestro de la red y que conectada a ella un módulo de entradas/salidas de periferia descentralizada como es una ET 200L y otro PLC trabajando como esclavo.

A continuación, se representa un ejemplo de configuración y sus componentes:

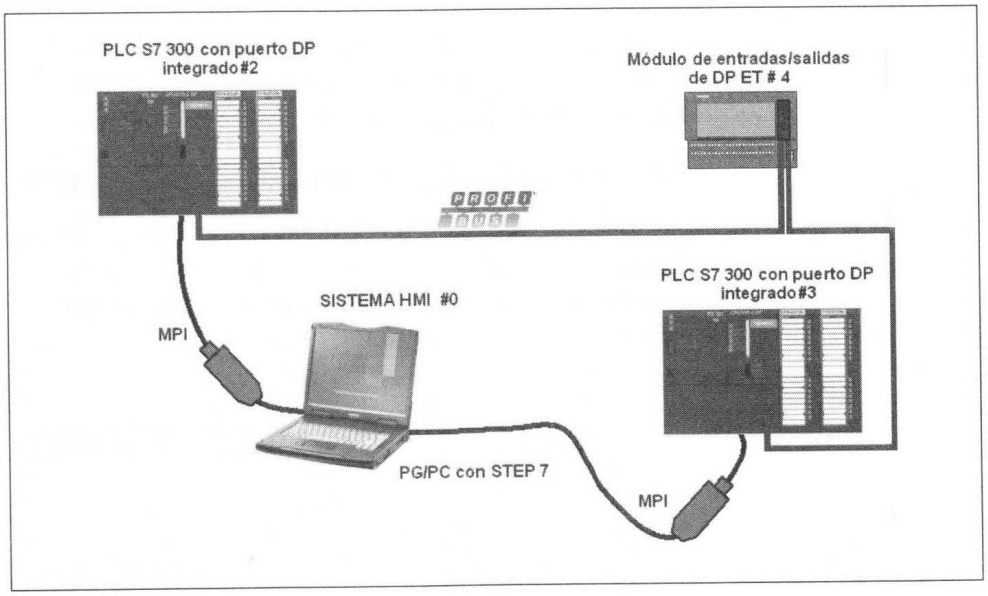


Figura 3.6.1

La integración de un sistema HMI, como puede ser:

- Un panel de operador OP.
- Un panel táctil TP.
- Un ordenador como sistema SCADA.

en un proceso industrial en el que hay instalada una red Profibus-DP tiene multitud de aplicaciones, como:

- Enviar órdenes de control al sistema, como poner en marcha o detener el proceso.
- Modificar valores de contaje, temporizaciones, etc.
- Visualizar datos del proceso como el estado actual de la producción.
- Ofrecer ayuda al operario en caso de avería.
- Dar información de avisos y alarmas.
- Visualizar gráficamente el estado del proceso.
- Etc.

En el ejemplo que se presenta se integra un ordenador en una red Profibus-DP con un PLC S7 314C-2DP como maestro de la red y una ET200L y otro PLC S7 314C-2DP como esclavo.

Para agilizar el proceso resolutivo del ejemplo, hacemos uso del ejemplo desarrollado en el capítulo "3.3 Red Profibus DP con dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo" al cual le añadimos otro esclavo como una ET 200L y, por último, le integramos el ordenador como sistema HMI.

3.6.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado.

Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200L.

Un cable de comunicación MPI-DP/RS-232 PC Adapter.

Tres cables de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un ordenador.
Un paquete de software STEP 7.
Un paquete de software WinCC flexible.

3.6.1.3 Desarrollo del ejercicio

El ejemplo que se plantea es el de realizar una red Profibus-DP formada por un PLC S7-300 con CP342-5, como maestro de la red, y un módulo de 16 entradas/16 salidas de periferia descentralizada, modelo ET 200L.

3.6.1.3.1 Creación de un proyecto en STEP 7

Después de cargar en STEP 7 el proyecto realizado en el capítulo "3.3. Red Profibus-DP. Dos CPU S7-300 en red, una como maestro y otra como esclavo" lo guardamos con otro nombre para añadir los componentes necesarios para el desarrollo de este ejercicio:

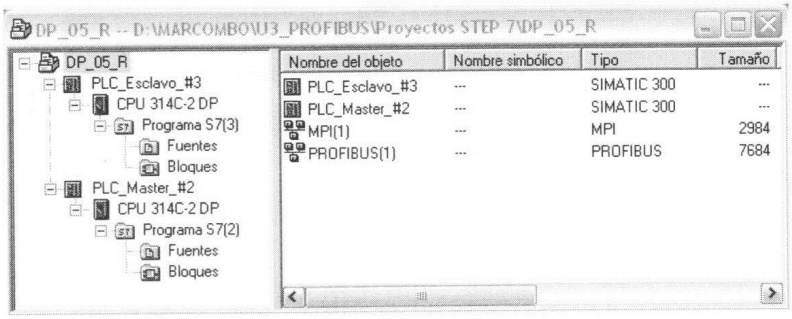


Figura 3.6.2

3.6.1.3.2 Configuración del hardware

Ahora, abriendo el hardware del PLC Master#2 (figura 3.6.3).

Añadimos el esclavo ET 200L a la red Profibus-DP, con la dirección #4, obteniendo el siguiente resultado (figura 3.6.4).

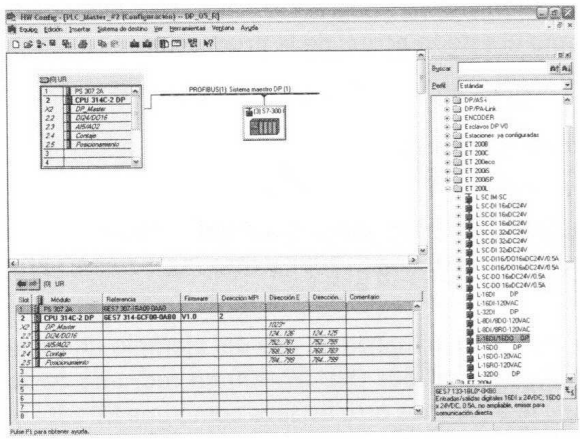


Figura 3.6.3

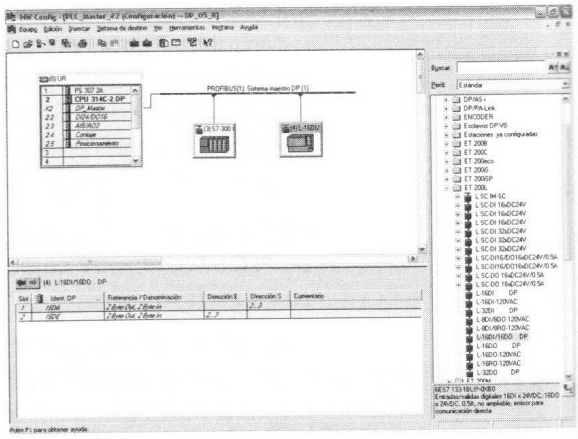
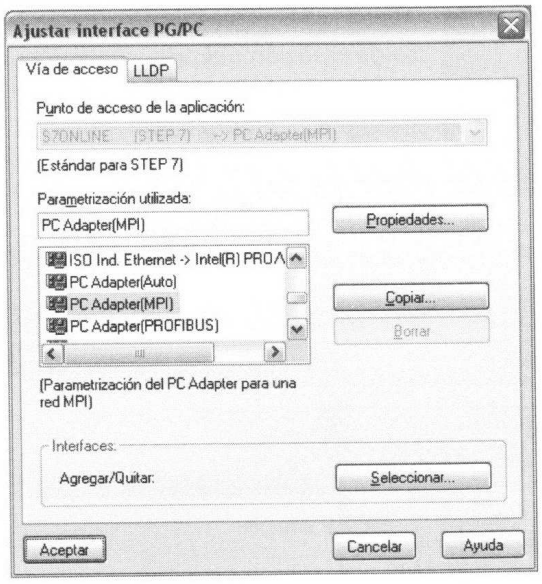


Figura 3.6.4

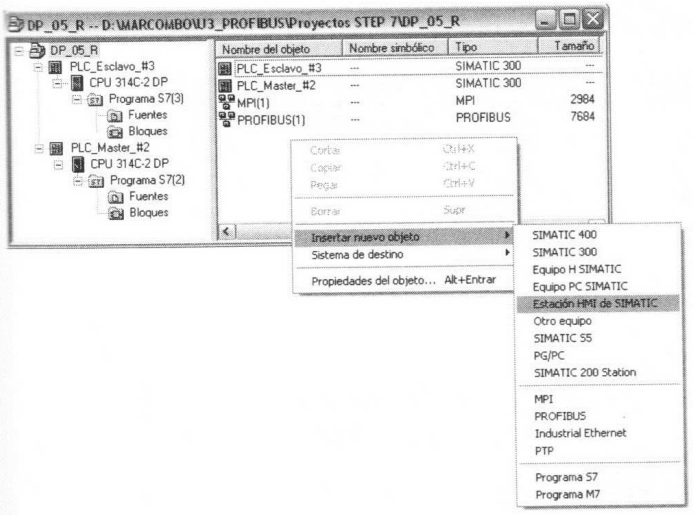
Seguidamente guardamos y compilamos la configuración con el botón correspondiente o con la opción "Guardar y compilar" del menú "Equipo". Ahora ya podemos enviar la configuración a los dos PLC mediante la conexión del PC Adapter en el puerto serie del ordenador y el otro extremo a cada uno de los dos PLC.



Se deberá tener configurado el punto de acceso de la aplicación de la "Interfaz PG/PC" como PC Adapter (MPI).

Figura 3.6.5

3.6.1.3.3 Configuración del equipo HMI



Ahora en el Administrador Simatic y pulsando el botón derecho del ratón, seleccionar "Insertar nuevo objeto – Estación HMI de Simatic". Con ello incorporamos un equipo de WinCC Flexible en el proyecto actual.

Si no aparece la opción «Estación HMI de SIMATIC», es que no se tiene instalado correctamente el software WinCC flesible.

Figura 3.6.6

Apareciendo una ventana para la elección del equipo HMI con el que se va a trabajar, en nuestro caso con un "PC – WinCC Flexible Runtime":

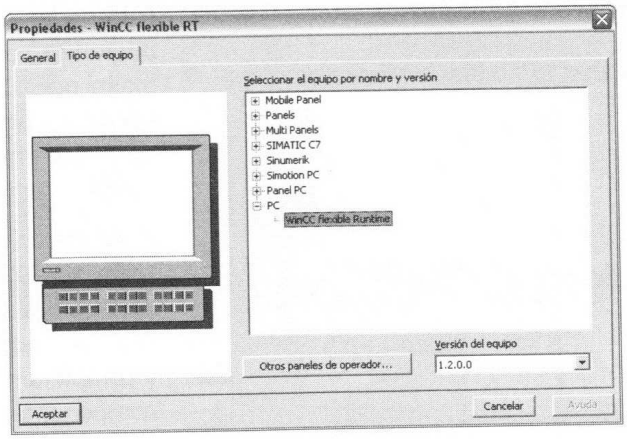
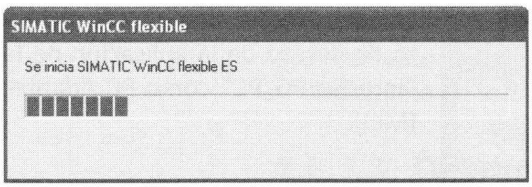


Figura 3.6.7



Al pulsar el botón "Aceptar", aparece una ventana del proceso de creación del proyecto de creación de WinCC Flexible.

Figura 3.6.8

Al finalizar tenemos el equipo HMI integrado dentro del proyecto de STEP 7.

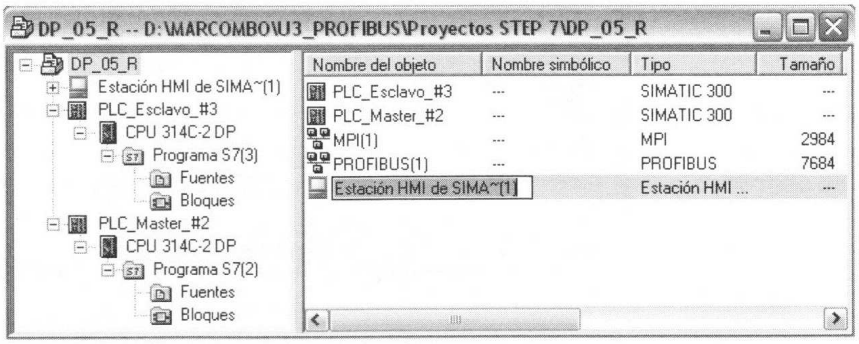


Figura 3.6.9

Podemos desplegar la opción del equipo HMI, pudiendo observar sus componentes:

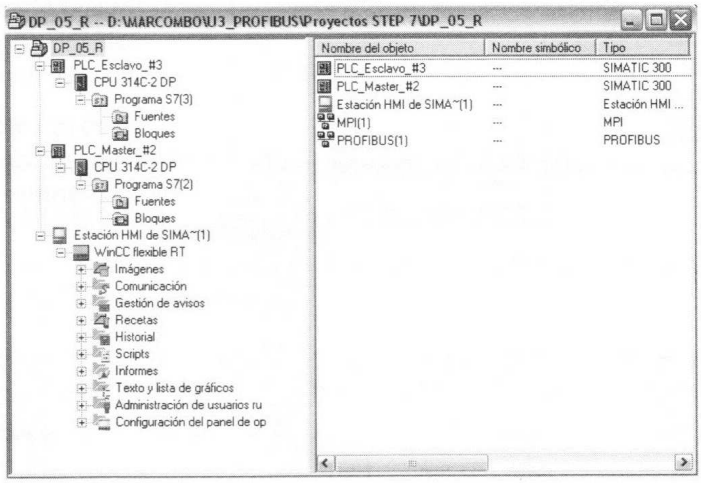


Figura 3.6.10

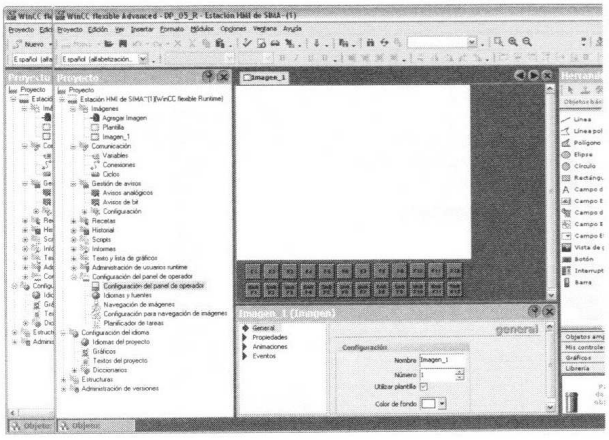


Figura 3.6.11

Para poder realizar la configuración y el diseño de las diferentes pantallas integradas en el sistema HMI formado por nuestro ordenador, debemos desplegar la opción "Imágenes" y posteriormente realizar un doble clic sobre "Imagen_1", abriéndose el programa WinCC Flexible.

A continuación, configuramos los parámetros para integrar el sistema HMI (ordenador) en la red Profibus para que pueda leer/escribir datos de los dos PLC. Para ello, elegimos la opción "Comunicación – Conexiones" y completamos los campos para poder incorporar los componentes activos, PLC maestro y esclavo en nuestro caso, que participarán en la red Profibus-DP, pero nunca los pasivos, como la ET 200L.

Para conseguir esta configuración, debemos en primer lugar escribir un nombre simbólico en la columna "Nombre", por ejemplo "S7-300_Master", y posteriormente desplegar el campo "Driver de comunicación" y elegir de la lista "SIMATIC S7 300/400", quedando la configuración como se muestra en la siguiente imagen:

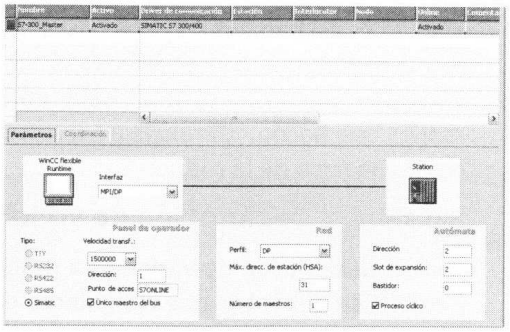


Figura 3.6.12

A continuación, declaramos otro equipo, en este caso correspondiente a PLC esclavo, siguiendo el mismo procedimiento que para el PLC maestro, quedando la siguiente configuración:

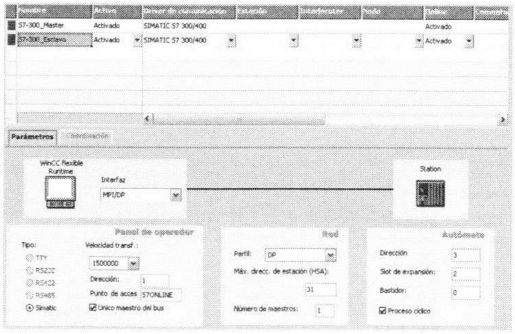


Figura 3.6.13

Por tanto, una vez declarados los dispositivos activos de la red Profibus-DP quedará de la siguiente forma:

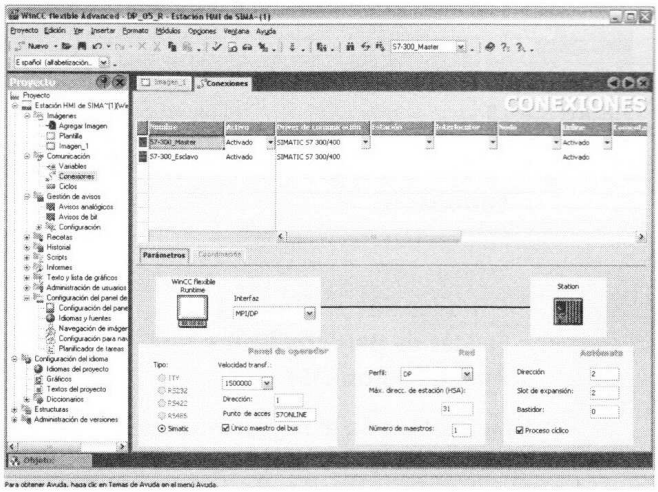


Figura 3.6.14

3.6.1.3.4 Configuración de las imágenes del sistema HMI

Antes de iniciar el proceso del diseño de las diferentes pantallas, se explica cómo se realiza la configuración de variables referidas a todos los componentes que se

incorporaron a la red Profibus en el proyecto de STEP 7 para todos los equipos activos, es decir, que pueden funcionar autónomamente, como son los autómatas programables. El sistema HMI puede acceder directamente a todas las variables configuradas en WinCC Flexible de forma directa a través de la red; en este ejemplo son el PLC que actúa como maestro y el PLC que actúa como esclavo. Sin embargo, esto no es así para los equipos pasivos o que no tienen la capacidad de funcionar de forma autónoma, como son los módulos de periferia descentralizada de entradas/salidas y que en este ejemplo está representado por la ET 200L. En este caso las variables que hacen referencia a este equipo se tendrán que leer en el PLC que actúa como maestro de la red.

3.6.1.3.4.1 Declaración de variables

Para la declaración de variables a utilizar en cualquier imagen diseñada en WinCC Flexible, se deberá seguir el siguiente proceso (figura 3.6.15):

- Introducir un nombre simbólico a la variable en la columna "Nombre".
- Elegir de la lista desplegando "Conexión" el PLC al que pertenece ese registro, en nuestro caso uno de los dos PLC declarados previamente.
- Elegir del desplegable "Tipo de datos" el formato de los datos a representar.
- Introducir la dirección que corresponde al registro que deseamos vincular a esta variable. Para ello, al desplegar el campo aparece una ventana para su configuración (figura 3.6.16).

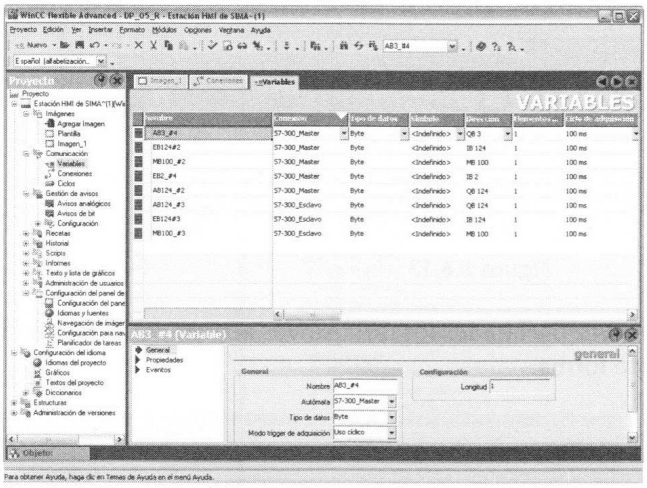


Figura 3.6.15

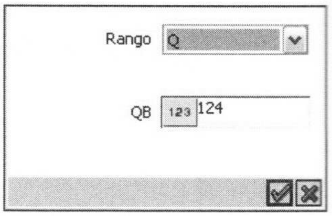


Figura 3.6.16

en donde en "Rango" se dispone de las siguientes opciones:

Entradas (I).
Salidas (Q).
Marcas (M).
Entradas de periferia (PI).
Salidas de periferia (PQ).
Área de datos (DB).

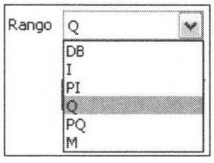


Figura 3.6.17

Una vez elegido el rango, introducimos la dirección.

3.6.1.3.4.2 Diseño de las pantallas

Aunque para sacar un alto rendimiento al diseño de las imágenes se debe disponer de un conocimiento exhaustivo de WinCC Flexible, en este ejercicio no se entra en profundidad en el manejo y opciones que ofrece este software, ya que no es el objetivo de este capítulo. Por tanto, se especifica cómo debe quedar cada una de las configuraciones sin entrar en detalle en otras posibles combinaciones.

Vamos a realizar el diseño de la imagen. En primer lugar (figura 3.6.18), insertamos un texto con la herramienta "Campo de texto" que encontraremos en la ventana de "Herramientas", e introducimos "INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA HMI EN UNA RED PROFIBUS".

A continuación (figura 3.6.18), introducimos otros dos campos de texto de igual forma que antes, en donde los textos a introducir son:

- PLC maestro Byte de entradas 124.
- PLC esclavo Byte de entradas 124.

Quedando tal como se muestra en la figura:

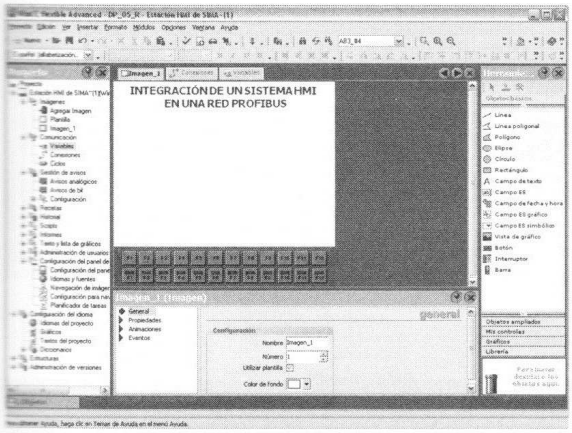


Figura 3.6.18

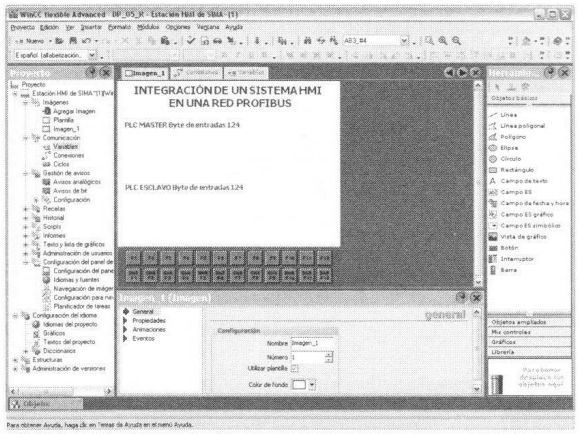


Figura 3.6.19

Seguidamente introducimos un campo de entradas/salida con la herramienta "Campo ES" para poder visualizar el estado del byte de entradas 124 del PLC maestro.

Se completarán los campos indicados en la ventana inferior (figura 3.6.20) de propiedades, como:

Tipo de campo de E/S - Modo:

- Salida.

Proceso - Variable:

- EB124_#2

Vista - Tipo de formato:

- Binario

Vista - Formato representación:

- 11111111

Realizaremos lo mismo con otro campo de entrada/salida para la variable y que la relacionaremos con al byte de entradas 124 del PLC esclavo, quedando de la siguiente forma (figura 3.6.21).

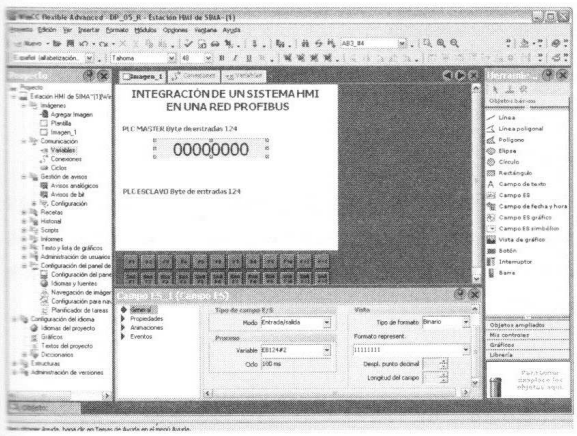


Figura 3.6.20

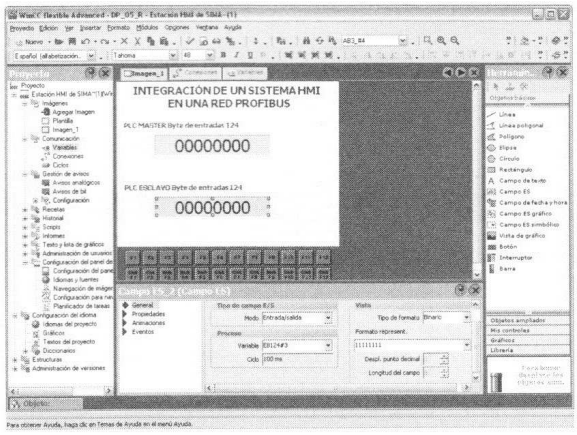


Figura 3.6.21

En la que se puede comprobar cómo todo es absolutamente igual al anterior con la única diferencia de que, en este caso, elegimos la variable correspondiente al PLC esclavo, como es la variable EB124_#3.

Ahora, creamos otra imagen. Para ello, desde la ventana Proyecto, hacemos un doble clic en "Agregar imagen", opción que se encuentra bajo la carpeta "Imágenes", creándose la "Imagen_2".

A continuación, debemos crear "Campos de texto" y "Campos ES" para poder visualizar el estado de las siguientes variables:

- MB100 y AB124 del PLC maestro.

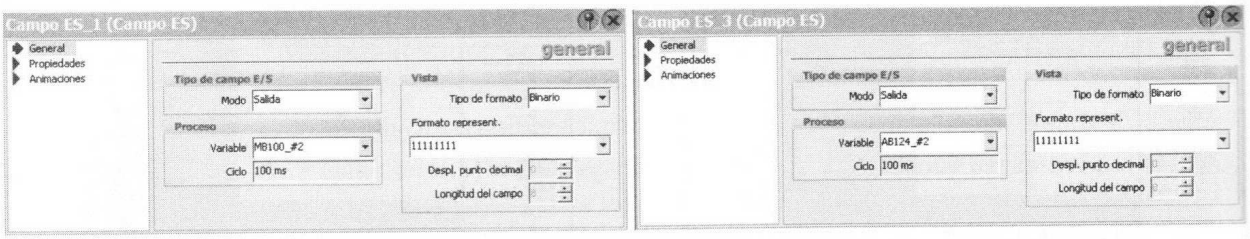


Figura 3.6.22

- MB100 y AB124 del PLC esclavo.

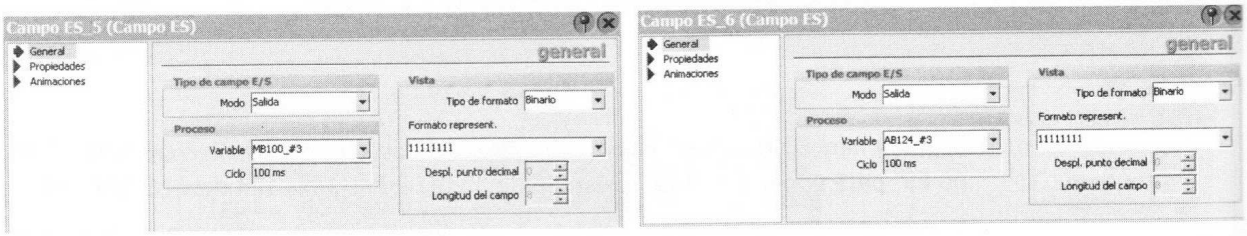


Figura 3.6.23

- Byte de entradas EB2 y byte de salidas AB3 de la ET 200L.

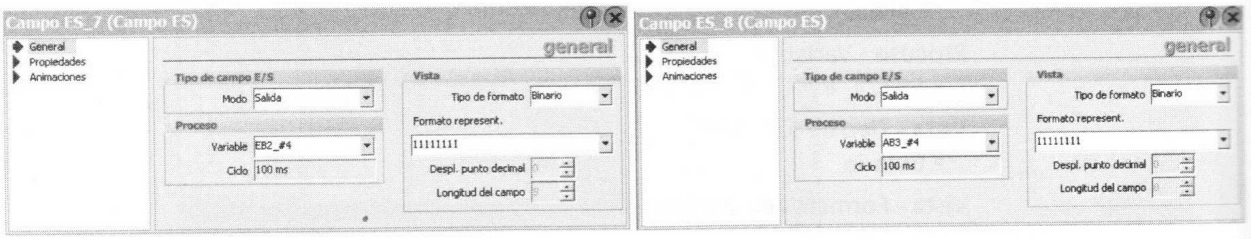


Figura 3.6.24

En esta misma imagen, insertaremos un "Botón", objeto que se puede encontrar en la ventana de "Herramientas" y que se utilizará para volver a la imagen anterior, es decir, la "Imagen_1". Este botón tendrá la siguiente forma:

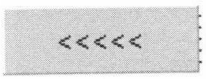
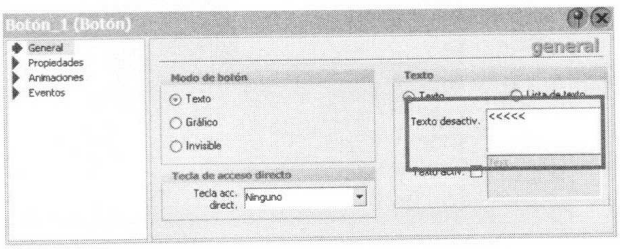


Figura 3.6.25



Las propiedades que se deberán completar son las siguientes. En la carpeta "General" introducimos únicamente el texto que deseamos aparezca sobre el botón.

Figura 3.6.26

En la carpeta "Eventos" configuramos que al pulsar sobre el botón, aparezca la "Imagen_1". Para ello, elegimos el evento "Pulsar" y desplegamos la opción "<Ninguna función>", apareciendo una lista de posibilidades. De ellas, elegimos "Imágenes – ActivarImagen".

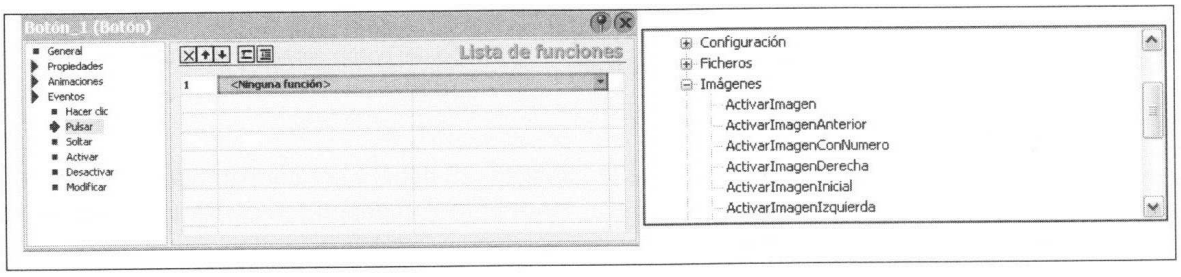


Figura 3.6.27

Apareciendo dicho evento en la zona derecha. Completamos el campo "Nombre de imagen", desplegando este y eligiendo "Imagen_1".

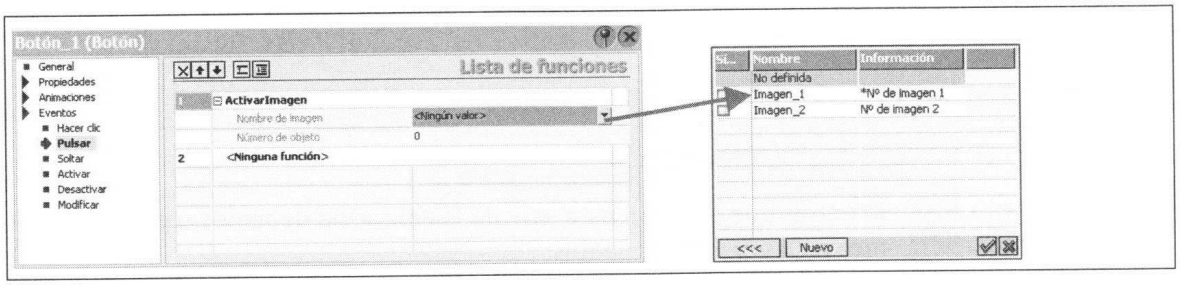


Figura 3.6.28

Quedando finalmente la configuración como se observa en la siguiente figura:

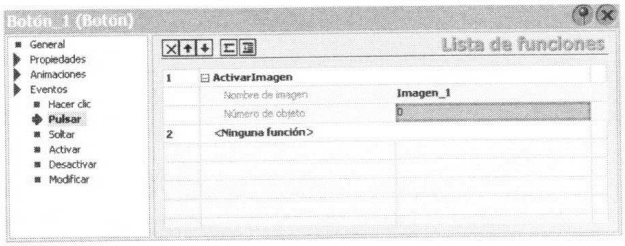


Figura 3.6.29

Ahora, ya podemos dar por finalizado el diseño de esta imagen, quedando definitivamente:

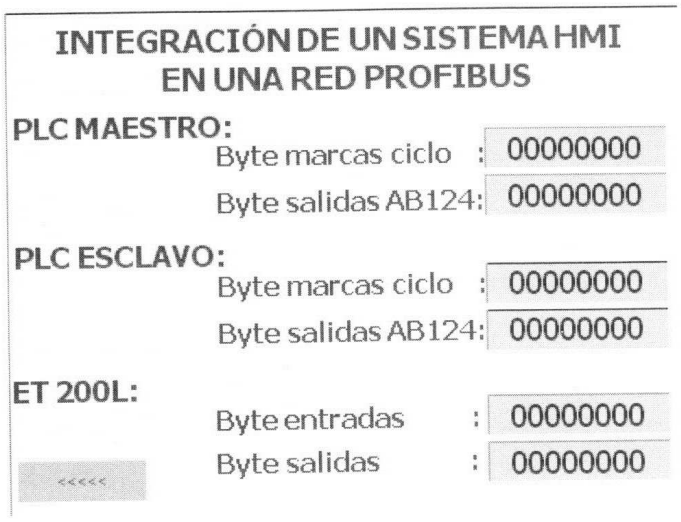


Figura 3.6.30

También hemos de insertar un par de botones en la "Imagen_1", uno para saltar a la "Imagen_2" y otro para salir de la aplicación.

>>>>>	Diseño del botón para saltar a la "Imagen_2".
SALIR	Diseño del botón para salir de la aplicación.

Figura 3.6.31

El botón para saltar a la "Imagen_2" deberá ser configurado siguiendo el mismo proceso seguido para el anterior botón, quedando su configuración como se muestra en la figura:

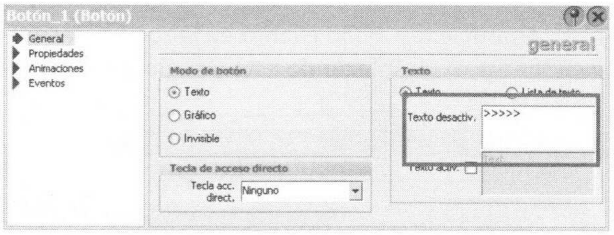


Figura 3.6.32

Mientras que el botón para salir de la aplicación debemos configurarlo como aparece en las figuras siguientes:

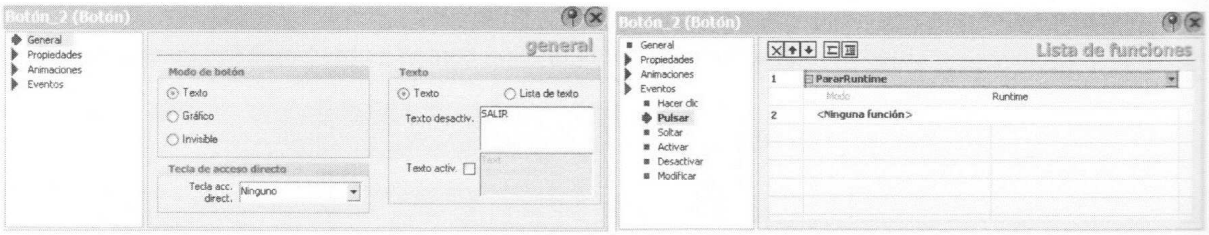


Figura 3.6.33

En la carpeta "General" tan sólo hay que introducir el texto "SALIR" para que se visualice sobre el botón, y dentro de la propiedad "Eventos" seleccionamos "Pulsar", y en la zona derecha desplegamos "<Ninguna función>" y buscamos la opción "Otras funciones – ParaRuntime". Con ello, provocamos la salida de la aplicación al pulsar este botón.

El diseño de la "Imagen_1" queda según se muestra a continuación:

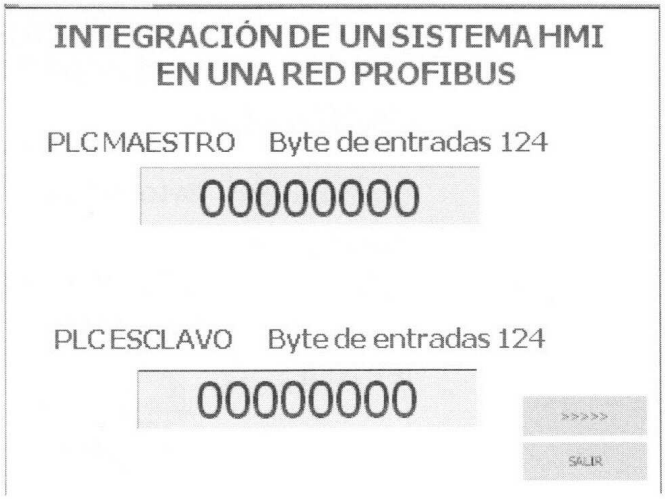


Figura 3.6.34

3.6.1.3.5 Programación de los equipos

Una vez finalizado el diseño del sistema HMI, enviado el hardware a cada PLC y construida la red Profibus-DP entre PLC maestro, PLC esclavo y ET 200L, vamos a realizar los diferentes programas para cada uno de los PLC que intervienen en la red.

Queremos realizar la siguiente transferencia de datos entre los tres dispositivos de la red:

PLC MAESTRO	PLC ESCLAVO	ET 200L
EB124 →	AB124	
AB124 ←	EB124	
EB125 →		AB3
AB125 ←		EB2

Tabla 3.6.1

Se ha de recordar que la configuración del buffer de comunicaciones entre los dos PLC está formado por:

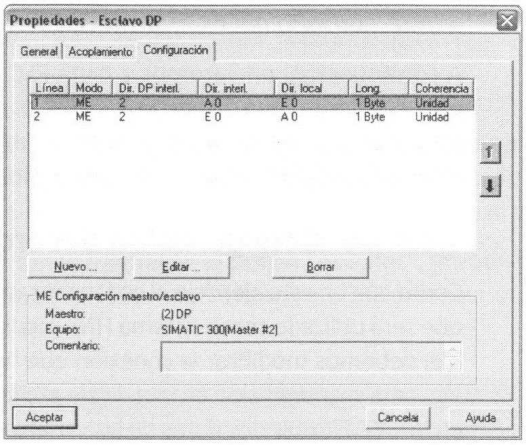


Figura 3.6.35

3.6.1.3.5.1 Programación de PLC maestro

A partir de los datos anteriores, el programa para el PLC maestro, que responde al intercambio de los datos enunciados, será el introducido en el OB1 y formado por los siguientes segmentos de programa:

Además del bloque OB1, hemos de recordar que este tipo de comunicaciones precisa de los bloques OB82 y OB86 que incluiremos en el proyecto sin necesidad de programar nada en su interior.

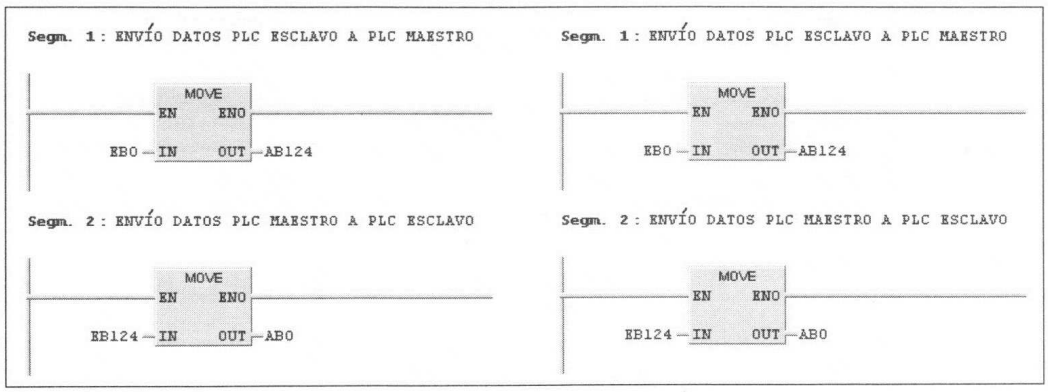


Figura 3.6.36

3.6.1.3.5.2 Programación de PLC esclavo

Mientras que el programa introducido en el OB1 del PLC esclavo estará formado por los siguientes segmentos:

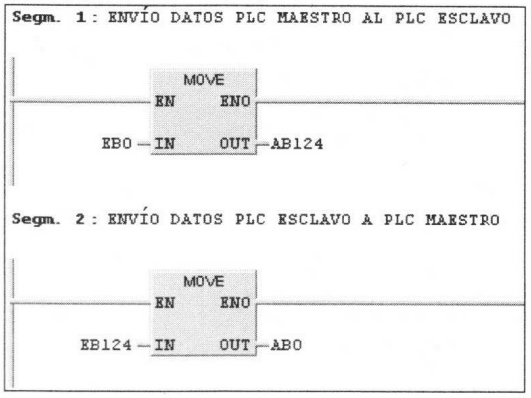


Figura 3.6.37

Al igual que para el PLC maestro, además del bloque OB1, se necesitan los bloques OB82 y OB86 que incluiremos en el proyecto sin necesidad de programar nada en su interior.

A continuación, enviaremos a cada PLC su programa correspondiente. Como tenemos configurado la "Interfaz PG/PC" con el PC Adpater (MPI)", mediante este cable traspasamos el programa, primero a un PLC y posteriormente al otro PLC, colocando el cable del PC Adapter en su propio conector MPI del PLC.

3.6.1.3.6 Configuración del ordenador para Profibus-DP

Como que en este ejercicio el ordenador va a ser un componente de la red Profibus-DP, ya que será utilizado como sistema HMI mediante la configuración realizada en WinCC Flexible, debemos modificar la conexión que hemos utilizado hasta ahora en la "Interfaz PG/PC" para su integración en la red y de esa forma poder visualizar, según el diseño realizado en WinCC Flexible, los datos de las variables seleccionadas en el proyecto.

Por tanto, desde el Administrador Simatic elegimos la opción "Ajustar interfaz PG/PC..." del menú "Herramientas", apareciendo la configuración actual, que es:

Ahora, modificamos la configuración del campo "Parametrización utilizada", eligiendo la opción "PC Adapter (Profibus)".

Figura 3.6.38

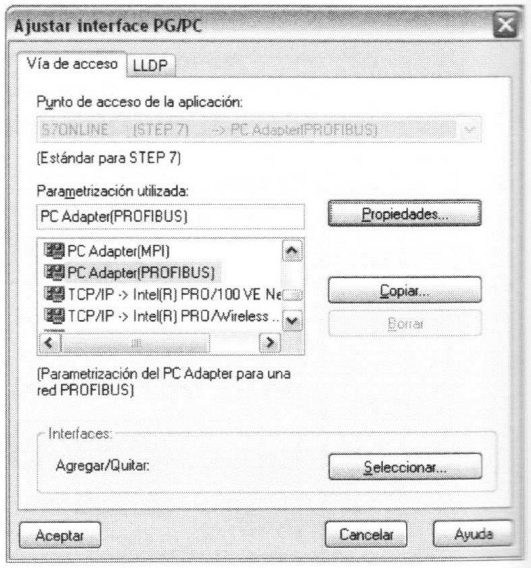


Figura 3.6.39

Pulsamos el botón "Propiedades" y aparece una ventana con dos pestañas, "Profibus" y "Conexión local", que dejaremos tal como se muestra a continuación:

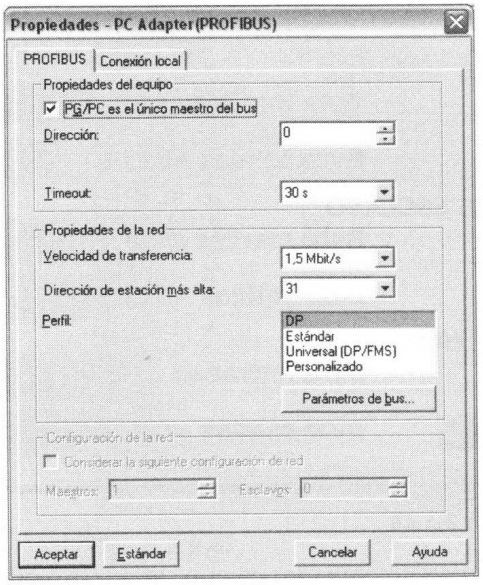


Figura 3.6.40

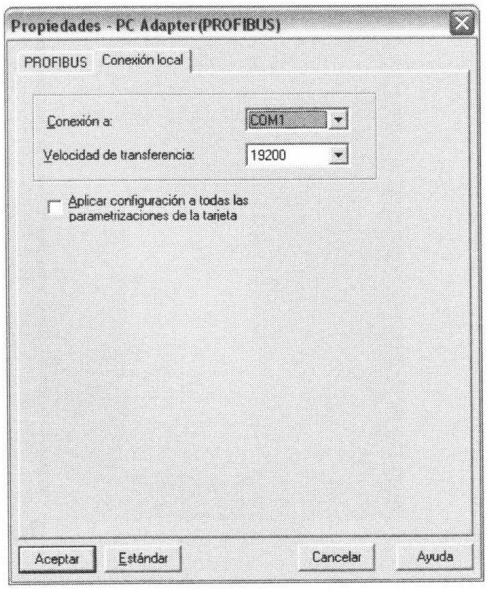


Figura 3.6.41

Nos debemos asegurar de que el puerto serie elegido en el campo "Conexión a:" de la pestaña "Conexión local" sea el lugar en donde tenemos conectado el cable PC Adpater y que la velocidad de transferencia coincida con la configurada en el propio PC Adapter.

Cerraremos las ventanas mediante el botón "Aceptar", grabándose las modificaciones efectuadas y apareciendo una ventana de advertencia que aceptaremos mediante el botón "Aceptar".

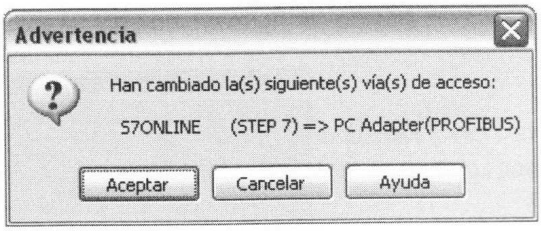


Figura 3.6.42

3.6.1.3.7 Comprobación del funcionamiento

Figura 3.6.43

Para comprobar el funcionamiento hemos de conectar el cable PC Adapter en la red Profibus-DP y ejecutar la aplicación del sistema HMI accionando el icono "Iniciar Runtime" de WinCC Flexible.

Arrancará nuestra aplicación con la "Imagen_1", mostrando el estado de las variables configuradas:

Al pulsar el botón ">>>>>", aparecerá la "Imagen_2 con la siguiente vista:

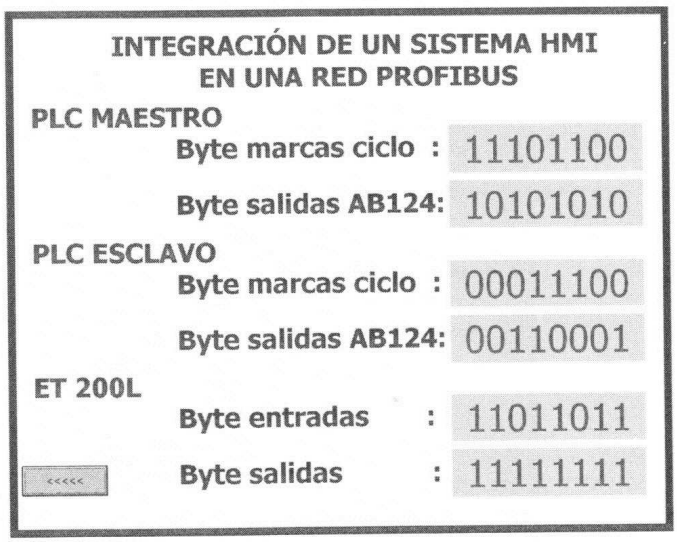


Figura 3.6.44

A partir de este momento podemos comunicar nuestro ordenador no tan sólo para ejecutar la aplicación del sistema HMI, sino también para poder enviar y recibir tanto el programa, el hardware, visualizar los programas o una tabla de variable de cualquier PLC sin necesidad de cambiar la conexión del PC Adapter. Por ejemplo, al enviar un programa o el hardware, aparecerá una ventana como la representada en donde al pulsar el botón "Actualizar" nos muestra todos los componentes que intervienen en la red; en este caso son:

- Estación 2: PLC maestro.
- Estación 3: PLC esclavo.
- Estación 4: ET 200L aparece como un dispositivo no seleccionable, ya que no admite configuración de hardware ni programa.

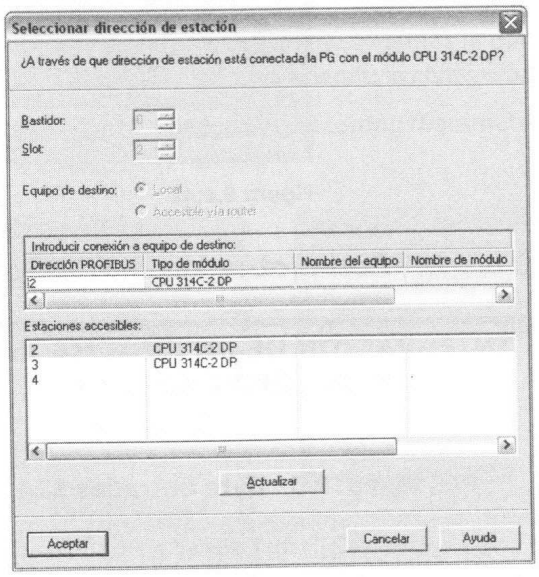


Figura 3.6.45

También es posible crear una tabla de variables para poder visualizar el estado de las variables allí declaradas:

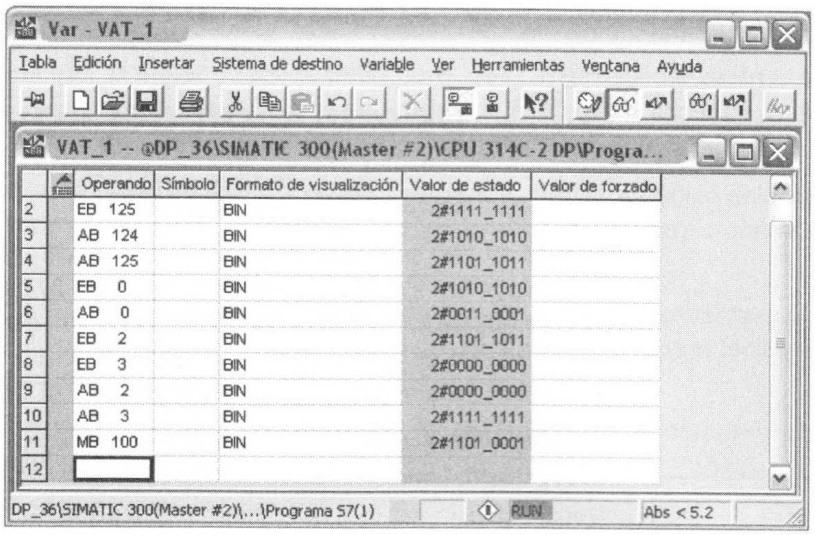


Figura 3.6.46

3.6.2 Ejercicio propuesto

3.6.2.1 Objetivos

Como ejercicio propuesto a lo visto en este capítulo, se trataría de configurar WinCC Flexible para poder acceder a otros registros del PLC, que previamente programados puedan ser visionados, como por ejemplo:

- Registros de un DB.
- Registros de temporización.
- Registros de contaje.
- Etc.

Por tanto, se deberá ampliar con una o más imágenes y realizar el diseño de éstas en WinCC Flexible, así como declarar las variables necesarias para el tratamiento de los diferentes registros que intervienen.

3.6.2.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos PLC de la serie S7-300 con puerto DP integrado.

Un módulo de entradas/salidas de periferia ET 200L.

Un cable de comunicación MPI-DP/RS-232 PC Adapter.

Tres cables de comunicación Profibus con sendos conectores en los extremos.

Un ordenador.

Un paquete de software STEP 7.

Un paquete de software WinCC flexible.

3.7 Red DP con S7-300 como maestro y S7-200 como esclavo

3.7.1 Descripción del equipo EM 277

3.7.1.1 Descripción técnica

La CPU S7-200 se puede conectar a una red Profibus-DP a través del módulo de ampliación EM 277 esclavo Profibus-DP. El EM 277 se conecta a la CPU S7-200 a través del bus de E/S serie. La red Profibus se conecta al módulo EM 277 Profibus-DP por su puerto de comunicación DP. Este último puede funcionar a una velocidad de transferencia cualquiera comprendida entre 9.600 bit/s y 12 Mbit/s.

En calidad de esclavo DP, el módulo EM 277 acepta varias configuraciones de E/S diferentes del maestro, permitiendo adaptar a cada aplicación la cantidad de datos transferidos.

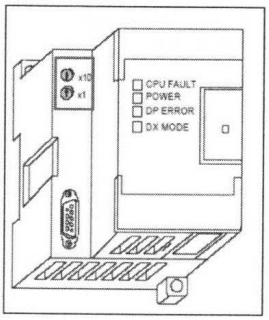


Figura 3.7.1
Asignación dirección Profibus.

Para utilizar el módulo EM 277 Profibus-DP en calidad de esclavo DP, es preciso ajustar la dirección del hardware de estación del puerto DP para que coincida con la dirección fijada en la configuración del maestro. La dirección de la estación se ajusta con los interruptores rotativos del módulo EM 277 (Figura 3.7.1).

Si queremos que el EM 277 sea un esclavo en Profibus DP con la dirección Profibus 27, debemos girar los selectores x10 y x1. En el selector x10 pondremos un 2 y en el selector x1 pondremos 7.

Ese cambio se puede hacer en tensión o desconectado, pero para que el cambio sea efectivo debemos desconectar la alimentación del módulo y conectarlo nuevamente.

Las CPU con las que puede trabajar este módulo son las 222, 224 y 226.

3.7.1.2 Coherencia de datos

3.7.1.2.1 Tipos

Trabajando con este módulo, podemos tener tres tipos de coherencia de datos:

– La coherencia de bytes garantiza que éstos se transfieran en unidades enteras.

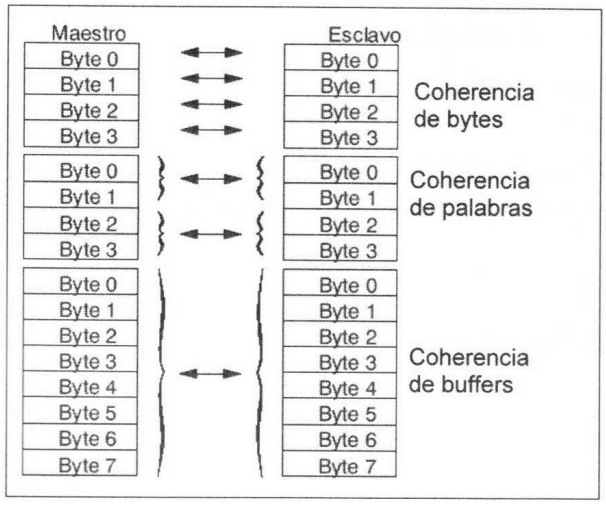


Figura 3.7.2
Diferentes coherencias de datos que se pueden dar.

– La coherencia de palabras garantiza que otros procesos en la CPU no puedan interrumpir las transferencias de palabras (los dos bytes que conforman la palabra se transfieren siempre juntos y no se pueden separar) Utilizaremos la coherencia de palabras si los valores de datos a transferir son números enteros.

– La coherencia de buffers garantiza que el buffer de datos se transfiera en forma de una unidad, sin que ningún otro proceso de la CPU pueda interrumpir la transferencia. Utilizaremos la coherencia de buffer cuando queramos transferir valores de doble palabra, valores en coma flotante o un grupo de valores de datos que deban actuar como una sola unidad.

El maestro DP puede configurar el módulo EM 277 Profibus-DP para que éste reciba datos de salida del maestro y retorne datos de entrada al mismo. Los buffers de salida y de entrada se almacenan en la memoria de variables (memoria V) de la CPU S7-200. Al configurar el maestro DP, se define la dirección de byte en la memoria V donde debe comenzar el buffer de salida como parte de la asignación de parámetros para el EM 227. Asimismo, se define la configuración de E/S como la cantidad de datos de salida a escribir en la CPU S7-200 y de datos de entrada a leer de la misma.

Es importante tener en cuenta que sólo se puede realizar un único enlace, por lo cual cuando se realice éste, podemos configurar el enlace de cara a prever futuras comunicaciones.

Una vez seleccionada la coherencia de datos usada, debemos saber que en el S7-200, los primeros registros de la memoria de datos los usamos para recibir datos y, a continuación, tenemos los registros que enviarán datos.

Por ejemplo, si configuramos una coherencia de datos de 4 palabras de entrada y 4 palabras de salida y trabajamos a partir de la memoria de datos VW500,

Tendríamos el siguiente mapa de registros:

Reciben datos del Master	V W 500 V W 502 V W 504 V W 506		**Mandan datos al Master**	V W 508 V W 510 V W 512 V W 514

Tabla 3.7.1

3.7.1.2.2 Configuración de la coherencia de datos

En esta tabla podemos ver las diferentes configuraciones que podemos asignar al EM 277. Dependiendo de la configuración que se seleccione, cambiarán los registros de memoria de datos del S7-200 que envían y reciben datos.

Configuración	Entradas al maestro	Salidas del maestro	Coherencia de datos
1	1 palabra	1 palabra	Coherencia de palabras
2	2 palabras	2 palabras	
3	4 palabras	4 palabras	
4	8 palabras	8 palabras	
5	16 palabras	16 palabras	
6	32 palabras	32 palabras	
7	8 palabras	2 palabras	
8	16 palabras	4 palabras	
9	32 palabras	8 palabras	
10	2 palabras	8 palabras	
11	4 palabras	16 palabras	
12	8 palabras	32 palabras	
13	2 bytes	2 bytes	Coherencia de bytes
14	8 bytes	8 bytes	
15	32 bytes	32 bytes	
16	64 bytes	64 bytes	
17	4 bytes	4 bytes	Coherencia de buffers
18	8 bytes	8 bytes	
19	12 bytes	12 bytes	
20	16 bytes	16 bytes	

Tabla 3.7.2
Opciones de coherencias de datos a programar.

3.7.1.2.3 Ejemplo de configuración

Queremos enviar dos bytes del maestro al esclavo y dos bytes del esclavo al maestro.

- La zona del maestro donde recibire los datos empezará en el EB10 y donde los envía será el AB10.
- La zona del esclavo donde realizaremos el intercambio de datos empezara en la memoria de datos 50 (VB50).
- Como hemos configurado dos bytes de entrada y dos de salida de datos, el S7-224 recibirá los datos del maestro sobre el VB50 y VB51. Cuando el esclavo envíe datos al maestro lo hará sobre los siguientes bytes VB52 y VB53.

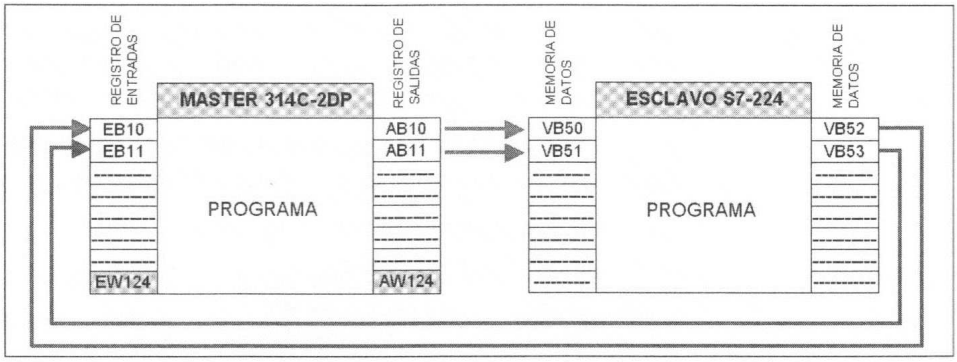


Figura 3.7.3

3.7.1.3 Estado de los leds indicadores del EM 277

3.7.1.3.1 Descripción del significado de los leds

- El módulo EM 277 Profibus–DP dispone de cuatro leds en el panel frontal que indican su estado:
- Después del arranque de la CPU S7-200, el LED DX MODE permanecerá apagado mientras no se intente establecer la comunicación DP.
- Una vez iniciada correctamente la comunicación DP (el módulo EM 277 Profibus–DP pasa a modo de intercambio de datos con el maestro), el LED DX MODE se encenderá en verde y permanecerá encendido hasta que se desactive el modo de intercambio de datos.
- Si se interrumpe la comunicación DP, lo que obliga al módulo EM 277 a salir del modo de intercambio de datos, el LED DX MODE se apagará (OFF) y el LED DP ERROR se encenderá en rojo. Dicho estado persistirá hasta que la CPU S7-200 se desconecte o hasta que se restablezca el intercambio de datos.
- Si se detecta un error en la configuración de E/S o en la parametrización que el maestro DP está escribiendo en el módulo EM 277, el LED DP ERROR parpadea en rojo.
- Si no se suministra corriente DC 24 V, el LED POWER permanece apagado (OFF).

LED	OFF	Rojo	Parpadeante (rojo)	Verde
CPU FAULT	Módulo OK	Fallo interno del módulo	–	–
POWER	Sin alimentación 24 VDC	–	–	Alimentación externa 24 VDC: OK
DP ERROR	Sin error	Modo de intercambio de datos desactivado	Error de configuración / parametrización	–
DX MODE	Modo de intercambio de datos desactivado			Modo de intercambio de datos activado

Tabla 3.7.3
Descripción de los leds del EM 277.

3.7.1.4 Información del estado en el S7-200

Hay un total de 50 bytes del área de marcas especiales (SM) que están asignadas a cada módulo EM 277. Puedo tener varios módulos EM 277 conectados al mismo S7-200. El primer módulo trabajará desde el SMB200 hasta SMB249. El segundo módulo actualizará sus datos desde el SMB250 hasta SMB299, etc.

Una vez conectado el modulo EM 277 al maestro, estas marcas adoptarán los valores que lean del maestro y del propio esclavo.

3.7.1.4.1 Significado de cada uno de los registros especiales

Módulo inteligente en el slot 0	--	Módulo inteligente en el slot 6	Descripción
SMB200 a SMB215	--	SMB500 a SMB515	Nombre del módulo (16 caracteres ASCII) "EM 277 Profibus-DP"
SMB216 a SMB219	--	SMB516 a SMB519	Número de versión S/W (4 caracteres ASCII) xxxx
SMB220	--	SMB520	Código de error 16#0000 Sin error 16#0001 Falta aliment. externa 16#0002 a 16#FFFF Reservados
SMB222	--	SMB522	La dirección del módulo DP esclavo se ajusta con los interruptores de direccionamiento (0 99 decimal)
SMB223	--	SMB523	Reservados
SMB224	--	SMB524	Byte de estado del protocolo estándar DP MSB LSB 0 0 0 0 0 0 S1 S0 S1 S0 Descripción del byte de estado del estándar DP 0 0 Comunicación DP no iniciada desde el arranque 0 1 Error de configuración/parametrización detectado 1 0 Modo de intercambio de datos activado 1 1 Modo de intercambio de datos desactivado
SMB225	--	SMB525	Protocolo estándar DP dirección del maestro del esclavo (0 a 126)
SMB226	--	SMB526	Protocolo estándar DP dirección en la memoria V del buffer de salida (offset de VB0)
SMB228	--	SMB528	Protocolo estándar DP número de bytes de los datos de salida
SMB229	--	SMB529	Protocolo estándar DP número de bytes de los datos de entrada
SMB230 a SMB249	--	SMB530 a SMB549	Reservado se borra durante el arranque

Tabla 3.7.4
Registros especiales del S7-200.

3.7.2 Ejercicio resuelto 1

3.7.2.1 Objetivos

En este ejercicio resuelto realizaremos la comunicación a través de Profibus de un S7-300 y un S7-200. El S7-300 actuará como maestro de una red Profibus, mientras el S7-200 se conectará a la red Profibus como un esclavo. La conexión a Profibus la hará mediante un módulo de comunicaciones que se llama EM 277.

Tenemos un S7-314C-2DP y un S7-224. Queremos realizar con ellos una comunicación a través de una red Profibus. Para poder integrar el S7-224 a la red, usaremos un módulo EM 277.

El S7-314C-2DP actuará como maestro y tendrá en Profibus la dirección 8. El S7-224 actuará como esclavo y tendrá la dirección 42.

Queremos que el byte de entradas EB124 del maestro llegue al byte de salidas QB0 del esclavo.

Queremos que el byte de entradas IB0 del esclavo, llegue al byte de salidas AB124 del maestro.

En el S7-200 empezaremos a trabajar a partir del registro de la memoria de datos VB10 y en el S7-300 la zona de comunicación empezará a partir de las direcciones de entradas 20 y de salidas 20.

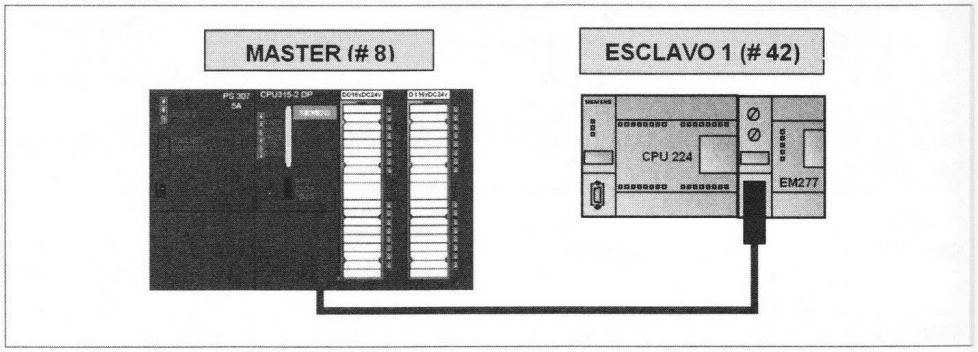


Figura 3.7.4
Conexión del S7-300 y el EM 277.

3.7.2.2 Equipos a utilizar

Material necesario para poder llevar a cabo la práctica:

- Un CPU S7 314C-2 DP (con puerto Profibus integrado).
- Un CPU S7 224.
- Un módulo EM277 esclavo Pofibus para PLC S7-200.
- Un cable PC Adapter MPI.
- Un cable PPI.
- Un cable Profibus con dos conectores.
- Un paquete de software STEP 7.
- Un paquete de software Microwin.
- Un ordenador.

3.7.2.3 Desarrollo del ejercicio

Procedemos a crear un nuevo proyecto, para lo cual vamos a "Nuevo" y cuando se abra la ventana ponemos el nombre "200_1" y seleccionamos la ubicación del proyecto.

Seleccionamos con el ratón el nombre del proyecto, pulsamos encima con el botón de la derecha y seleccionamos insertar "Equipo 300". A continuación insertamos una red "Profibus". Hacemos clic una vez encima del equipo 300 y le ponemos de nombre "MAESTRO".

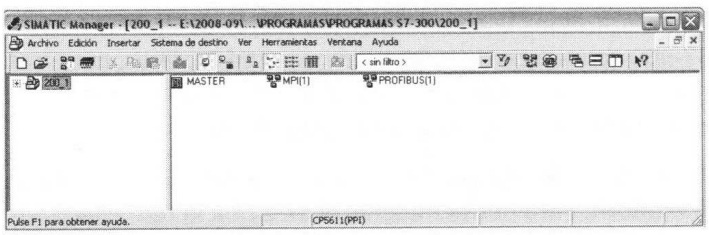


Figura 3.7.5

Hacemos un doble clic encima de hardware y editamos nuestro PLC. En el menú de la parte derecha seleccionamos la CPU y la arrastramos al slot 2.

Se nos abrirá una ventana (figura 3.7.6). Marcamos dentro de ella "Profibus", con lo cual la CPU se conectará a la red. En "Estación", indicamos qué dirección de Profibus tendrá. Le ponemos la dirección 8 y pulsamos "Cerrar".

A continuación, vamos a conectar el S7-224, a través del módulo EM 277, a la red de Profibus (figura 3.7.7).

Para ello, seleccionamos en el menú de la derecha "Profibus DP", después "Otros aparatos de campo", "PLC", por último la carpeta "SIMATIC" y dentro de esta carpeta está el "EM 277 Profibus DP". Lo arrastramos encima de la red Profibus y, al soltarlo, se abre una ventana. En dirección pondremos "42" y pulsamos "Aceptar".

Nota: En el caso de que no encontremos dentro de esas carpetas el módulo EM 277, deberemos instalar su archivo GSD (es una especie de driver).

Ver en el apartado 3.7.5 los pasos que hemos de seguir para descargarlo de internet.

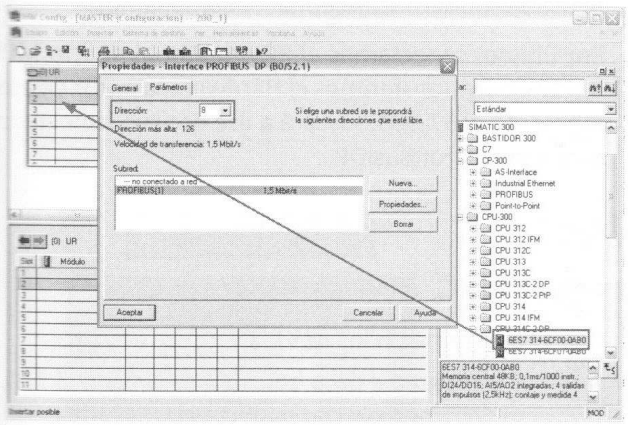


Figura 3.7.6

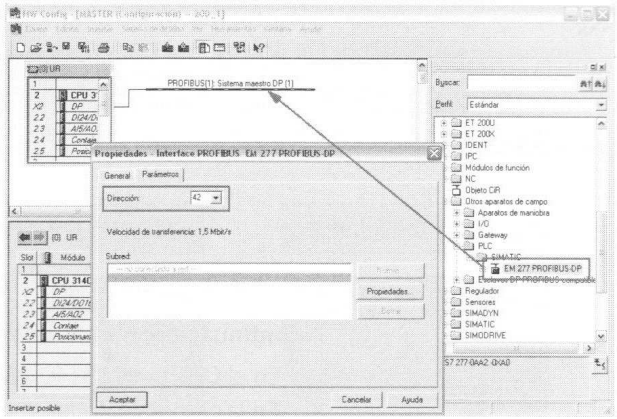


Figura 3.7.7

A continuación, debemos indicar la coherencia de datos que usaremos para llevar a cabo la comunicación. En nuestro caso, necesitamos un byte de entrada y otro de salida. Configuraremos la coherencia de bytes mínima que son dos bytes de entrada y dos de salida.

Para ello, en el menú de la derecha, dentro de EM 277 Profibus DP, seleccionaremos la opción 2 Bytes Out/ 2 Bytes In y la arrastraremos hasta el módulo insertado (figura 3.7.8).

Por defecto, la zona de comunicación del S7-300 será los primeros registros libres, de la PAE y de la PAA, con los que en este caso les asigna direcciones de entradas y salidas 0 y 1.

Según el enunciado del ejercicio, dice que hemos de comunicar con los registros de entrada 20 y de salida 20 del S7-300, por lo que debemos proceder a cambiar los registros que salen por defecto.

Para ello hacemos un doble clic encima de la zona marcada por el recuadro rojo. Se nos abrirá una ventana (figura 3.7.9). En ella debemos colocar en Inicio de Salida 20 y en Inicio de Entrada 20.

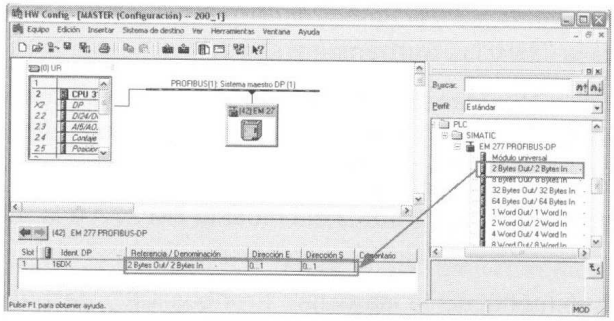


Figura 3.7.8

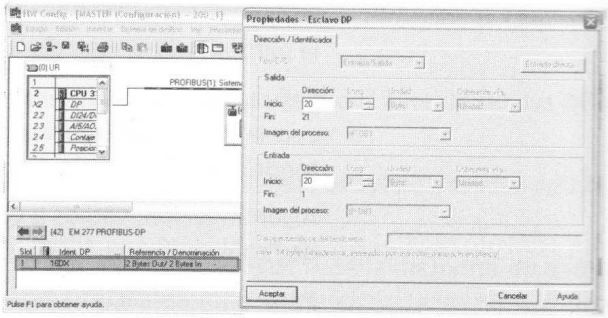


Figura 3.7.9

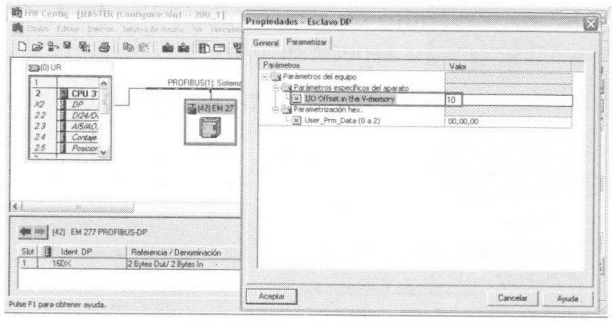


Figura 3.7.10

Hacemos un doble clic encima del módulo EM 277 y se abrirá una ventana. Seleccionaremos la pestaña "Parametrizar", dentro abriremos "Parámetros del equipo" y en "I/O Ofsset in the memory" pondremos el valor 10. Eso significará que el intercambio de datos en el EM 277 se hará a partir del VB10.

Al acabar pulsamos "Aceptar" y compilamos.

Por último, conectamos el PC Adapter al puerto MPI del S7-300 y transferimos el Hardware, a partir de ese momento el S7-300 buscará a ese esclavo conectado a su puerto Profibus DP.

3.7.2.3.1 Programación de los PLC

A continuación, hemos de realizar el programa en los dos PLC.

- En el OB1 del S7 314C-2DP haremos el programa de la izquierda de la figura 3.7.11. En la carpeta "Bloques" del proyecto debemos insertar también el OB82 y el OB86.
- En Principal del S7 224 haremos el programa de la derecha de la figura 3.7.11.

Finalmente, transferiremos al S7-314C-2DP los bloques realizados (OB1,OB82 y OB86), transferimos el programa al S7-224 y conectamos los dos PLC mediante el cable Profibus.

Una vez acabado este proceso, editaremos una tabla de variables en el S7-224 con los siguientes registros en formato decimal: SMB222, SMB224, SMB225 SMW226 SMB228, SMB229. Comprobaremos, según la tabla 3.7.4, que la lectura de sus valores corresponde a los programados en el proyecto.

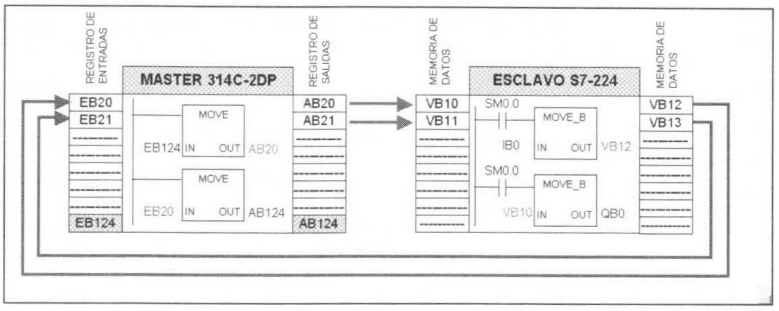


Figura 3.7.11
Coherencia de datos 2 bytes Out /2 bytes In.

3.7.3 Ejercicio resuelto 2

3.7.3.1 Objetivo

Tenemos un S7-314C-2DP y dos S7-224. Queremos realizar con ellos una comunicación a través de una red Profibus. Para poder integrar los S7-224 a la red, usaremos un modulo EM 277 en cada uno.

El S7-314C-2DP actuará como maestro y tendrá en Profibus la dirección 4. El esclavo 1 S7-224 tendrá la dirección 23, el esclavo 2 tendrá la dirección 15.

- Queremos que el valor de la entrada analógica PEW752 del maestro llegue al MW10 del esclavo 1 y al MW20 del esclavo 2.
- Queremos comparar en el maestro el valor del potenciómetro integrado SMB28 del esclavo 1, y el del potenciómetro integrado SMB28 del esclavo 2 y que cuando el SMB28 del esclavo 1 sea mayor que el SMB28 del esclavo 2, se active la salida A124.0 del maestro y, además, se envíe la marca de ciclo (MB255) del maestro al QB0 del esclavo 1 y al QB0 del esclavo 2.
- En el esclavo 1 la zona de comunicación empezará a partir del registro de la memoria de datos VB20, y en el S7-300 a partir de las direcciones de entradas 10 y de salidas 10.
- En el esclavo 2 la zona de comunicación empezará a partir del registro de la memoria de datos VB60, y en el S7-300 a partir de las direcciones de entradas 20 y de salidas 20.

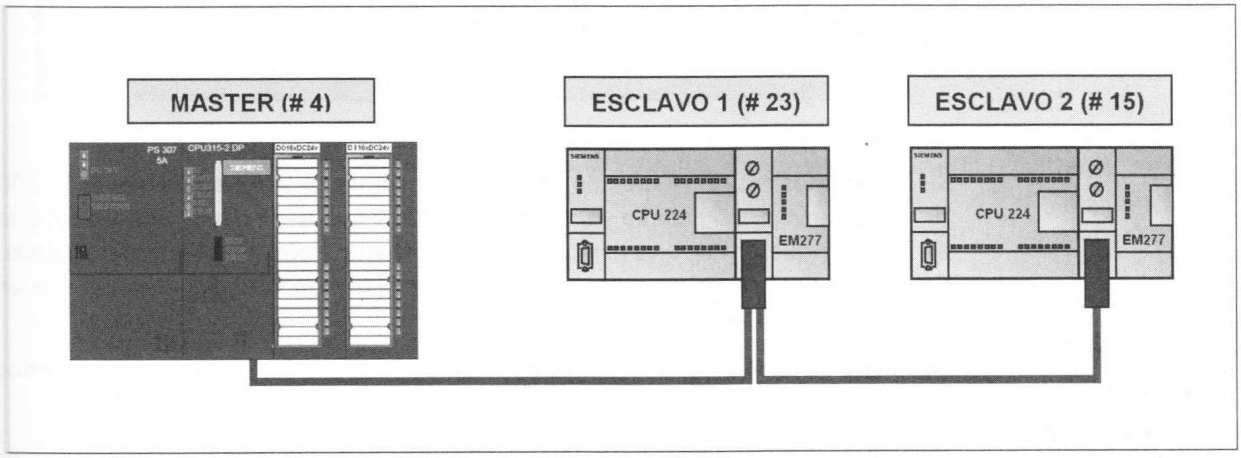


Figura 3.7.12
Conexión en bus del S7-300 y los dos EM 277.

3.7.3.2 Equipos a utilizar

Material necesario para poder llevar a cabo la práctica:

Un CPU S7 314C-2 DP (con puerto Profibus integrado)

Dos CPU S7 224.

Dos Módulos EM 277 esclavos de Profibus para S7-200.

Un cable PC Adapter MPI.

Un cable PPI.

Un cable profibus con tres conectores.

Un paquete de software STEP 7.

Un paquete de software Microwin.

Un ordenador.

3.7.3.3 Desarrollo del ejercicio

Creamos un proyecto nuevo. Insertamos en él un equipo S7-300 y una red Profibus.

Abrimos el Hardware y configuramos el S7-314C-2DP. Hacemos clic encima de la CPU y configuramos como "Marca de ciclo" la MB255.

A continuación, hemos de insertar los dos módulos EM 277. Para ello, seleccionamos en el menú de la derecha "Profibus DP". Después "Otros aparatos de campo", "PLC", por ultimo la carpeta "SIMATIC" y dentro de esta carpeta está el "EM 277 Profibus DP". Lo arrastramos encima de la red Profibus y, al soltarlo, se abre una ventana. En dirección pondremos "23" y pulsamos "Aceptar". Arrastramos el segundo módulo EM 277 sobre la red Profibus y le ponemos la dirección 15.

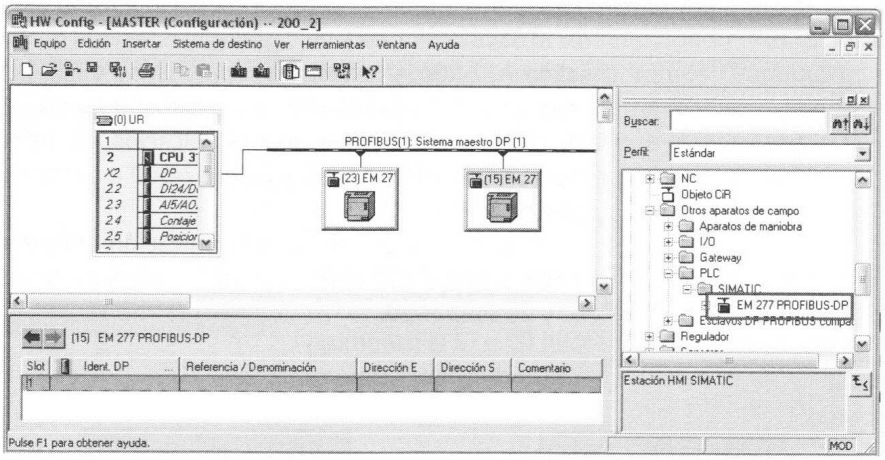


Figura 3.7.13

Seleccionamos el primer módulo EM 277. En este ejercicio tenemos que el S7-300 tiene que enviar una palabra y un byte al S7-200 y que tiene que recibir un byte de él. Al tener que enviar una palabra, la coherencia de datos ha de ser de palabras. Como necesito una palabra y media, selecciono la opción inmediatamente superior que será 2 Word Out / 2 Word In.

Del menú de la derecha arrastramos 2 Word IN / 2 Word OUT hasta la parte inferior izquierda.

Hacemos clic encima de la parte inferior izquierda y se abre la ventana donde indicaremos en dónde empezará la zona de comunicación del S7-300. Pondremos en nuestro caso Inicio Salidas e Inicio Entradas 10. A continuación pulsamos "Aceptar".

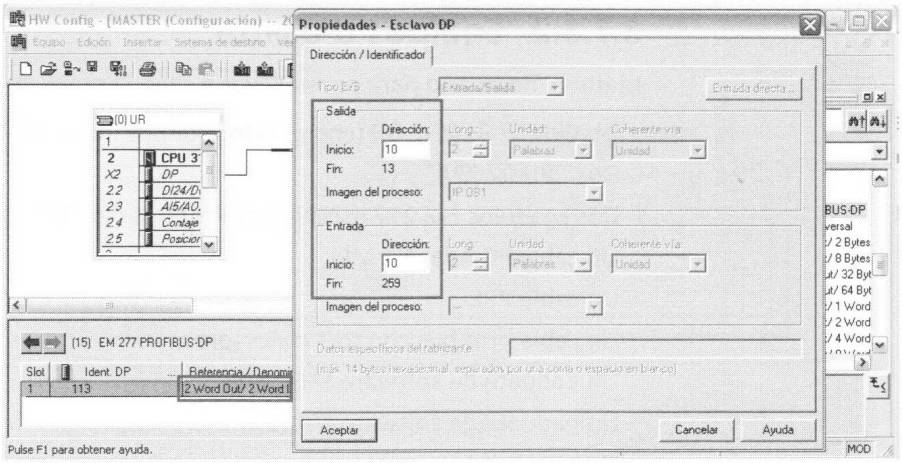


Figura 3.7.14

Hacemos un doble clic encima del EM 277 (esclavo 1#23) y se abre su ventana de configuración. Seleccionamos la pestaña "Parámetros" y en I/O ofsset en V memory ponemos el valor 20. Significa que del VW20 al VW22 recibirá datos del maestro, y que del VW24 al VW26 enviará datos al maestro.

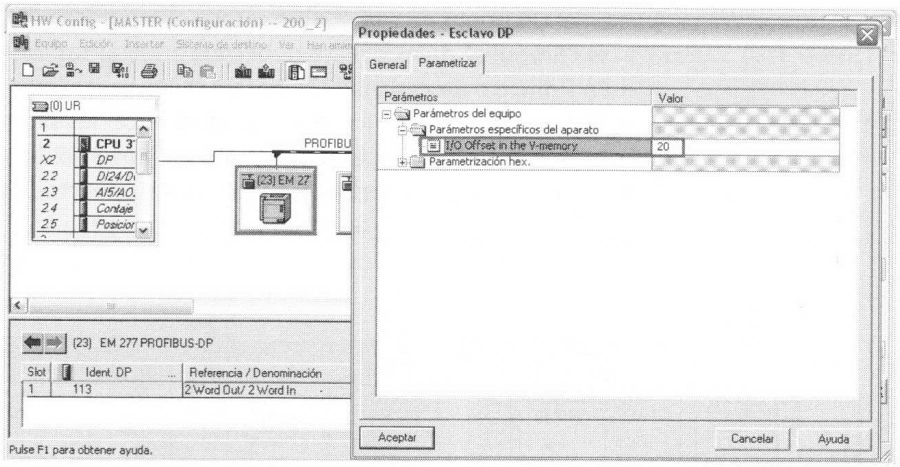


Figura 3.7.15

Repetimos el proceso con el segundo módulo EM 277 (esclavo 2#15), ya que también pondremos la coherencia de datos 2 Word IN / 2 Word OUT.

En la zona de comunicación del S7 300 con el EM 277 pondremos el Inicio en Salida 20 y en Entrada 20. Pulsamos "Aceptar" (figura 3.7.16).

Hacemos un doble clic encima del segundo EM 277 y se abre su ventana de configuración. Seleccionamos la pestaña "Parámetros" y en I/O offset en V memory ponemos el valor 60 (figura 3.7.17). Significa que del VW60 al VW62 recibirá datos del maestro y que del VW64 al VW66 enviará datos al maestro. Una vez hecho esto, guardaremos y compilaremos el hardware.

Aunque en los dos EM 277 hemos configurado dos palabras de entrada y dos de salida, podemos comprobar que para realizar el ejercicio no utilizamos todos los registros configurados.

Al acabar pulsamos "Aceptar" y compilamos.

Por último, conectamos el PC Adapter al puerto MPI del S7-300 y transferimos el hardware.

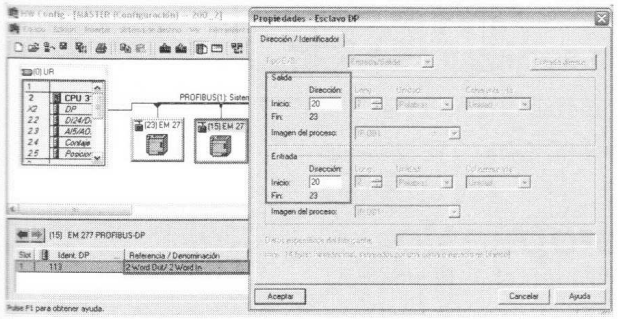


Figura 3.7.16

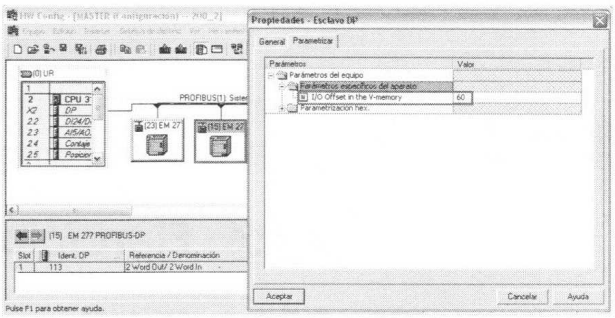


Figura 3.7.17

3.7.3.3.1 Programación de los PLC

A continuación, hemos de realizar el programa en los tres PLC.

- En el S7 314C-2DP, lo programaremos en el OB1. Además, insertaremos en el proyecto el OB82 y el OB86.
- En el OB1 del S7 314C-2DP haremos el programa de la figura 3.7.18. En la carpeta "Bloques" del proyecto debemos insertar también el OB82 y el OB86.
- En Principal de cada S7 224 haremos los programas de la figura 3.7.18.
- Finalmente, transferiremos al S7-314C-2DP los bloques realizados (OB1,OB82 y OB86), transferimos el programa a los dos S7-224 y conectaremos los tres PLC mediante el cable Profibus a través de su puerto DP.

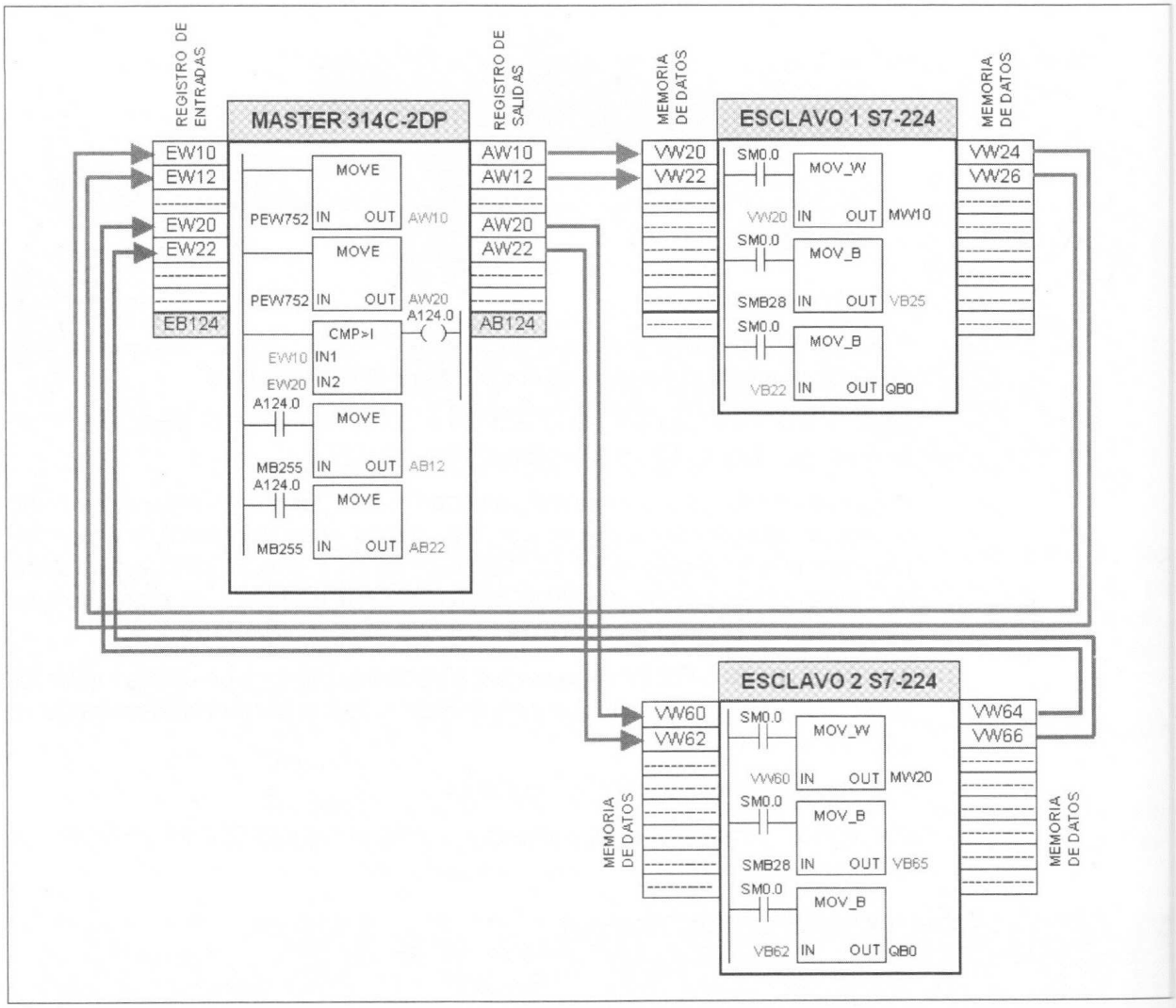


Figura 3.7.18
Coherencia de datos 2 Word Out/ 2 Word iN.

3.7.4 Ejercicio propuesto

3.7.4.1 Objetivo

Queremos comunicar un PLC S7-314C-2DP como maestro con dos esclavos S7-200 y realizar el siguiente funcionamiento.

- La salida Q0.0 (K1M) del esclavo 1 es activada por el I0.0 (S10) o por el E124.0(S1) y será parada por el I0.1 (S11) o por el E124.1 (S2).

- La salida Q0.0 (K2M) del esclavo 2 es activada por el I0.0 (S20) o por el E124.2 (S3) y será parada por el I0.1 (S21) o por el E124.3 (S4).
- En cada esclavo contaremos las veces que ha funcionado el motor. Ese valor del esclavo 1 será enviado al MW0 y el del esclavo 2 será enviado al MW2 del maestro.
- En cada esclavo contaremos el tiempo de funcionamiento de cada motor. Ese valor del esclavo 1 será enviado al MW10 y el del esclavo 2 al MW12 del maestro.
- El reset de los contadores de cada esclavo se hará con el I0.2 (S12 o S22) de su esclavo o con el E125.0 (S5) del maestro.
- En el S7-300 enlazaremos el esclavo 1 a partir del registro de entradas 60 y del registro de salida 70 y el esclavo dos a partir del registro de entradas 30 y de salida 40.
- La memoria de datos del esclavo 1 empezará en el VW500 y la memoria de datos del esclavo 2 empezará en el VW200.
- Razonar la coherencia de datos que usaremos.

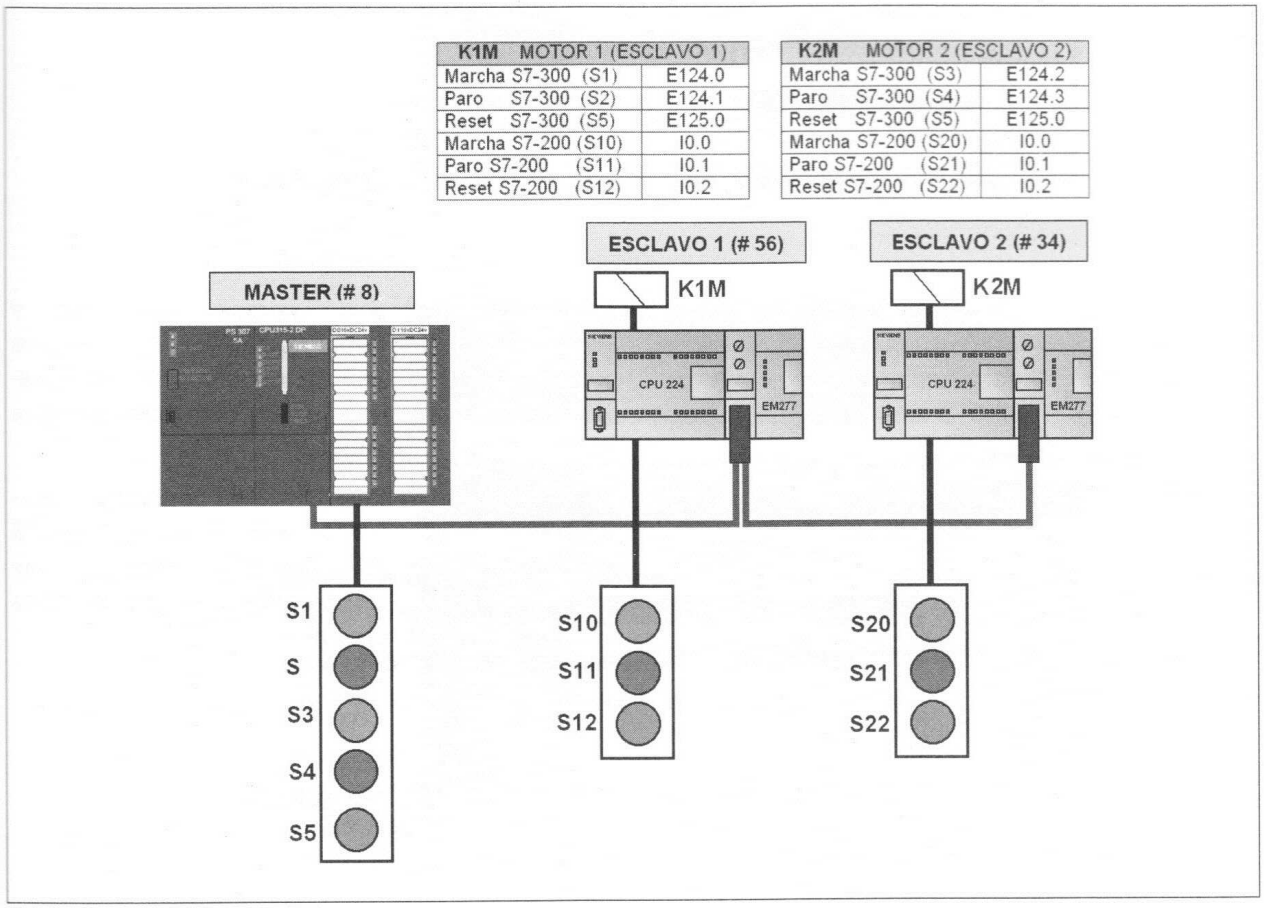


Figura 3.7.19
Esquema de trabajo con entradas y salidas.

3.7.4.2 Equipos a utilizar

Material necesario para poder llevar a cabo la práctica:

Un CPU S7 314C-2 DP (con puerto Profibus integrado).

Un CPU S7 224.

Dos módulos EM 277 esclavos Profibus para S7-200.

Un cable PC Adapter MPI.

Un cable PPI.

Un cable Profibus con tres conectores.

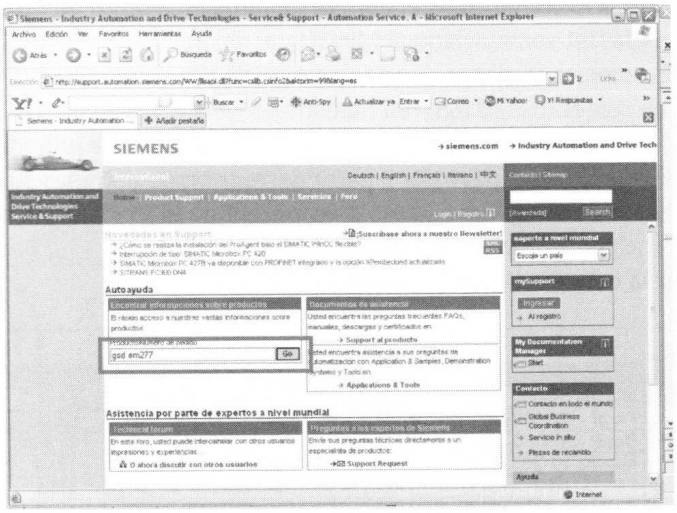
Un paquete de software STEP 7.

Un paquete de software Microwin.

Un ordenador.

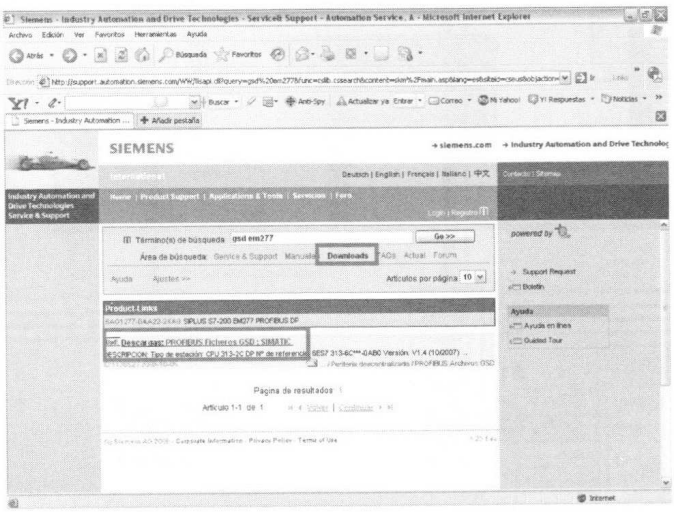
3.7.5 Información anexa

En el caso de que en el hardware no tengamos el archivo GSD del EM 277, podemos bajarlo de esta dirección: http://support.automation.siemens.com



En el buscador de Siemens ponemos "gsd EM277" y pulsamos "Go".

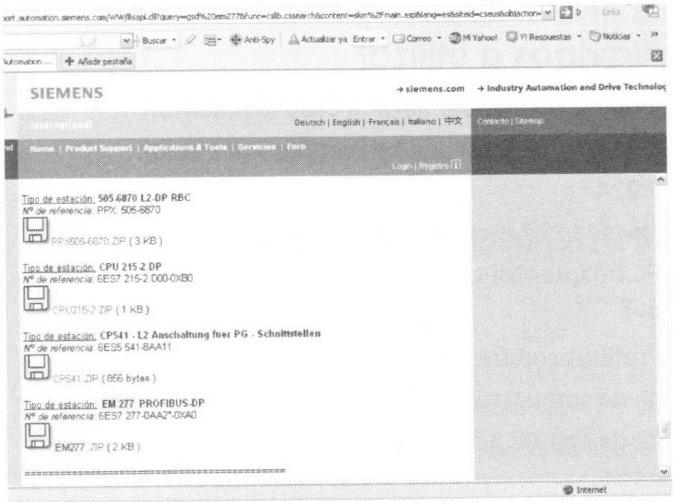
Figura 3.7.20



Seleccionamos "Downloads" y pulsamos "Go". Sale un link para poder hacer una descarga. Pulsamos encima y se abrirá la página anterior.

En esta página podemos encontrar el archivo GSD para el EM 277. También vemos que hay otros archivos GSD para otros aparatos.

Figura 3.7.21



Una vez bajado este archivo, tenemos que instalarlo en el editor de hardware. Ir a "Herramientas" y después a "Instalar archivo GSD".

Figura 3.7.22

3.8 Red Profibus-DP. Convertidor de frecuencia MM420/440 como esclavo DP

3.8.1 Decripción del equipo panel BOP

Antes de poder operar con el Micromaster a través de Profibus mediante un S7-300, hemos de estar familiarizados con el manejo del Micromaster y saber leer e interpretar sus parámetros más básicos.

3.8.1.1 Introducción al manejo de Micromaster. Operar con el panel BOP

Podemos manejar el Micromaster y cambiar sus parámetros mediante el Software "Starter" o bien mediante el panel BOP. En este caso trabajaremos con el panel BOP.

Lo primero que haremos será ajustar el Micromaster a los valores por defecto de fábrica:

- Ponemos P0010 = 30 (ajuste de fábrica).
- Ponemos P0970 = 1 (Borrado de parámetros).

A continuación, deberemos indicarle que el control de la puesta en marcha, parada y el control de la velocidad queremos que se haga con el panel BOP. Para ello, hemos de colocar los siguientes valores en los parámetros de Micromaster.

- Ponemos P0700 = 1 (Habilita el botón marcha y parada del panel BOP).
- Ponemos P1000 = 1 (Habilita las consignas del potenciómetro motorizado).
- Ponemos en P0003 = 3 (Modo experto).

Una vez programado, podremos empezar a manejar el motor con el panel BOP. Para ello, seguiremos los siguientes pasos:

Para empezar a trabajar, hemos de apretar la tecla **Fn** y después la tecla **P**. En la pantalla se visualizará la consigna de frecuencia actual de forma intermitente.

Control de motor:

- Pulsaremos el botón verde para poner en marcha el motor. (1)
- Para subir la velocidad del motor, pulsaremos el botón de la flecha hacia arriba. (2)
- Para bajar la velocidad del motor, pulsaremos el botón de la flecha hacia abajo. (3)
- Para cambiar el sentido de giro del motor, pulsaremos el botón con el símbolo de las dos flechas. (4)
- Si queremos parar el motor, tendremos que apretar el botón rojo (5). Si mantenemos pulsado el pulsador rojo unos segundos, el motor se parará por inercia.
- Si está el motor parado y pulsamos JOG (6), éste motor girará a la frecuencia de JOG seleccionada (P1058). Al soltarlo se parará (no tiene efecto si el motor está funcionando). Pulsando una vez sobre el botón 4, el motor invertirá el sentido de giro.

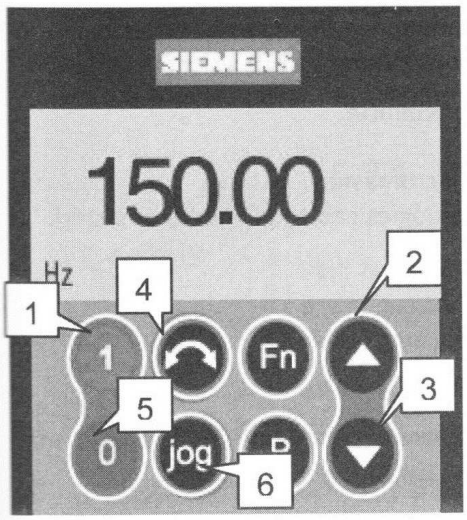


Figura 3.8.1
Panel BOP.

3.8.1.2 Descripción de los parámetros más usuales del Micromaster MM420/440

A continuación, se detallan los parámetros básicos y más usuales para conseguir un buen manejo y control del Micromaster. Ve cambiando los parámetros y comprueba la reacción del Micromaster en cada caso.

Reajustar a los valores por defecto de fábrica:

- 1.º Ponemos P0010 = 30 (ajuste de fábrica).
- 2.º Ponemos P0970 = 1 (borrado de parámetros).

P0010 Puesta en servicio.

- 0 Listo para marcha.
- 1 Puesta en servicio rápida.
- 30 Ajustes de fábrica.

R0000 Muestra la visualización seleccionada de varios parametros.

Pulsando el botón **Fn** durante dos segundos pueden verse:

- La tensión en el circuito intermedio.
- La corriente de salida.
- La frecuencia de salida.
- La tensión de salida.

Si pulsamos de nuevo Fn durante dos segundos, volveremos a la lista de parametros.

P0003 Define el nivel de acceso a los juegos de parámetros.

- 0 Lista de parámetros de usuario.
- 1 Estándar.
- 2 Extendido.
- 3 Experto.
- 4 Servicio protegido contraseña.

P0700 Es la selección para la fuente digital.

- 0 Ajuste por defecto de fábrica.
- 1 BOP (teclado del Micromaster).
- 2 Terminal (elementos de control cableados en Micromaster).
- 4 USS en conexión BOP.
- 5 USS en conexión COM.
- 6 CB en conexión COM (Profibus).

P0918 Es la selección de la dirección Profibus del Micromaster.

- Si tenemos configurado algún valor en los interruptores DIP, leeremos en este registro el valor que tienen los interruptores.
- Si tenemos configurado el valor 0 en los interruptores DIP, podremos poner en este registro el numero de estación Profibus que queramos de 1 a 125 (valor preajustado 3).

P1000 Selecciona la fuente de consigna de frecuencia.

- 0 Sin consigna principal.
- 1 Consigna BOP (teclado del Micromaster).
- 2 Consigna analógica (señal analógica cableada en Micromaster).
- 3 Frecuencia fija.
- 4 USS en conexión BOP.
- 5 USS en conexión COM.
- 6 CB en conexión COM (Profibus).

P1080 Frecuencia mínima del motor.

Valor de frecuencia mínima a la que funcionará el motor una vez puesto en marcha (0 a 650 Hz).

P1082 Frecuencia máxima del motor.
Valor de frecuencia máxima a la que funcionará el motor una vez puesto en marcha (0 a 650 Hz).

P1058 Frecuencia de JOG derecha.
Frecuencia a la que girará el motor hacia la derecha si estando parado y está seleccionada derecha accionamos el pulsador JOG.

P1059 Frecuencia de JOG izquierda.
Frecuencia a la que girara el motor hacia la izquierda si estando parado y está seleccionada izquierda accionamos el pulsador JOG.

P1120 Tiempo de aceleración.
Tiempo que tarda el motor para acelerar del estado de reposo hasta la frecuencia máxima del motor (0 a 650 s).

P1121 Tiempo de deceleración.
Tiempo que tarda el motor para desacelerar desde la frecuencia máxima del motor hasta el estado de reposo (0 a 650 s).

Ejemplo: Si P1120 está a 10 segundos y la frecuencia a la que quiero que trabaje el motor es del 50% de la máxima, el motor tardará 5 segundos en llegar a esa frecuencia.

Si programamos un tiempo muy corto en estos parámetros, puede producirnos las alarmas A501, A502 , F001 o F002

P1135 Tiempo de deceleración por OFF3.
Tiempo que tarda el motor para desacelerar desde la frecuencia máxima del motor si acciono la parada por OFF3 (bit 2).

Nota: Los parámetros con *"r"* son sólo de lectura.

3.8.2 Control de Micromaster desde Profibus

El variador de velocidad Micromaster tiene la opción de poderse conectar a una red Profibus y actuar como un esclavo. Desde Profibus podemos trabajar con él de dos formas:

- *Configurado con el protocolo PPO3*. En este caso, desde la red de Profibus podemos trabajar con la zona de datos PZD y, por lo tanto, tendremos acceso a palabras de mando y valores de consigna, así como a información de estado y valores reales. Por ejemplo, ponerlo en marcha, pararlo, variar su velocidad y además recibir información de su estado y de la velocidad real que tiene en esos momentos.
- *Configurado con el protocolo PPO1*. En este caso, desde la red Profibus podemos controlar el MICROMaster de la misma forma que con el protocolo PPO3, y además podemos acceder a la zona de datos PKW. Desde esta zona podemos leer parámetros del MICROMaster y, además, podemos cambiarlos. Por ejemplo, lectura de fallos, así como lectura de información sobre las características de un parámetro, como lectura de los límites mín/máx, etc.

3.8.2.1 Módulo de comunicaciones Profibus para Micromaster

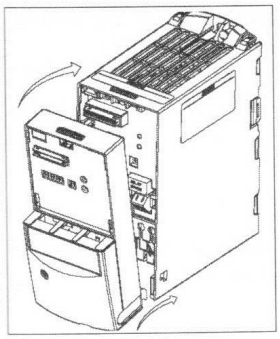
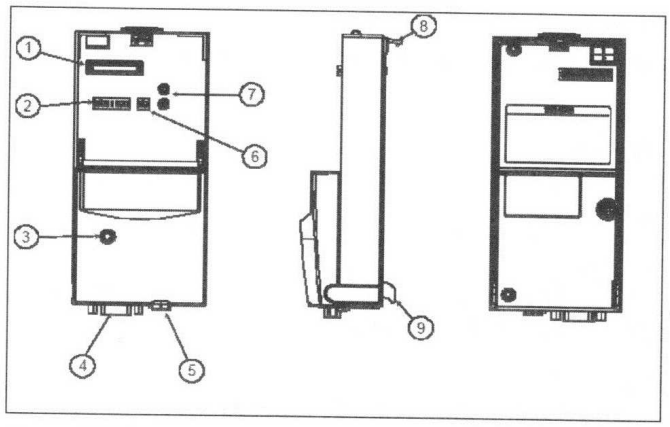


Figura 3.8.2
Situación del módulo de Profibus.

Para poder conectar el Micromaster en una red Profibus, necesitamos montar sobre él un módulo adicional que tenemos que enganchar encima del Micromaster y que tapará los terminales de conexión cableada.

Este módulo tiene un conector Sub-9 en donde podremos conectar el cable de Profibus.



1 Conector para el panel.
2 Interruptores DIP para dirección de Profibus.
3 Indicador de estado del módulo de Profibus.
4 Interfaz o puerto Profibus.
5 Conexión local 24 V.
6 Interruptores DIP sólo para uso de Siemens.
7 Led de estado de funcionamiento de Micromaster.
8 Elemento de enganche.
9 Tope de sujeción.

Figura 3.8.3
Partes del módulo Profibus.

3.8.2.2 Asignación de la dirección Profibus al módulo de comunicaciones

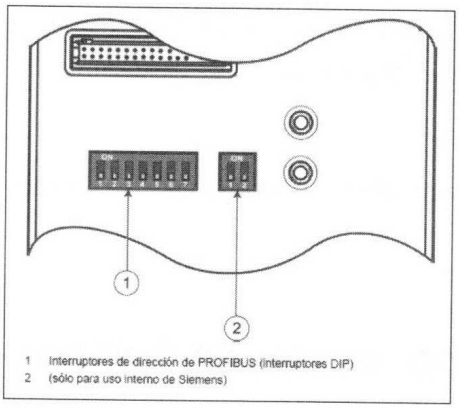


Figura 3.8.4
Asignación de la dirección de Profibus.

La dirección Profibus se puede configurar de dos maneras: mediante los siete interruptores DIP en el módulo de comunicación y mediante el parámetro "P0918".

Los interruptores del 1 al 7 permiten la configuración de la dirección Profibus del 1 al 125.

• La modificación de los interruptores DIP se debe realizar con el convertidor desconectado (sin tensión) (en un módulo de comunicación ya montado). La modificación de los interruptores DIP sólo es efectiva tras arrancar de nuevo el módulo Profibus.

Número de interruptor	1	2	3	4	5	6	7
Valor de cada interruptor	1	2	4	8	16	32	64

Ejemplo 1 : dirección Profibus 12	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
Ejemplo 2 : dirección Profibus 93	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON

Tabla 3.8.1

• Direcciones con significado especial:

Dirección	Significado
0	Dirección Profibus determinada por el P0918
1 a 125	Dirección Profibus válida
126 y 127	Dirección Profibus **NO** válida

Tabla 3.8.2

• Si en los interruptores DIP del módulo de comunicación está configurada la dirección 0, entonces podremos modificar la dirección en Profibus mediante el parámetro "P0918".

- Si en los interruptores DIP hay una dirección de Profibus válida, entonces no se puede modificar el parámetro "P0918". En este caso, en el parámetro "P0918" podríamos leer la dirección Profibus configurada en los interruptores DIP.

3.8.2.3 Parametrización del Micromaster para poder conectarlo en Profibus

Para poder conectar el Micromaster a Profibus, deberemos colocar unos valores concretos en una serie de parámetros:

- Configuraremos el convertidor con los parámetros de fábrica.
  - o Ajustaremos en **P0010 = 30** y **P970 = 1**.
- Configurar el Micromaster para poder tener acceso a la mayoría de los parámetros.
  - o Configuraremos **P0003 = 3** (modo experto).
- Ajustaremos la dirección Profibus de Micromaster.
  - o Ajustaremos en **P0918** la dirección deseada o bien pondremos el valor mediante los interruptores DIP.
- Indicamos en Micromaster que su mando y control (marcha, parada, etc.) llegarán vía Profibus.
  - o Ajustaremos en **P700** el valor **6.**
- Indicamos que la vía por donde llegue el valor de consigna de frecuencia que hará variar la velocidad del motor será Profibus.
  - o Ajustaremos en **P1000** el valor **6.**

Comprobaremos en P2040 el valor del tiempo de vigilancia de Profibus en ms. Si hubiera un fallo de comunicaciones, un error en Profibus o si el PLC se pusiera en STOP, se activaría el fallo F0070. (Éste se resetea con la tecla Fn.)

- Ajustaremos el **P2040** a **20.**

Una vez ajustados estos valores, podemos cambiar los parámetros que nos interesen, como frecuencia mínima, máxima, tiempo aceleración, etc.

3.8.2.4 Protocolo de comunicación PPO3 del Micromaster en una red Profibus

Con la opción PPO3, se usarán cuatro palabras del área de proceso **(PZD)** de intercambio de datos entre maestro y esclavo (dos palabras de entrada y dos de salida).

- Primera palabra de salida.
  - o *Palabra de mando* (STW). En ella, mediante la activación o desactivación de sus bits, indicaremos cómo queremos que funcione el convertidor y cuándo debe ponerse en marcha, cómo debe pararse, cómo cambiar el sentido de giro, etc .
- Segunda palabra de salida.
  - o *Valor consigna* (HSW). En ella indicaremos el valor que le queremos dar de consigna, que corresponderá en proporción a los siguientes valores:
    - Valor 0, tendremos una frecuencia de salida 0.
    - Valor 4000 (hexadecimal) o 16384 (decimal) tendremos la frecuencia de salida máxima programada en el variador (P1082).
- Primera palabra de entradas.
  - o *Palabra de estado* (ZSW). En ella tendremos información del estado del convertidor. Si ha alcanzado la velocidad programada, si gira a izquierda o derecha, etc.
- Segunda palabra de entradas.
  - o *Valor real* (HIW). En ella recibiremos la información del convertidor donde nos indica el valor real de la frecuencia que está suministrando en ese momento el convertidor.

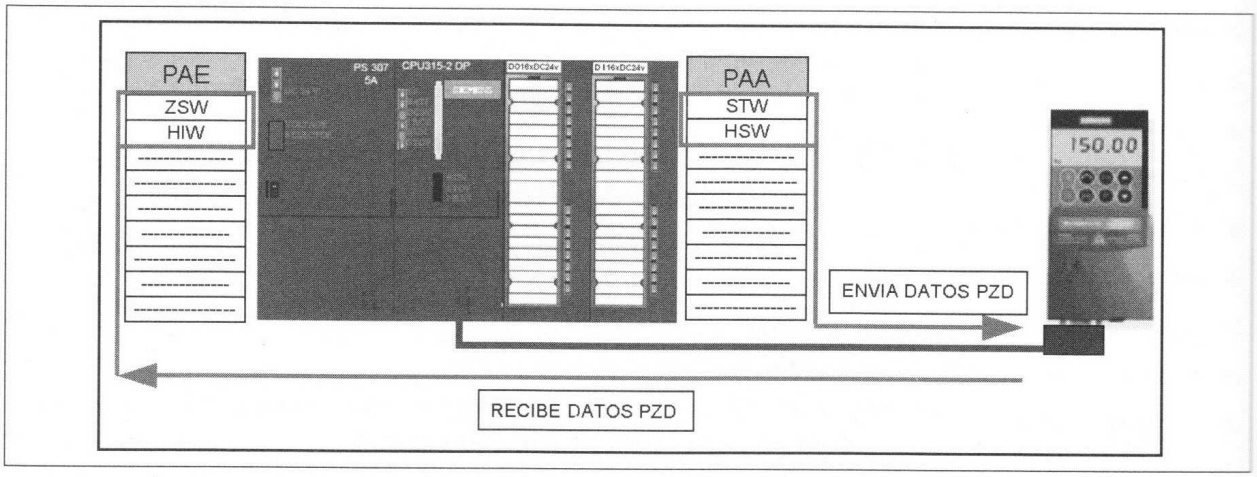


Figura 3.8.5
Profibus de un S7-300 con un Micromaster.

STW = Palabra de mando.
HSW = Valor de consigna principal.
ZSW = Palabra de estado.
HIW = Valor real principal.

3.8.2.5 Significado de los bits de la palabra de mando (STW)

BIT	VALOR	SIGNIFICADO	OBSERVACIONES
0	1 0	ON OFF	- Pasa al variador al estado "Listo para arrancar". El sentido en el que girará se define en el bit 11. - Parada, desaceleración según la rampa programada en P1121.
1	1 0	En servicio OFF2	- En servicio. - Parada del motor por inercia.
2	1 0	En servicio OFF3	- En servicio. - Parada rápida con rampa según el valor del P1135 (OFF3).
3	1 0	Desbloquear servicio Bloquear servicio	- Variador habilitado. - Variador deshabilitado.
4	1 0	En servicio Bloquear generador de rampa	- En servicio. - El variador provoca la parada instantánea del motor.
5	1 0	Desbloquear generador de rampa Parar generador de rampa	- Podemos regular la velocidad cambiando el valor de consigna. - La regulación de la consigna queda bloqueada en el valor que tenga.
6	1 0	Desbloquear valor de consigna Bloquear valor de consigna	- Está habilitado el valor de consigna. - Se pone a 0 el valor de consigna.
7	1 0	Acusar fallo Sin significado	- Si tiene un fallo el convertidor, se resetea. Es igual que si pulsamos **Fn**.
8	1 0	Mando por impulsos a der.	
9	1 0	Mando por impulsos a izq.	
10	1 0	Valores de consigna validos Valores de consigna no validos	- El maestro transmite valores de consigna válidos.
11	1 0	Inversión del valor de consigna. Sin inversión del valor de consigna	- El motor gira a izquierdas con un valor de consigna positivo. - El motor gira a derechas con un valor de consigna positivo.
12	-	-	No usado.

13	1 0	Potenciómetro hacia arriba	
14	1 0	Potenciómetro hacia abajo	
15	1 0	Mando directo (BOP) Mando a distancia	– Mando directo activado – Mando a distancia activado

Tabla 3.8.3

3.8.2.6 Significado de los bits de la palabra de estado (ZSW)

BIT	VALOR	SIGNIFICADO	OBSERVACIONES
0	1 0	Listo para el servicio No listo para el servicio	- Alimentación de corriente conectada, electrónica inicializada.
1	1 0	Listo para arrancar No listo para arrancar	- El convertidor está conectado (el comando EIN/ON está activo), no aparecen fallos, el convertidor puede arrancar con el comando "Desbloquear servicio". - Causas: ningún comando EIN/ON, fallo, comando AUS2/OFF2 o AUS3/OFF3, bloqueo de arranque.
2	1 0	Servicio desbloqueado Servicio bloqueado	- Mirar en la palabra de mando el bit 3.
3	1 0	Fallo	- Fallo mirar parámetro de fallo r0947 etc. Mal funcionamiento del convertidor y por ello fuera de servicio. Después de una eliminación con éxito del fallo y acuse pasa al estado de bloqueo de arranque.
4	1 0	- Comando AUS2/OFF2 activo	- Mirar en la palabra de mando el bit 1.
5	1 0	- Comando AUS3/OFF3 activo	- Mirar en la palabra de mando el bit 2.
6	1 0	Bloqueo de arranque Sin bloqueo de arranque	- Reconexión sólo mediante AUS1 y a continuación EIN.
7	1 0	Alarma (aviso) -	- Aviso véase parámetro de alarmas r2110. El accionamiento permanece en servicio.
8	1 0	Sin desviación de valor real respecto a consigna Desviación de valor real respecto a consigna	- Desviación entre el valor real y la consigna dentro del margen de tolerancia.
9	1 0	Control (remoto) solicitado Servicio in situ (en la unidad).	- Se solicita al maestro que tome el control. - El maestro no puede tomar el control, éste sólo es posible localmente.
10	1 0	f alcanzada f no alcanzada (por debajo)	- La frecuencia de salida del convertidor es mayor o igual que la frecuencia máxima.
11	1 0	Alarma: motor al límite de corriente	
12	1 0	Freno del motor	- Señal que puede utilizarse para gobernar un freno.
13	1 0	Sobrecarga del motor	- Sobrecarga según datos de placa del motor y convertidor.
14	1 0	Giro a derechas Giro a izquierdas	
15	1 0	Sobrecarga del convertidor	- Por ejemplo, corriente o temperatura.

Tabla 3.8.4

3.8.3 Ejercicio resuelto 1

3.8.3.1 Objetivo

Realizaremos una configuración del Micromaster con la opción PPO3 para conseguir que el S7-300 controle la puesta en marcha, parada, inversión y control de la velocidad del motor. Asimismo, el S7-300 recibirá información del estado del motor y del valor real de la frecuencia enviada al motor.

Control del funcionamiento del motor:

- Mediante la entrada E126.1 pondremos en marcha el motor con una rampa de aceleración de 10 segundos programada en el P1120.
- Mediante la entrada E126.0 pararemos el motor con una rampa de deceleración de 5 segundos programada en P1121.
- Con la entrada E126.2 controlaremos el sentido de giro. Cuando valga 1 girará en un sentido, y cuando valga 0 girará en sentido contrario.
- La entrada analógica del S7-300 (PEW752) dará la consigna de velocidad al variador. El valor que se envíe lo limitaremos al valor máximo con el que puede trabajar el variador, que es 16382 (H4000).

Información que recibiremos del variador:

- El E0.0 nos indicará si la frecuencia de salida es igual a la consigna.
- El E0.6 nos dirá si el motor está girando a derecha o a izquierda.
- El E1.3 nos indicará si ha ocurrido algún fallo en el motor.
- El E1.7 nos indicará si tenemos alguna alarma activada.
- El EW2 nos dirá el valor real de la frecuencia a la que trabaja el motor en ese momento.

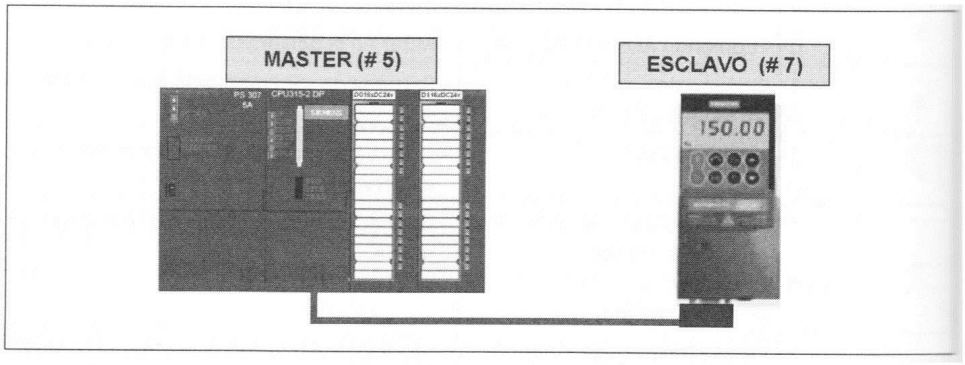


Figura 3.8.6

3.8.3.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un CPU S7 314C-2 DP.

Un MICROMaster MM440.

Un módulo para conectar Micromaster a Profibus.

Un panel BOP.

Un cable PC Adapter MPI.

Un cable Profibus con dos conectores.

Un paquete de software STEP 7.

Un ordenador.

3.8.3.3 Configuración del hardware

Creamos un proyecto nuevo siguiendo los pasos que nos va marcando el asistente. Le indicamos que la CPU que queremos es una 314C-2DP. Le ponemos de nombre "MICRO 1" (figura 3.8.7).

Seleccionamos el nombre del proyecto con el botón de la izquierda del ratón. Una vez lo tenemos seleccionado, pulsaremos el botón derecho del ratón, seleccionaremos "Insertar nuevo objeto" y seleccionar "Profibus". Con esto quedará insertado en nuestro proyecto.

A continuación, dentro del equipo SIMATIC 300, hacemos doble clic sobre "Hardware", con lo cual se nos abrirá el editor (figura 3.8.9).

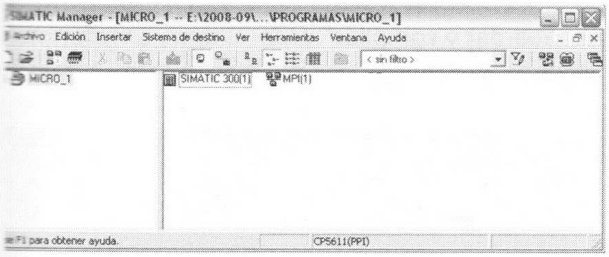


Figura 3.8.7

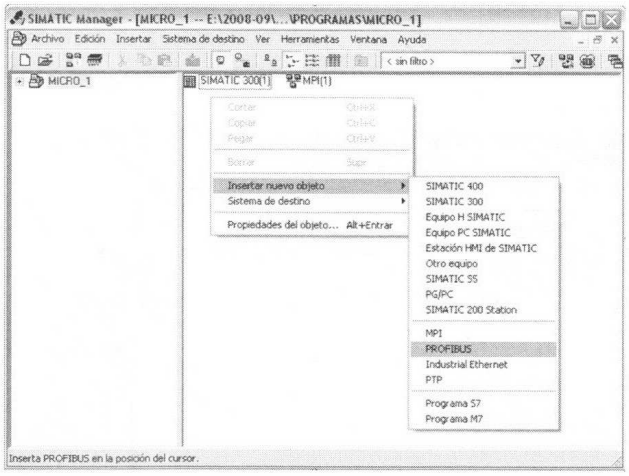


Figura 3.8.8

Hacemos clic con el botón derecho dentro de la CPU sobre "DP" y seleccionamos "Insertar sistema maestro". Se abrirá entonces una ventana. Hemos de seleccionar "Profibus", y en la casilla donde pone "Dirección", pondremos 5, ya que es el número de estación del S7-300. A continuación pulsaremos "Aceptar".

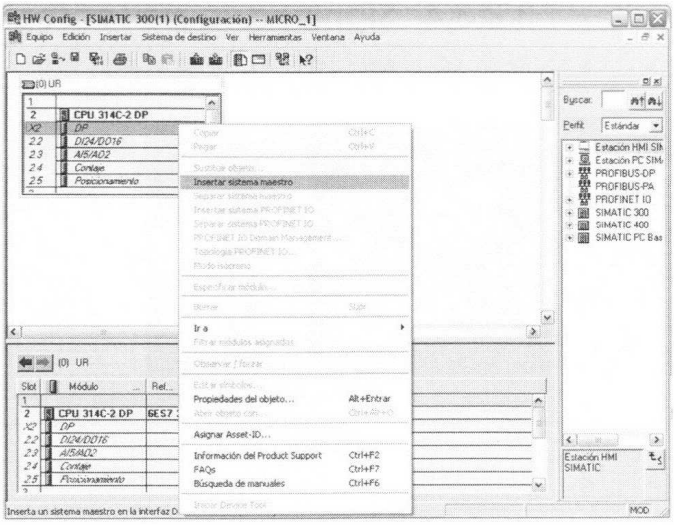


Figura 3.8.9

Para integrar el Micromaster en la red Profibus, hemos de abrir la carpeta "Profibus DP", después la carpeta "SIMOVERT". Dentro de ella, hemos de seleccionar "MICROMaster 4" y arrastrarlo hasta dejarlo encima del "Sistema maestro" (figura 3.8.10).

Entonces se nos abrirá una ventana, donde tendremos que poner la "Dirección" que tenga el Micromaster en Profibus. Ponemos 7 y pulsamos "Aceptar".

Seleccionamos el Micromaster para poder poner dentro de él la opción que hemos de utilizar. En este caso es el protoclo PPO3. Por lo tanto, en el menú de la derecha seleccionamos "0 PKW, 2 PZD (PPO3)" y lo arrastramos encima de Micromaster.

Por defecto, STEP 7 ha asignado a Micromaster una zona de la PAE (EW256 a EW259) y de la PAA (AW256 a AW259). Podríamos utilizar estas direcciones, pero las vamos a cambiar. Pondremos para la PAE, del EW0 al EW3; y para la PAA del AW0 al AW3.

Para cambiar las direcciones, hacemos clic dos veces encima de las direcciones de las entradas y salidas y se abrirá una ventana. Pondremos en Inicio de las Salidas "0", en Inicio de las Entradas "0" y pulsaremos "Aceptar".

A continuación pulsaremos sobre "Guardar y compilar" y, por último, transferimos el hardware al PLC con el botón "Cargar al módulo".

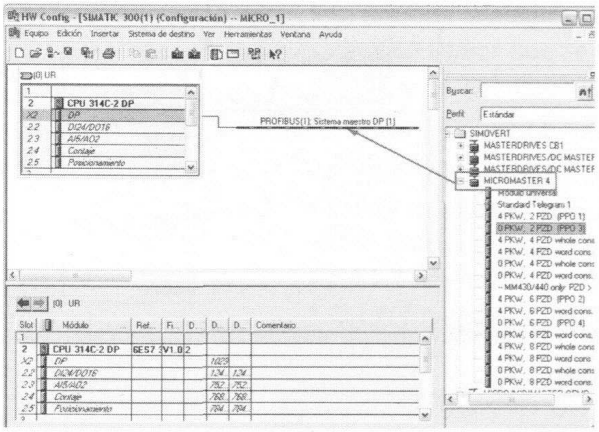


Figura 3.8.10

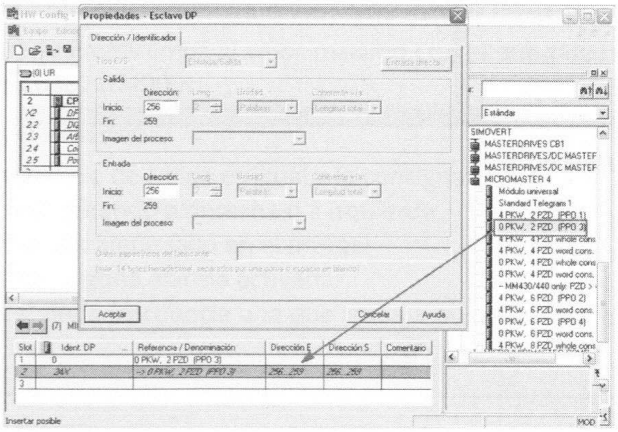


Figura 3.8.11

3.8.3.4 Significado de los registros de Micromaster

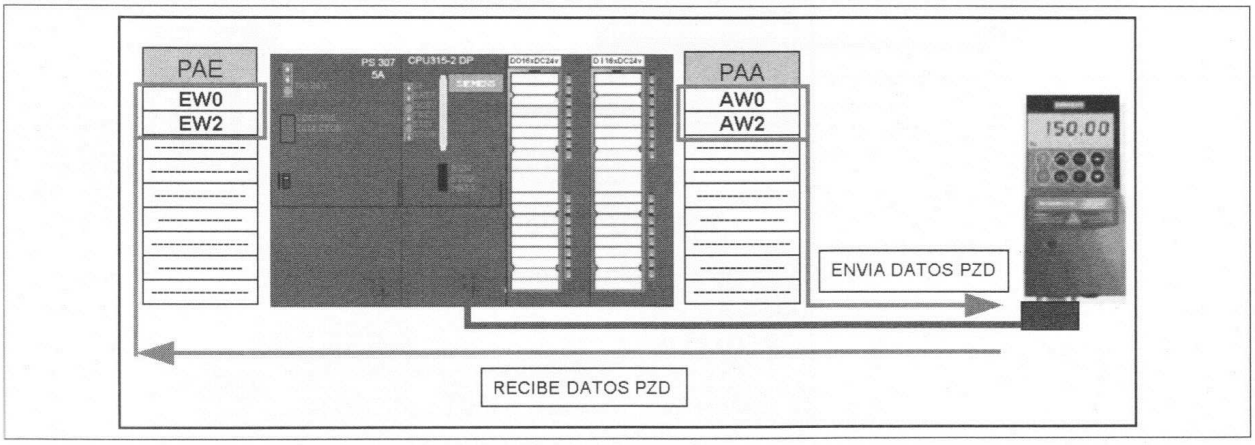


Figura 3.8.12
Registros que corresponden a la configuración.

STW = Palabra de mando **(AW0)** HSW = Valor de consigna principal **(AW2)**
ZSW = Palabra de estado **(EW0)** HIW = Valor real principal **(EW2)**

3.8.3.4.1 Palabra de mando

	(PAA) MAESTRO S7-314C-2DP AWO	Profibus →	PALABRA DE MANDO MICROMaster MANDO	
0	A0.7	→	15	SIEMPRE A 0
0	A0.6	→	14	SIEMPRE A 0
0	A0.5	→	13	SIEMPRE A 0
0	A0.4	→	12	SIEMPRE A 0
0	A0.3	→	11	(1) Giro en un sentido, (0) Giro al contrario
1	A0.2	→	10	(0) Bloquea consigna y todas las paradas
0	A0.1	→	9	SIEMPRE A 0
0	A0.0	→	8	SIEMPRE A 0
0	A1.7	→	7	(1) Resetea los fallos del convertidor
1	A1.6	→	6	SIEMPRE A 1
1	A1.5	→	5	(0) Bloquea consigna y parada con bit 0
1	A1.4	→	4	(0) Parada lo más rápido posible
1	A1.3	→	3	(0) Deshabilitación del convertidor
1	A1.2	→	2	(0) Parada con desaceleración de OFF3
1	A1.1	→	1	(0) Parada por inercia
0	A1.0	→	0	(1) Marcha variador, (0) Parada deceleración

Tabla 3.8.5
Correspondencia de los bits de mando.

Motor marcha en un sentido

Para que Micromaster esté preparado para ponerse en marcha, han de estar a 0 y a 1 los bits marcados en la casilla roja. Entonces, activando el bit 0 (A1.0) se pondrá en marcha el motor. Por lo tanto, para que se ponga en marcha el motor, la palabra AW0, según el cálculo de la tabla de abajo, debe tener el valor decimal 1151.

AW0

Bits	A0.7	A0.6	A0.5	A0.4	A0.3	A0.2	A0.1	A0.0	A1.7	A1.6	A1.5	A1.4	A1.3	A1.2	A1.1	A1.0
Estado	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Valor	0	0	0	0	0	1024	0	0	0	64	32	16	8	4	2	1

Tabal 3.8.6

AW0 = 1024 + 64 + 32 + 16 + 8+ 4 + 2 + 1 = **1151**

Motor parado

Del mismo modo, si quiero parar el motor deberán estar activados y desactivados los siguientes bits, que nos darán un valor de 1150.

AW0

Bits	A0.7	A0.6	A0.5	A0.4	A0.3	A0.2	A0.1	A0.0	A1.7	A1.6	A1.5	A1.4	A1.3	A1.2	A1.1	A1.0
Estado	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	0
Valor	0	0	0	0	0	1024	0	0	0	64	32	16	8	4	2	0

Tabal 3.8.7

AW0 = 1024 + 64 + 32 + 16 + 8+ 4 + 2 = **1150**

Motor marcha en sentido contrario

En el caso de que quiera invertir el sentido de giro del motor, deberán estar activados y desactivados los siguientes bits, que nos darán un valor de 3199

AW0

Bits	A0.7	A0.6	A0.5	A0.4	A0.3	A0.2	A0.1	A0.0	A1.7	A1.6	A1.5	A1.4	A1.3	A1.2	A1.1	A1.0
Estado	0	0	0	0	1	**1**	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Valor	0	0	0	0	2048	1024	0	0	0	64	32	16	8	4	2	1

Tabal 3.8.8

AW0= 2048 +1024 + 64 + 32 + 16 + 8+ 4 + 2 = **3199**

3.8.3.4.2 Palabra de estado

(PAE) MAESTRO S7-314C-2DP EWO	Profibus	PALABRA DE MANDO MICROMaster MANDO	
A0.7	←	15	(0) Sobrecarga del convertidor
A0.6	←	14	(1) Giro a derechas, (0) giro a izquierdas
A0.5	←	13	(0) Sobrecarga motor
A0.4	←	12	(1) Se puede usar para freno motor
A0.3	←	11	(0) Motor al límite de corriente
A0.2	←	10	La frecuencia de salida es igual a la máxima
A0.1	←	9	El maestro lleva el control
A0.0	←	8	La frecuencia de salida es igual a la consigna
A1.7	←	7	Alarma en convertidor
A1.6	←	6	Bloqueo de arranque
A1.5	←	5	(0) Se está parando suave OFF3
A1.4	←	4	(0) Se está parando por inercia OFF2
A1.3	←	3	Fallo en convertidor
A1.2	←	2	Servicio desbloqueado
A1.1	←	1	Listo para arrancar, no hay fallos
A1.0	←	0	Alimentación conectada

Tabla 3.8.9
Correspondencia de los bits de estado.

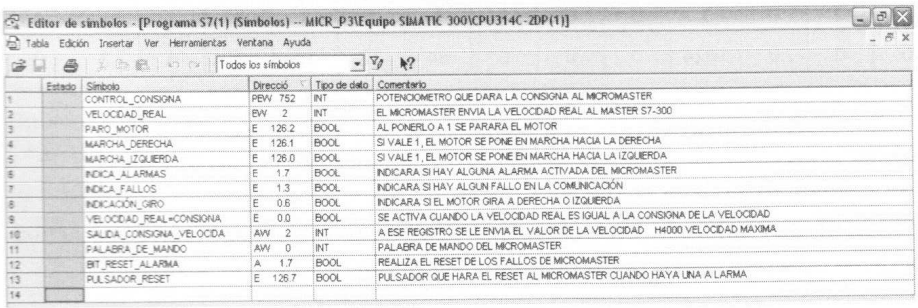
Tal como vemos en la tabla 3.8.9, si queremos saber el sentido de giro del motor hemos de consultar el valor de la entrada E0.6.

Para saber cuándo el motor ha llegado a la frecuencia mandada por la consigna, hemos de consultar el E0.0.

El E1.7 nos indicará si tenemos alguna alarma en el convertidor.

El E1.3 nos indicará si tenemos algún fallo en el convertidor.

3.8.3.5 Creación y edición de la tabla de símbolos



Creamos una tabla de símbolos con los elementos que vamos a controlar y a visualizar

Figura 3.8.13

3.8.3.6 Edición del OB1

Editamos el OB1 tal como está a continuación y lo transferimos al PLC.

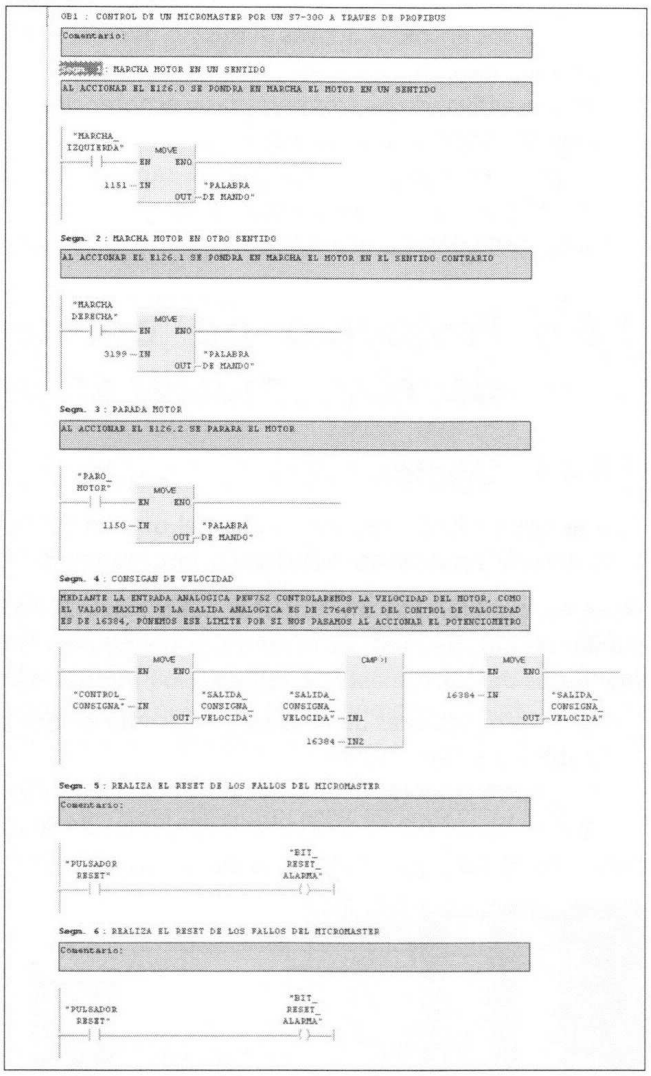


Figura 3.8.14
Edición del OB1.

3.8.3.7 Creación de una tabla de variables

Editaremos la tabla de variables según muestra la figura 3.8.15 y la visualizaremos.

Var - [VAT1 -- @MICR_P3\Equipo SIMATIC 300\CPU314C-2DP(1)\Programa S7(1) ONLINE]

Tabla Edición Insertar Sistema de destino Variable Ver Herramientas Ventana Ayuda

	Operando	Símbolo	Format	Valor de estado	Valor de forzado
1	E 126.0	"MARCHA_IZQUIERDA"	BOOL	false	
2	E 126.1	"MARCHA_DERECHA"	BOOL	false	
3	E 126.2	"PARO_MOTOR"	BOOL	false	
4	AW 0	"PALABRA_DE_MANDO"	DEC	1151	
5					
6	E 126.7	"PULSADOR_RESET"	BOOL	false	
7	A 1.7	"BIT_RESET_ALARMA"	BOOL	false	
8					
9	PEW 752	"CONTROL_CONSIGNA"	DEC	8534	
10	AW 2	"SALIDA_CONSIGNA_VELOCIDA"	DEC	8534	
11					
12	E 0.0	"VELOCIDAD_REAL=CONSIGNA"	BOOL	true	
13	E 0.6	"INDICACIÓN_GIRO"	BOOL	true	
14	E 1.3	"INDICA_FALLOS"	BOOL	false	
15	E 1.7	"INDICA_ALARMAS"	BOOL	false	
16					
17	EW 2	"VELOCIDAD_REAL"	DEC	8534	

Figura 3.8.15
Tabla de variables correspondiente a la opción PPO3.

3.8.3.8 Comprobación del funcionamiento del Micromaster

- Las entradas E126.0, E126.1 y E126.2 han de trabajar como pulsadores. Si dejáramos dos entradas activas al mismo tiempo, el Micromaster recibiría la última orden programada activa.
- Iremos activando las tres entradas y el potenciómetro según nos interese y comprobaremos el funcionamiento.
- Estando en marcha, soltaremos el cable de Profibus del Micromaster (Saldrá F0070 y A703). Conectaremos de nuevo el cable y pulsaremos el E126.7. (Al conectarlo desaparecerá A703 y cuando pulsemos desaparecerá F0070.)

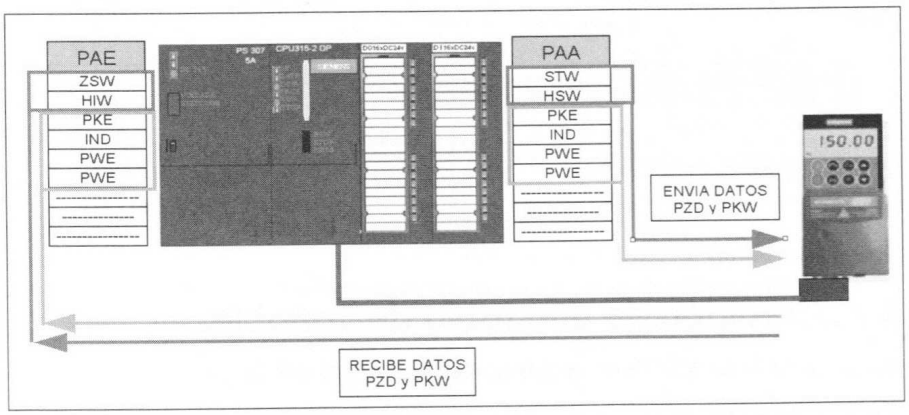
3.8.4 Protocolo de comunicación PPO1 del Micromaster en una red Profibus

3.8.4.1 Opción PPO1

Con la opción PPO1, usaremos al igual que en PPO3 cuatro palabras del área de proceso **(PZD)** para el control del funcionamiento del Micromaster.

Además, también hay un grupo de ocho palabras (cuatro de entrada y cuatro de salida) del área de datos de parámetros **(PKW)** para poder pedir información o cambiar datos del Micromaster y poder recibir información del Micromaster.

- Las cuatro palabras de salida del PLC serán las que pidan información o escriban datos en el Micromaster.
- Las cuatro palabras de entrada del PLC recibirán del Micromaster la información que se ha solicitado mediante las palabras de salida.



STW = Palabra de mando.
HSW = Valor de consigna principal.
ZSW = Palabra de estado.
HIW = Valor real principal.
PKE = Identificador del parámetro.
IND = Índice.
PWE = Valor del parámetro.

Figura 3.8.16
Opción PPO1 con las áreas PZD y PKW.

3.8.4.2 Códigos utilizados para conseguir la comunicación

Código de las peticiones del maestro hacia el Micromaster

El código de consulta o de modificación de parámetros estará en el dígito más alto de la primera palabra de salidas.

AW10 = 1 2 B C			
CÓDIGO	1	2 B C	PARÁMETRO *

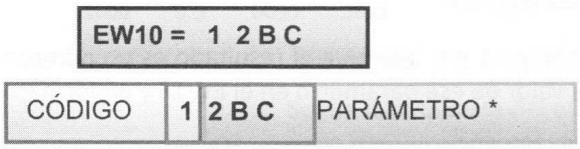
* Éste es el número del parámetro en formato hexadecimal. En este caso, como es el P700, sería 2BC.

Figura 3.8.17

Los códigos más usuales son:

0 No hay petición del maestro al Micromaster.
1 El maestro solicita el valor de un parámetro del Micromaster.
2 El maestro modifica el valor de un parámetro del Micromaster. Ese parámetro es una palabra (se cambia en la RAM).
3 El maestro modifica el valor de un parámetro del Micromaster. Este parámetro es una doble palabra (se cambia en la RAM).
13 El maestro modifica el valor de un parámetro del Micromaster. Ese parámetro es una doble palabra (se cambia en la EEPROM).
14 El maestro modifica el valor de un parámetro del Micromaster. Este parámetro es una palabra (se cambia en la EEPROM).

Código de las respuestas del Micromaster al maestro.



El código de respuesta del Micromaster lo pondrá en el dígito más alto de la primera palabra de entradas:

Figura 3.8.18

Los códigos de fallos más usuales son:

0 No hay respuesta del Micromaster al maestro.
1 El parámetro cuyo valor se quiere leer o modificar es una palabra.
2 El parámetro cuyo valor se quiere leer o modificar es una doble palabra.
7 Petición no ejecutable (con código de fallo). En ese caso debe mirarse el valor de la palabra EW16 y consultar el número de fallo en la tabla de la página siguiente.
8 Falta permiso para intervenir en la interfz PKW.

Código de fallos si la respuesta del Micromaster es "**Petición no ejecutable**" (código 7).

Cód.	Significado	
0	Número de parámetro no permitido (PNU)	Parámetro no disponible
1	Valor de parámetro no modificable	El parámetro sólo se puede visualizar
2	Valor de parámetro no modificable	El parámetro sólo se puede visualizar
3	Subíndice erróneo	
4	No es una matriz o *array*	Acceso a un parámetro sencillo (escalar) con una petición de matriz y subíndice > 0
5	Tipo de datos incorrecto	Confusión palabra / palabra doble
6	Seteo no permitido (sólo reseteo)	
7	Elemento de descripción no modificable	La descripción en el MICROMASTER 4 no se puede modificar por principio
11	Falta permiso exclusivo	Petición de modificación en remoto no permitida
12	Falta palabra clave	
17	Petición no ejecutable debido al estado de servicio	El estado del convertidor no permite por el momento la petición formulada
101	Números de parámetros desactivados por el momento	Depende del estado del convertidor
102	Ancho del canal demasiado pequeño	La respuesta no cabe en el canal de comunicación
104	Valor de parámetro no permitido	El parámetro sólo permite determinados valores
106	Petición no implementada	Según código de petición 5, 10, 15
200	Excedido por debajo o por encima el mínimo o máximo modificado	El mínimo o máximo se pueden limitar en servicio
204	Valor de parámetro no modificable debido a ausencia de derechos de acceso	

Tabla 3.8.10

3.8.4.3 Ejemplos de aplicación de los parámetros PKW

Ejemplo 1: Lectura de parámetros P0700 (700 = 2BC (hex))

Para leer un parámetro (solicitar valor de parámetro) en código poner 1. La respuesta del Micromaster será 1 o 2 (palabra simple o doble) o 7 (error).

Petición del valor del parámetro P700.

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	12BC	0000	0.0	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**12BC**	0000	0.0	**0002**

Según la respuesta, en EW10, el código **1** nos dice que el resultado es un número entero y, por lo tanto, leeremos el valor de ese parametro en el EW16 y en formato decimal.

Ejemplo 2: Lectura del parámetro P1082 (1082 = 43A (hex)).

Petición del valor del parámetro P1082.

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	**143A**	0000	0.0	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**243A**	0000	**10.0**	0000

Según la respuesta, en EW10, el **2** de la izquierda nos dice que el resultado es un número real y, por lo tanto, leeremos el valor solicitado en el ED14 y en formato real.

Ejemplo 3: Lectura de parámetro P2000 (2000 = 000 (hex)).

Para leer un parámetro que esté entre 2000 y 3999, se debe activar el bit 7de la segunda palabra de salidas AW12 = H 0080.

Petición del valor del parámetro P2000.

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	**1000**	**0080**	0.0	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**2000**	**0080**	**80.0**	0000

Según la respuesta que nos ha dado, el dato recibido es una palabra doble con el valor de 80.0 y lo leeremos en la ED14 en formato real.

Ejemplo 4: Cambiar el valor de p1082 a 40.00 [sólo ram].

Para escribir un parámetro, se debe saber primero si éste tiene un valor de parámetro de palabra simple o doble. Para averiguar esto, primero se debe leer el valor y después escribir el nuevo.

Leer el valor:

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	**143A**	0000	0.0	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**243A**	0000	75.0	0000

Según la respuesta se trata de una palabra doble, por lo tanto, se debe utilizar el código 3 (modificar el valor de una palabra doble). En caso de que quisiéramos cambiar el valor en la EEPROM, en lugar de 3 utilizaríamos el código 13 (D).

Grabar el valor 40.0 en el parámetro P1082. Como 40.0 es un número real, lo escribiremos en AD14.

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	**343A**	0000	**40.0**	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**243A**	0000	**40.0**	0000

Según la respuesta del número **2** en el primer dígito de EW10, nos queda confirmada la modificación del valor.

Ejemplo 5: Evaluación de una respuesta de error.

En el ejemplo 4, se parte de la base de que el Micromaster no está funcionando. Si la modificación se transmite con el Micromaster funcionando, éste responderá con un 7 (no se puede procesar el requerimiento), porque no se puede modificar P1082 mientras funciona el Micromaster. El número de error está dentro del margen de valores de parámetros.

Grabar el valor 40.0 en el parámetro P1082 con el Micromaster en marcha.

			AW10	AW12	AD14	AW16
MAESTRO S7-300	⟶	MICROMaster:	**343A**	0000	**40.0**	0000

Respuesta de Micromaster:

			EW10	EW12	ED14	EW16
MICROMaster	⟶	MAESTRO S7-300:	**743A**	0000	**40.0**	**0017**

Según la respuesta del número **7** en el primer dígito de EW10, nos indica que tenemos un error. Siempre que tengamos un error, el valor de éste estará cargado en el EW16 (en ese caso **17** es "Petición no ejecutable debido al estado del servicio").

Nota: Uno de los errores más usuales es el de que no podemos cambiar un parámetro consigna mientras el motor está funcionando.

- Para poder cambiarlo, debería pararlo y entonces modificarlo.
- Otro error está en enviar una valor de doble palabra con palabra.
- En caso de que nos salga un error, debemos volver a leer el parámetro y después volver a escribir el parámetro de forma correcta.

3.8.5 Ejercicio propuesto 1

3.8.5.1 Objetivo

Mediante las opciones explicadas en los ejemplos anteriores, queremos leer los siguientes datos, primero con el Micromaster parado y a continuación repetiremos las lecturas con él en marcha.

Número parámetro	Definición	Número en hexadecimal (AW10)	Tipo datos	Valor lectura	
				Marcha	Parado
R2	Estado del convertidor				
P3	Nivel de acceso				
R25	Tensión de salida real				
R21	Frecuencia real				
R27	Corriente de salida real				
R37	Temperatura convertidor				
R39	Energía consumida				
P640	% sobrecarga motor				
P918	Dirección Profibus				
R947	Último número de fallo				
P1080	Frecuencia mínima				
P1082	Frecuencia máxima				
P1120	Tiempo aceleración				
P1121	Tiempo deceleración				
P1135	Tiempo deceleración OFF3				

Tabal 3.8.11

- Una vez tomados esos datos, queremos leer los datos actuales de los parámetros de la tabla 2 y después los cambiaremos por un valor nuevo. Lo haremos con el Micromaster en marcha.

Parámetro	Valor nuevo	Valor actual	Incidencia
P3	1		
P640	100 %		
P1080	25,4 Hz		
P1082	100,0 Hz		
P1120	6 segundos		
P1121	2 segundos		
P1135	20 segundos		
P1000	1		

Tabal 3.8.12

3.8.5.2 Material a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un CPU S7 314C-2 DP.
Un MICROMaster MM440.
Un módulo para conectar Micromaster a Profibus.
Un panel BOP.
Un cable PC Adapter MPI.
Un cable Profibus con dos conectores.
Un paquete de software STEP 7.
Un ordenador.

3.8.5.3 Desarrollo del ejercicio

Primero abriremos el hardware del ejercicio anterior, lo modificaremos y programaremos en él la opción PPO1 (figura 3.8.19).

Una vez abierto, haremos clic encima del Micromaster. A continuación, marcaremos con el botón izquierdo del ratón la línea encuadrada en rojo y pulsaremos la tecla "suprimir". Preguntará: ¿Está seguro que desea borrar el objeto 0? Pulsamos "Sí".

Hemos de arrastrar la opción que utilizaremos (figura 3.8.20) *"4 PKW, 2 PZD (PPO1)"* encima de Micromaster.

Por defecto, STEP 7 ha asignado a Micromaster una zona de la PAE (EW256 a EW267) y de la PAA (AW256 a AW267). Podríamos utilizar estas direcciones, pero las vamos a cambiar. Pondremos en la zona PZD, para la PAE EW0 al EW3, y para la PAA del AW0 al AW3. Para cambiarlas, hacemos clic dos veces encima de las direcciones de las entradas y salidas y se abrirá una ventana. Poner en Inicio de las Salidas "0", en Inicio de las Entradas "0" y pulsar "Aceptar".

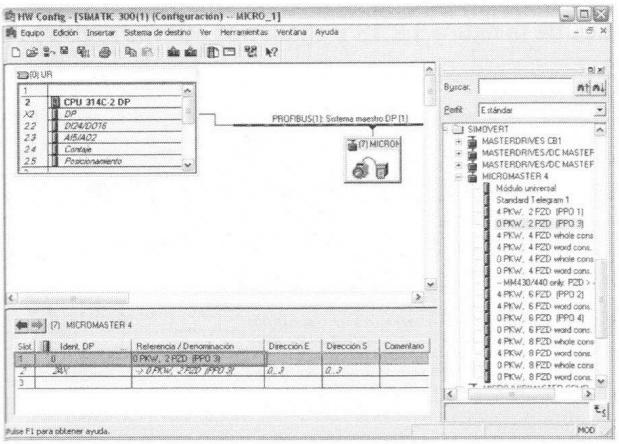


Figura 3.8.19

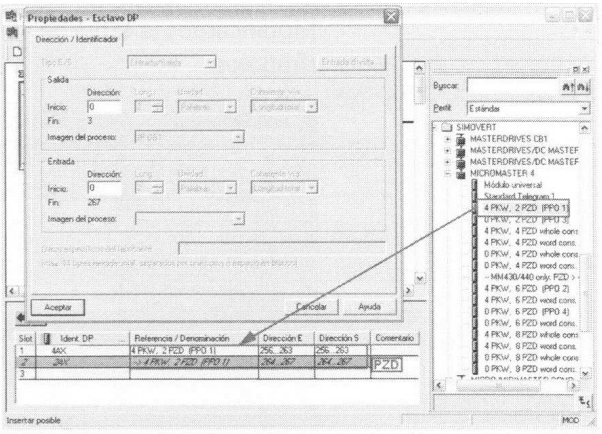


Figura 3.8.20

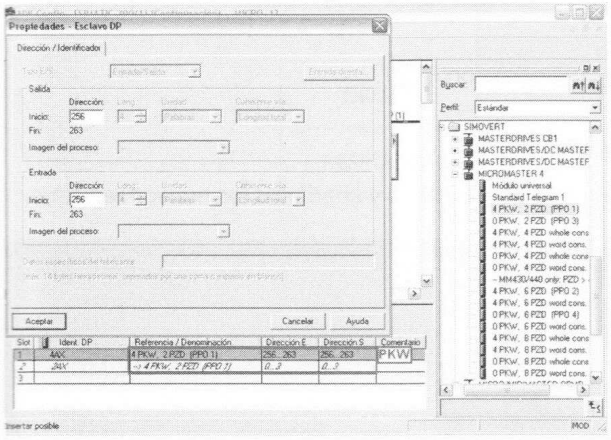


Figura 3.8.21

Pondremos en la zona PKW, para la PAE EW10 al EW17, y para la PAA del AW10 al AW17. Para cambiarlas, hacemos clic dos veces encima de las direcciones de las entradas y salidas y se abrirá una ventana. Poner en Inicio de las Salidas "10", en Inicio de las entradas "10" y pulsar "Aceptar" (figura 3.8.21).

A continuación, pulsamos sobre "Guardar y compilar" y, por último, transferimos al PLC con el botón "Cargar al módulo".

Al hacer estos cambios, la zona de la PAE y la PAA, para poder controlar en la opción PPO1, sería la figura 3.8.22.

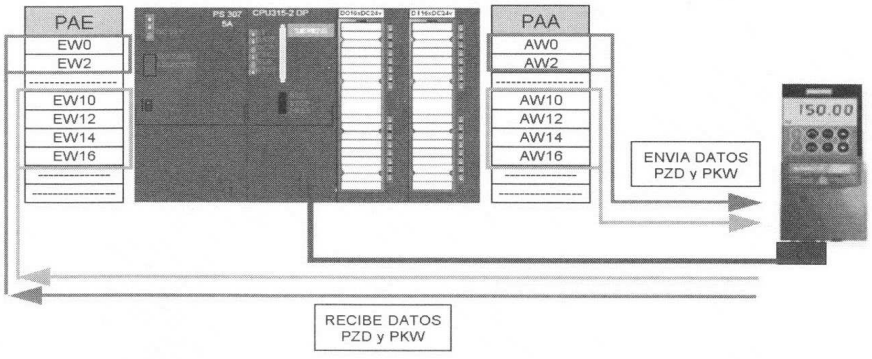


Figura 3.8.22
Registros que corresponden a la configuración PPO1.

STW = Palabra de mando	(AW0)		
HSW = Valor de consigna principal	(AW2)		
ZSW = Palabra de estado	(EW0)		
HIW = Valor real principal	(EW2)		
PKE = Identificador del parámetro	(EW10)	PKE = Identificador del parámetro	(AW10)
IND = Índice	(EW12)	IND = Índice	(AW12)
PWE = Valor del parámetro	(EW14)	PWE = Valor del parámetro	(AW14)
PWE = Valor del parámetro	(EW16)	PWE = Valor del parámetro	(AW16)

Modificación de la tabla de símbolos.

Modificamos la tabla de símbolos de la figura 3.8.13 y añadimos nuevos registros y símbolos.

Editor de símbolos - [Programa S7(1) (Símbolos) -- MICR_P3\Equipo SIMATIC 300\CPU314C-2DP(1)]

Tabla Edición Insertar Ver Herramientas Ventana Ayuda

Todos los símbolos

	Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		CONTROL_CONSIGNA	PEW 752	INT	POTENCIOMETRO QUE DARA LA CONSIGNA AL MICROMASTER
2		VELOCIDAD_REAL	EW 2	INT	EL MICROMASTER ENVIA LA VELOCIDAD REAL AL MASTER S7-300
3		PULSADOR_RESET	E 126.7	BOOL	PULSADOR QUE HARA EL RESET AL MICROMASTER CUANDO HAYA UNA A LARMA
4		PARO_MOTOR	E 126.2	BOOL	AL PONERLO A 1 SE PARARA EL MOTOR
5		MARCHA_DERECHA	E 126.1	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA DERECHA
6		MARCHA_IZQUIERDA	E 126.0	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA IZQUIERDA
7		INDICA_ALARMAS	E 1.7	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUNA ALARMA ACTIVADA DEL MICROMASTER
8		INDICA_FALLOS	E 1.3	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUN FALLO EN LA COMUNICACIÓN
9		INDICACIÓN_GIRO	E 0.6	BOOL	INDICARA SI EL MOTOR GIRA A DERECHA O IZQUIERDA
10		VELOCIDAD_REAL=CONSIGNA	E 0.0	BOOL	SE ACTIVA CUANDO LA VELOCIDAD REAL ES IGUAL A LA CONSIGNA DE LA VELOCIDAD
11		SALIDA_CONSIGNA_VELOCIDA	AW 2	INT	A ESE REGISTRO SE LE ENVIA EL VALOR DE LA VELOCIDAD H4000 VELOCIDAD MAXIMA
12		PALABRA_DE_MANDO	AW 0	INT	PALABRA DE MANDO DEL MICROMASTER
13		BIT_RESET_ALARMA	A 1.7	BOOL	REALIZA EL RESET DE LOS FALLOS DE MICROMASTER
14		CODIGO_PETICIÓN	AW 10	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS EN VALOR DE LO QUE QUEREMOS PEDIR AL MICROMASTER
15		PETICIÓN_SUPERIOR_2000	AW 12	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS INDICAREMOS QUE EL VALOR DEL PARMETRO ES SUPERIOR A 2000
16		ESCRITURA_NUMERO_REAL	AD 14	DWORD	LO USAMOS CUANDO QUERAMOS ESCRIBIR EN EL MICROMASTER UN NUMERO REAL
17		ESCRITURA_NUMERO_ENTERO	AW 16	WORD	LO USAMOS CUANDO QUERAMOS ESCRIBIR UN NUMERO ENTERO
18		CODIGO_RESPUESTA	EW 10	WORD	RECIBIRA LA RESPUESTA DEL CODIGO QUE ENVIE MICROMASTER DESPUES DE UNA PETICIÓN
19		LECTURA_SUPERIOR_2000	EW 12	WORD	PALABRA QUE INDICAR QUE EL NUMERO DE PARAMETRO REQUERIDO ES SUPERIOR A 2000
20		PARAMETRO_ES REAL	ED 14	DWORD	EL PARAMETRO SOLICITADO POR EL MASTER ES REAL
21		PARAMETRO_ENTERO	EW 16	WORD	EL PARAMETRO SOLICIATDO ES UN NUMERO ENTERO

Figura 3.8.23
Registros que corresponden a la configuración PPO1.

Modificación de la tabla de variables.

Modificamos la tabla de variables de la figura 3.8.15 y añadimos los nuevos registros.

Var - [VAT1 -- @MICR_P3\Equipo SIMATIC 300\CPU314C-2DP(1)\Programa S7(1) ONLINE]

Tabla Edición Insertar Sistema de destino Variable Ver Herramientas Ventana Ayuda

	Operando	Símbolo	Format	Valor de estado	Valor de forzado
1	E 126.0	"MARCHA_IZQUIERDA"	BOOL	false	
2	E 126.1	"MARCHA_DERECHA"	BOOL	false	
3	E 126.2	"PARO_MOTOR"	BOOL	false	
4	AW 0	"PALABRA_DE_MANDO"	DEC	1150	
5					
6	E 126.7	"PULSADOR_RESET"	BOOL	false	
7	A 1.7	"BIT_RESET_ALARMA"	BOOL	false	
8					
9	PEW 752	"CONTROL_CONSIGNA"	DEC	12482	
10	AW 2	"SALIDA_CONSIGNA_VELOCIDA"	DEC	12482	
11					
12	E 0.0	"VELOCIDAD_REAL=CONSIGNA"	BOOL	false	
13	E 0.6	"INDICACIÓN_GIRO"	BOOL	false	
14	E 1.3	"INDICA_FALLOS"	BOOL	false	
15	E 1.7	"INDICA_ALARMAS"	BOOL	false	
16					
17	EW 2	"VELOCIDAD_REAL"	DEC	0	
18					
19	AW 10	"CODIGO_PETICIÓN"	HEX	W#16#143A	W#16#143A
20	AW 12	"PETICIÓN_SUPERIOR_2000"	HEX	W#16#0000	
21	AD 14	"ESCRITURA_NUMERO_REAL"	REAL	0.0	
22	AW 16	"ESCRITURA_NUMERO_ENTERO"	HEX	W#16#0000	
23					
24	EW 10	"CODIGO_RESPUESTA"	HEX	W#16#243A	
25	EW 12	"LECTURA_SUPERIOR_2000"	HEX	W#16#0000	
26	ED 14	"PARAMETRO_ES REAL"	REAL	10.0	
27	EW 16	"PARAMETRO_ENTERO"	HEX	W#16#0000	

Figura 3.8.24

- Para realizar la primera parte, iremos forzando la AW10 e iremos rellenando la tabla 3.8.11 con los valores leídos tanto con el Micromaster en marcha como parado.
- Para rellenar la tabla 3.8.12, primero pondremos el Micromaster en marcha, leeremos el valor de cada uno de los registros y lo anotaremos en ella. A continuación escribiremos los valores nuevos en el Micromaster y anotaremos las incidencias que tengamos.
- En la tabla 3.8.13 pondremos los valores que hemos de poner en cada registro para poder leer primero cada parámetro y la respuesta de Micromaster. Del mismo modo, pondremos en cada registro los valores necesarios para poder cambiar los parámetros y la respuesta de Micromaster.

	P3 LEER				P3 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P640 LEER				P640 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1080 LEER				P1080 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1082 LEER				P1082 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1120 LEER				P1120 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1121 LEER				P1121 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1135 LEER				P1135 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

	P1000 LEER				P1000 ESCRIBIR			
ORDEN	AW10	AW12	AD14	AW16	AW10	AW12	AD14	AW16
RESPUESTA	EW10	EW12	ED14	EW16	EW10	EW12	ED14	EW16

Tabla 3.8.13

Nota: Cuando nos salga un error, primero deberemos parar el motor, después haremos de nuevo la petición de lectura del parámetro y, por último, enviaremos de nuevo el valor.

Con el cambio de este último parámetro (P1000), le decimos al Micromaster que la consigna de velocidad se la daremos a través del panel BOP. Como no hemos variado el P700, el control lo llevaremos desde Profibus.

3.8.6 Ejercicio propuesto 2

3.8.6.1 Objetivo

Queremos controlar desde un S7-300 dos Micromaster. Para ello utilizaremos los siguientes datos:

	MICROMaster 1	MICROMaster 2
Marcha izquierda	E124.1	E125.1
Parada	E124.0	E125.0
Marcha derecha	E124.2	E125.2
Consigna	PEW752 y E126.0=1	PEW752 y E126.1=1
Velocidad real = consigna	A124.0	A125.0
Indicación de giro	A124.1	A125.1
Velocidad real	MW10	MW20
Área PZD	EW10	EW80
	AW30	AW4

Tabla 3.8.13

- La entrada analógica del S7-300 (PEW752) dará la consigna al variador correspondiente siempre que estén activadas las entradas E126.0 y E126.1 respectivamente. El valor que se envíe estará limitado al valor máximo con el que puede trabajar el variador, que es 16382 (H4000).

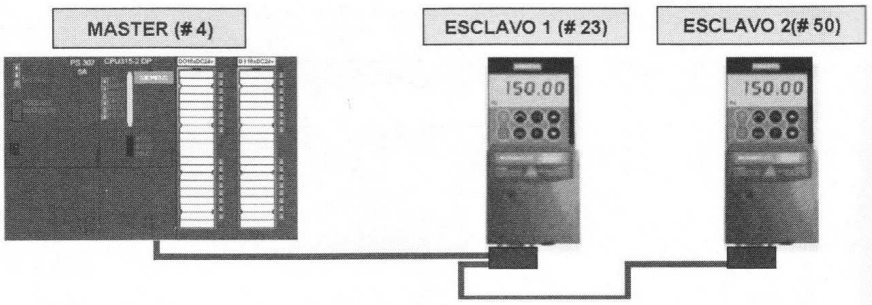


Figura 3.8.25
Profibus de un S7-300 con dos Micromaster.

3.8.6.2 Material a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un CPU S7 314C-2 DP.
Dos MICROMaster MM440.
Dos módulos para conectar Micromaster a Profibus.
Dos paneles BOP.
Un cable PC Adapter MPI.
Un cable Profibus con tres conectores.
Un paquete de software STEP 7.
Un ordenador.

3.9 Profibus-DP. DP en conexión con red AS-i mediante DP/ASi Link

3.9.1 Descripción técnica del equipo DP/ASi Link 20E

3.9.1.1 Generalidades

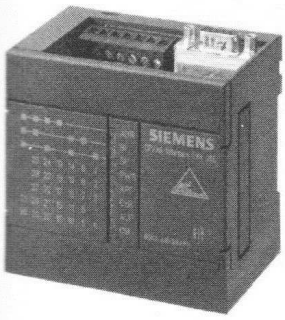


Figura 3.9.1
DP/Asi Link 20 E.

La pasarela DP-ASi Link 20 E es una interfaz que sirve para comunicar una red Profibus DP con una red ASi.

Como elemento conectado a la red Profibus, actúa como un esclavo. En la red ASi actúa como master.

Este módulo tiene las siguientes características:

- El tiempo de acceso a los esclavos es de 5 ms para 31 esclavos y 10 ms para 62 esclavos.
- La conexión a Profibus la hace a través de un conector hembra Sub-D 9 polos.
- Soporta unas velocidades de transmisión desde 9,6 kbits/s a 12 Mbits/s.
- Su grado de protección es IP20.
- Se puede montar sobre guía simétrica o en montaje directo mediante tornillos.

3.9.1.2 Partes de las que se compone la pasarela DP/ASi Link 20E

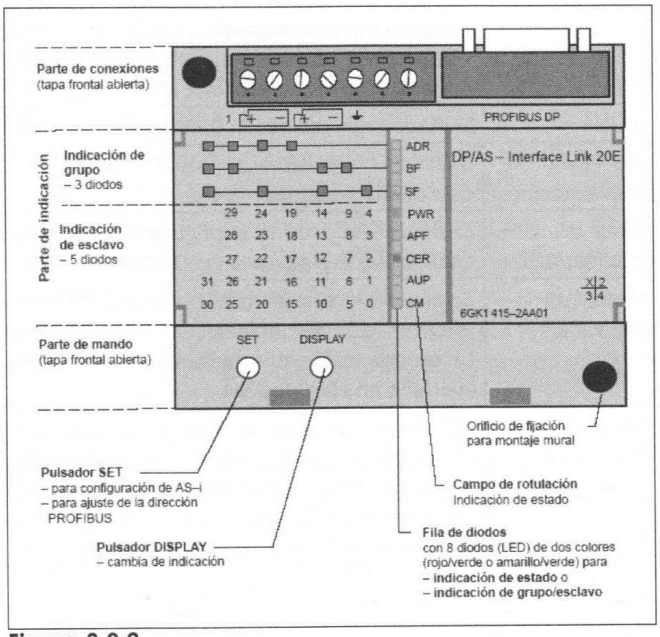


Figura 3.9.2
Vista general.

3.9.1.3 Conexionado del bus ASi a la pasarela DP/ASi Link 20 E

La pasarela tiene dos puntos de conexión de la red ASi. Esos puntos están interconectados internamente.

Una de las conexiones la podemos usar para conectar la fuente de alimentación, y la otra para conectar la red ASi.

La carga máxima soportada por esas conexiones es de 3 A.

El consumo de la pasarela es aproximadamente de 200 mA.

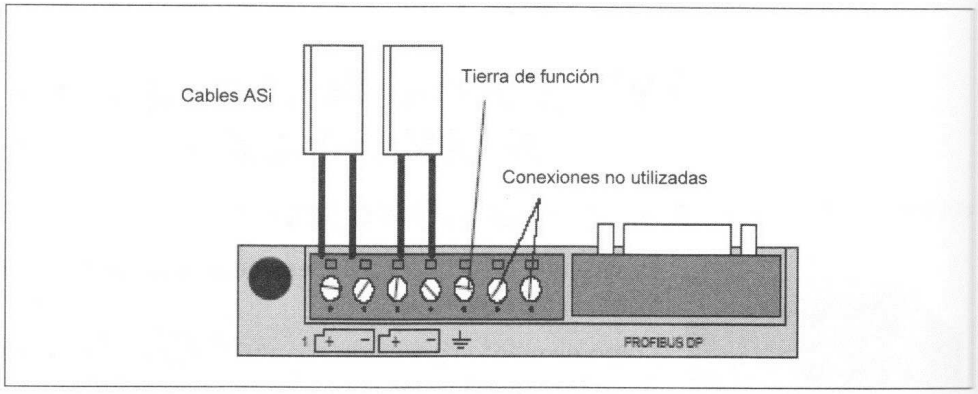


Figura 3.9.3
Conexión del bus ASi.

3.9.1.4 Significado de los leds de la pasarela DP/ASi Link 20E

Diodo	Estado	Significado
BF(Rojo)	Bus Failure	El diodo se ilumina si: - El enlace entre el maestro DP y la pasarela está interrumpido o sí el maestro DP esta en STOP. - La pasarela no ha sido configurada en el maestro DP o lo ha sido incorrectamente.
SF (Rojo)	Fallo del sistema	El diodo brilla si: - En el modo protegido se ha disparado una alarma de diagnóstico (entrante) en el maestro DP. - La pasarela ha detectado un fallo interno (p. ej. defecto en EEPROM). - La pasarela no puede ejecutar de momento el cambio de modo solicitado durante una operación del pulsador SET (p. ej., existe un esclavo con la dirección 0).
PWR (Verde)	RUN	El diodo brilla cuando el DP/AS–Interface Link20E es alimentado con tensión.
APF(Rojo)	AS–i Fallo alimentación	Indica que la tensión suministrada por la fuente de alimentación AS–i al cable AS–i es demasiado baja.
CER (Amarillo)	Error de configuración	El diodo indica si la configuración de esclavos real del bus AS–i no coincide con la configuración grabada en el DP/AS–i Link 20E.
AUP (Verde)	Autoprog activada	En el modo protegido (trabajando) de DP/AS–i Link 20E, este diodo indica que es posible la programación automática de direcciones de un esclavo AS–i. La programación automática de direcciones simplifica el cambio de un esclavo AS–i averiado en el cable AS–i.
CM (Amarillo)	Modo Configuración	Esta indicación señaliza el modo de operación de la pasarela: -Indicador encendido: modo de configuración. -Indicador apagado: modo protegido (trabajando). El modo de configuración sólo se necesita para la puesta en servicio de la pasarela o para reconocer esclavos añadidos al bus.

Tabla 3.9.1

3.9.2 Configuración de la pasarela DP/ASi Link 20E

3.9.2.1 Visualización de la dirección Profibus de la pasarela

- Pulsamos de forma continuada la tecla DISPLAY hasta que el diodo "ADR" brille con luz roja. (**Nota**: Si se parte de la indicación de estado, se tiene que apretar unas 15 veces el pulsador).

- Cuando tengamos la luz ADR de color rojo, la pasarela nos indicará con los siete leds inferiores la dirección actual de Profibus que tiene el módulo. Si estando la luz ADR en rojo apretamos de nuevo el pulsador DISPLAY, la pasarela vuelve a la indicación de estado y se conserva la dirección Profibus que tenía ajustada en esos momentos. Dicha dirección vendrá dada por la combinación binaria de esos 7 bits. Ver el ejemplo de la figura 3.9.4:

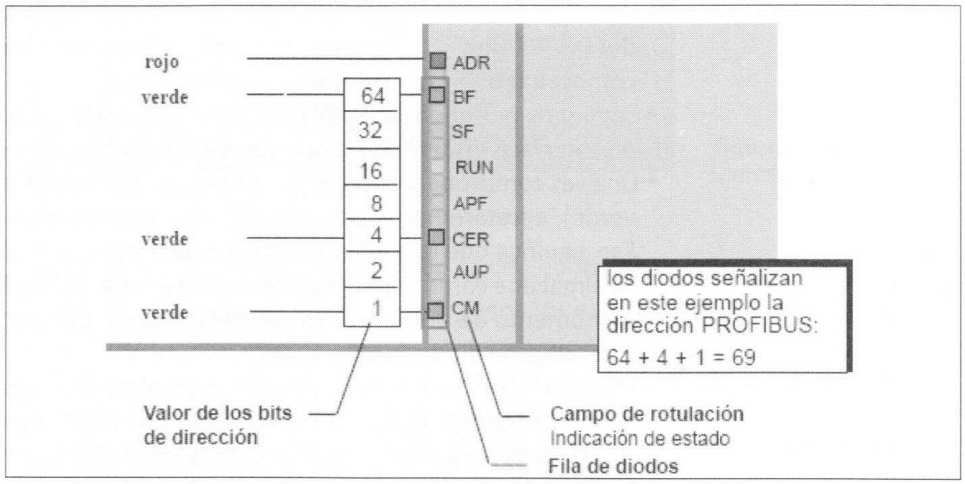


Figura 3.9.4
Visualización de dirección de Profibus.

3.9.2.2 Cambio de la dirección Profibus de la pasarela

Lo primero que debemos hacer es desconectar la pasarela de la red de Profibus o hacer que el master de Profibus esté en modo STOP.

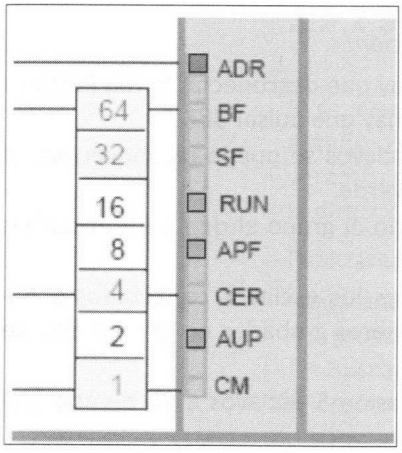


Figura 3.9.5
Dirección Profibus 26.

Imaginemos que queremos ponerle la dirección Profibus 26. Eso significa que deben estar activados los bits cuyo valor es 16, 8 y 2. Para ello:

- Primero pulsamos el botón DISPLAY hasta que la luz ADR se ponga de color rojo. Entonces pulsamos el botón SET y veremos que el bit más alto "BF" se pone a parpadear (ese bit vale 64). Se deberá ir pulsando DISPLAY hasta que parpadee el bit "RUN". Entonces pulsar SET, con lo que ese bit quedará encendido fijo.
- A continuación volver a pulsar DISPLAY para seleccionar el bit "APF". Cuando esté intermitente, pulsaremos SET y entonces veremos que ya están fijos los bits "RUN" y "APF".
- Seguimos accionando de nuevo DISPLAY hasta que se ilumine intermitente el led "AUP". Entonces pulsamos la tecla SET.
- Seguimos pulsando DISPLAY hasta que los bits seleccionados parpadeen entre verde y rojo. (La suma de los valores de esos bits será la dirección Profibus ajustada.) Entonces pulsamos SET para validar la dirección y a continuación pulsamos la tecla DISPLAY para que la pasarela quede preparada para trabajar.

3.9.2.3 Grabación de la configuración real de la red ASi en la pasarela

Cuando conectamos esclavos a la red ASi, no quedan automáticamente registrados en la memoria de la pasarela DP20-ASi Link 20.

Para poder registrar los esclavos, deben darse las siguientes condiciones:

- Tenemos que desconectar de la pasarela el conector de Profibus o debemos poner el maestro DP en STOP.

- La pasarela y todos los esclavos ASi tienen que estar conectados al Bus y han de ser alimentados por la tensión de la fuente de alimentación ASi.
- Cada esclavo ASi ha de tener una dirección diferente y distinta de "0".

Para registrarlos seguiremos el siguiente proceso:

- Hemos de pulsar SET para cambiar del estado protegido a configuración. (Veremos que se ilumina el diodo "CM".)
- Accionamos el pulsador DISPLAY para que la pasarela conmute la indicación del DP/ASi Link 20E al modo "Indicación de estado" (estado básico) para poder comprobar qué esclavos tenemos conectados.
- Seguimos pulsando DISPLAY para comprobar si todos los esclavos conectados a AS-Interface están presentes y son indicados (figura 3.9.6).
- Una vez comprobados todos (veremos que el diodo BF está en rojo y el Power en verde), apretaremos el pulsador SET. Con esto quedará configurada la pasarela. Eso significa que la configuración permanente actual de la pasarela reconocida se almacena como especificación nominal en la EEPROM de forma no volátil. En el momento de pulsar SET, la pasarela se conmuta al modo protegido (trabajo) y se apaga el diodo "CM".
- El diodo "CER" se ilumina durante 1 segundo y se apaga, ya que, tras la configuración, la "configuración nominal" almacenada en la pasarela (EEPROM) coincide con la "configuración real" existente en la red AS–Interface.

Nota: Sólo podrá cambiarse a modo protegido (trabajo) si no había ningún esclavo conectado con la dirección 0. Si lo hubiera, al pulsar SET se iluminará el led SF en rojo y el led del esclavo funcionará intermitente.

3.9.2.4 Identificación de los esclavos configurados

Los esclavos ASi podemos identificarlos estando la pasarela en modo configuración o en modo protegido (trabajando).

Identificación de los esclavos en modo configuración:

- Para poder entrar en modo configuración, hay que desconectar la red Profibus o poner el maestro en STOP. A continuación hay que pulsar SET.
- La indicación de que estamos viendo los esclavos se puede reconocer por el hecho de que todos los leds se ven de color verde.
- Los tres leds, ADR, BF y SF, indican en binario el grupo al que pertenecen los esclavos visualizados.
- Los 5 leds de más abajo señalizan entonces los esclavos conectados a AS-Interface; para ellos debemos mirar los números grabados en la izquierda de los leds (figura 3.9.6).
- En la indicación se representan en cada ocasión 5 esclavos a un tiempo (del mismo grupo).
- Si los leds están fijos, indica que son esclavos estándar ASi y esclavos tipo A.
- Si los leds van intermitentes, indica que es esclavo tipo extendido A/B.
- Los 5 leds inferiores señalizan con luz verde los esclavos ASi identificados o activos dentro del grupo.
- El paso de un grupo a otro se consigue apretando en cada caso de nuevo el pulsador DISPLAY.
- En el ejemplo de la figura 3.9.6, vemos que están encendidos los leds BF y SF, lo que me indica que debo leer en la línea vertical 3 (el dibujo de los cuadrados coincide con los leds encendidos). Para saber que números de esclavos son, debo trazar una línea horizontal de los leds encendidos (APF, AUP y CM) que al cruzarse con la línea vertical, me indicara los esclavos localizados. En este caso los esclavos indicados son los números 10, 11 y 13.

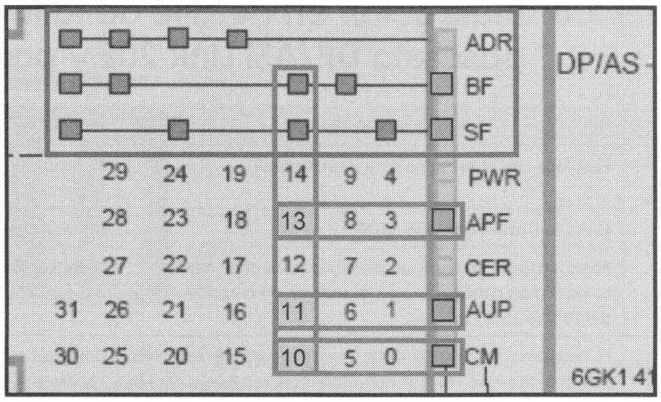


Figura 3.9.6
Identificación de esclavos.

Identificación de los esclavos en modo protegido (trabajando):

- En este modo podremos visualizar todos los esclavos, los activos y los no activos.
- Los esclavos no activos son esclavos que o bien han fallado o bien existen pero no están registrados en la pasarela AS-i.
- Los esclavos activos se indican con luz verde fija, y los esclavos no activos funcionarán de color verde intermitente (el led del esclavo estará de color rojo).
- En caso de fallo de algún esclavo, se iluminará el diodo CER. Significa que la configuración que está grabada en la pasarela es diferente a la real. Detecta que no encuentra algunos elementos configurados o encuentra elementos no configurados (por avería o por haber introducido algún elemento nuevo).
- Pulsando DISPLAY podremos localizar el número del esclavo que falla y lo identificaremos comprobando el encendido intermitente de los leds.

3.9.2.5 Sustitución de un esclavo ASi averiado. Programación automática de direcciones

Si se avería un módulo del bus, sólo debemos coger el nuevo módulo configurado con la dirección 0 (es la que lleva de fábrica) y, al pincharlo en el bus, veremos que la pasarela automáticamente programará el nuevo módulo con la dirección del esclavo original averiado.

Realizaremos la siguiente prueba:

- Estando en funcionamiento (modo protegido), desconectar un esclavo. Comprobaremos que se ilumina el diodo CER (naranja) y el diodo AUF (verde).
- Buscaremos mediante DISPLAY las direcciones de los módulos y comprobaremos que la dirección de ese módulo averiado está parpadeando.
- Programaremos al esclavo desconectado con la dirección 0, volveremos a pincharlo en el bus y comprobaremos que se apagan los leds CER y AUP. El número de dirección del módulo nuevo quedará cambiado por el valor que tenía el módulo averiado.
- Comprobar, pulsando DISPLAY, las direcciones de los módulos y ver que el módulo que antes parpadeaba ahora ya está fijo.

Nota:

- El led AUP sólo se iluminará si detecta que falla un esclavo. Si falla más de uno se apagará.
- El led CER se iluminará siempre que haya diferencia entre la configuración real y la programada.
- Si conectamos al bus un esclavo con la dirección 0, el led parpadeará entre naranja y rojo.

3.9.2.6 Indicación en detalle de fallos y errores en la pasarela DP/ASi Link 20E y posibles soluciones

Fallo	Causa posible	Solución
El diodo LED "BF" señaliza fallos en Profibus DP	El enlace con el maestro está interrumpido	Controlar el cable de conexión del maestro con la pasarela DP/ASi Link 20E
	El master está en estado STOP	Poner el master en estado RUN
	Parametrización o configuración incorrecta en el master La dirección configurada en el master no coincide con la del DP-ASi Link 20 E	Cambiar la configuración en el master
Indicar de APF iluminado	El consumo de energía de los esclavos ASi es excesivo. Eso provoca que haya mucha caída de tensión y que la tensión del bus sea insuficiente	Comprobar el consumo de intensidad de los esclavos y, si es necesari,o suministrarles tensión auxiliar externa
El led PWR esta apagado	La fuente de alimentación o no está conectada o está averiada	Comprobar la conexión y, si es necesario, cambiar la fuente
Estando en modo configuración, al pulsar SET se ilumina SF	Cuando queremos validar la configuración y pasar a modo protegido, hay un esclavo con la dirección 0	Cambiar la dirección de ese esclavo y colocarle la dirección correcta
El led CER brilla siempre	El DP/ASi aún no está configurado	Poner el master en STOP y pulsar SET
	Ha fallado un esclavo ASi	Sustituir el esclavo averiado o configurar de nuevo la red si ese esclavo se desea eliminar
	Al sustituir un esclavo, ASi se ha sustituido por otro diferente al configurado (uno de entradas se ha puesto en lugar de uno averiado de salidas)	Poner el esclavo correcto o volver a configurar la pasarela
	Si es que hay un cortocircuito en algún sensor conectado a una base ASi (el led de esa base brillará rojo intermitente)	Comprobar mediante el pulsador display el esclavo afectado y desconectar el sensor afectado

Tabla 3.9.2

3.9.3 Ejercicio resuelto

3.9.3.1 Objetivo

Mediante una interfaz DP/ASi Link 20E queremos comunicar una red ASi con una red Profibus.

Queremos poder poner en marcha y parar un contactor que está conectado a la salida OUT3 del módulo de 4 salidas desde el S7-300 y será señalizado su funcionamiento en diferentes lámparas.

Para ponerlo en marcha existen diferentes posibilidades, desde:

- Una entrada del PLC S7-300.
- Una entrada de un módulo esclavo ASi de 4 entradas.
- Una entrada del microcontrolador LOGO.
- Pulsador verde de la botonera esclavo de ASi.

Para detener su funcionamiento, se tienen las siguientes opciones:

- Entrada del PLC S7-300.
- Una entrada de un módulo esclavo de ASi (2entradas/2salidas).
- Una entrada del microcontrolador LOGO.
- Pulsador rojo de la botonera esclavo de ASi.

El funcionamiento deberá señalizarse en:

- El piloto blanco de la botonera esclavo de ASi.
- En una salida del microcontrolador LOGO.
- En una salida del módulo esclavo de ASi de 4 salidas.
- Una salida del módulo esclavo de ASi de 2E/2S.

La zona con la que intercambiará datos la DP/ASi Link 20 E con el master, será a partir del registro de entradas 0 y de salidas 0 del master.

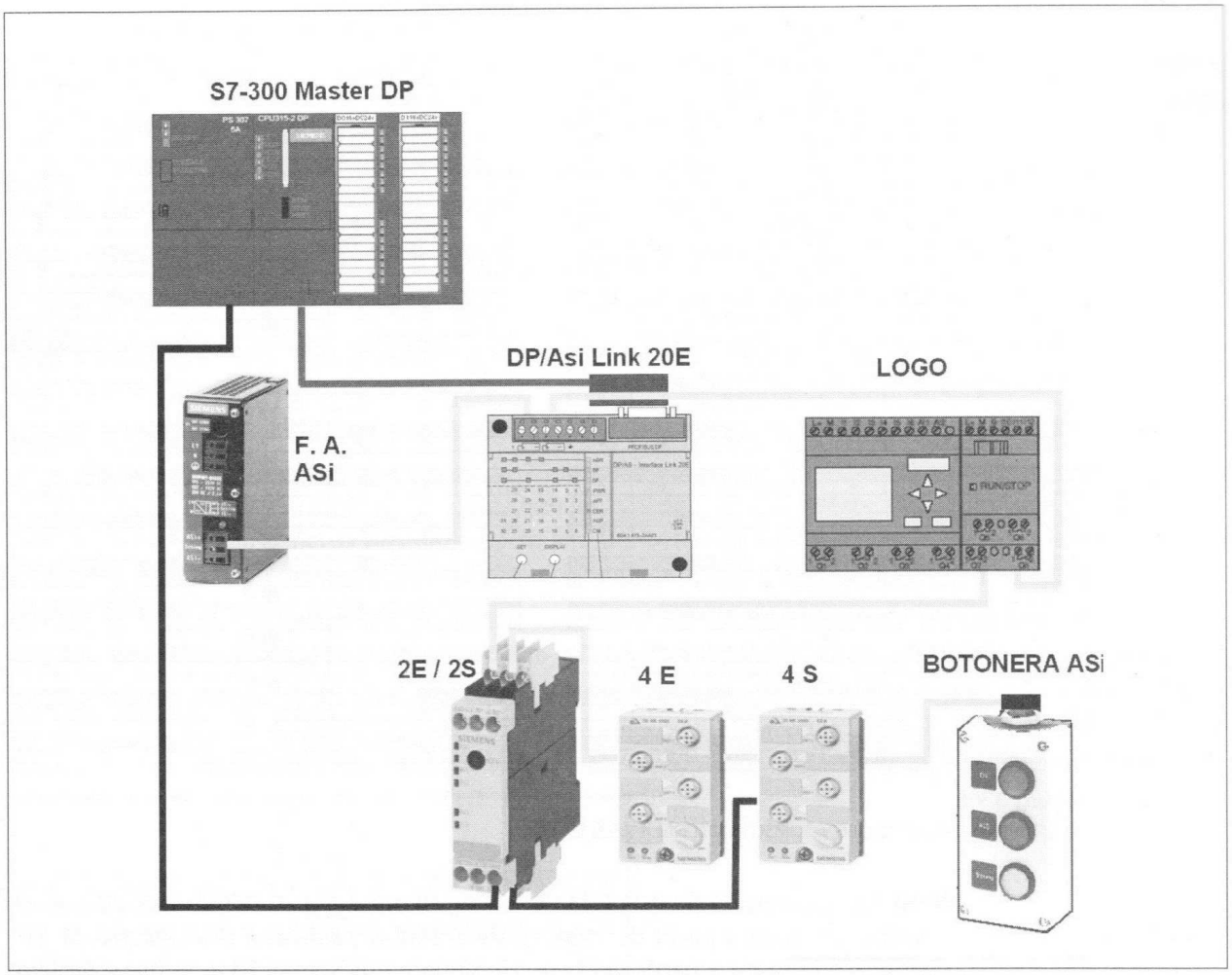


Figura 3.9.7
Conexión de elementos al bus ASi.

3.9.3.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

- Un CPU 314C-2 DP.
- Un DP/ASi Link 20 E.
- Un módulo ASi de 4 entradas.
- Un módulo ASi con 4 salidas.
- Un módulo ASi Slim Line de 2 entradas y 2 salidas.
- Una botonera ASi de 2 pulsadores (NA) y una lámpara.
- Un microcontrolador LOGO con interfase de comunicación ASi.
- Un cable de Profibus con 2 conectores.
- Un cable de comunicación MPI.
- Un cable de programación para el microcontrolador LOGO.

3.9.3.3 Asignación de número de entradas/salidas

La numeración de cada elemento que tengamos conectado a un esclavo en el bus ASi dependerá, como es lógico, primero del número de esclavo donde va conectado y, después, de en qué punto de ese esclavo tiene esa conexión.

Cuando colguemos el DP-ASi Link 20 E del master, lo haremos indicándo la zona de intercambio de datos tanto de entradas como de salidas; empezará en EB0 y AB0 respectivamente. Por lo tanto, el mapeado de los esclavos quedará como sigue:

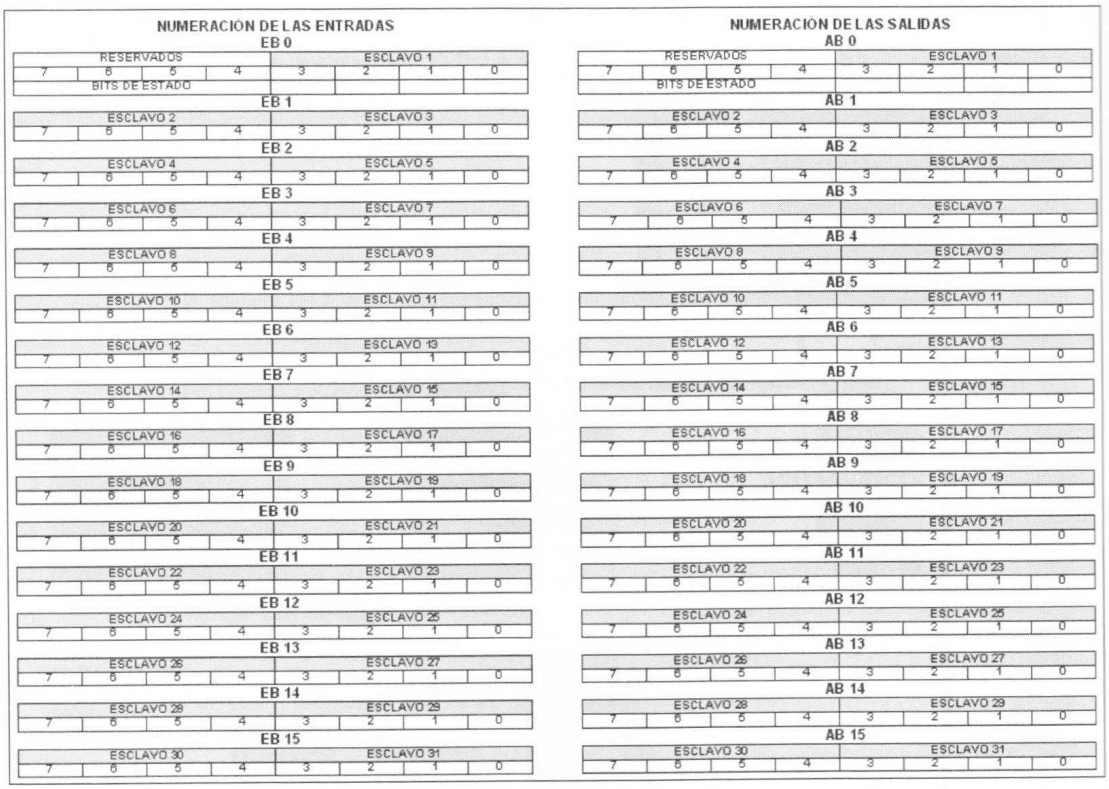


Figura 3.9.8
Mapeado de entradas / salidas con el DP/ASi Link 20.

Nota: La numeración de esta tabla es válida siempre que el DP/ASi Link 20 E envíe y reciba sus datos a partir del registro de entradas y salidas 0 del maestro. Si, por ejemplo, empezara a partir del byte 10, deberemos sumar 10 al número de byte marcado en la tabla. Si fuera el bit 2 del esclavo 17 (A8.2), el bit real que me corresponderá será el A8.2 + A10.0 = A18.2.

La numeración que pondremos a los esclavos de la red ASi será la siguiente:

Elemento	Número de esclavo
Módulo de 4 entradas	8
Módulo de 4 salidas	5
Módulo de 2 entradas / 2 salidas	22
Módulo de pulsadores 2 ent. /2 sal.	13
Módulo LOGO	20

Tabla 3.9.3

Módulo de 4 entradas

Al ser el módulo de 4 entradas el esclavo 8, podemos comprobar en la tabla de entradas que los cuatro bits de este esclavo estarán en la parte alta del byte EB4. A la conexión IN2 de este módulo está conectado un pulsador verde que tendrá la dirección E4.5

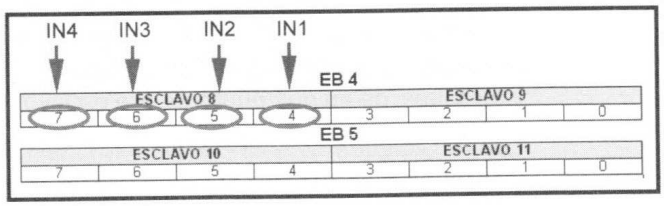


Figura 3.9.9
Asignación de entradas.

Módulo de 4 salidas

Al ser el módulo de 4 salidas el esclavo 5, podemos comprobar en la tabla de salidas que los cuatro bits de este esclavo estarán en la parte baja del byte AB2. A la conexión OUT3 de este módulo está conectado un contactor que tendrá la dirección A2.2

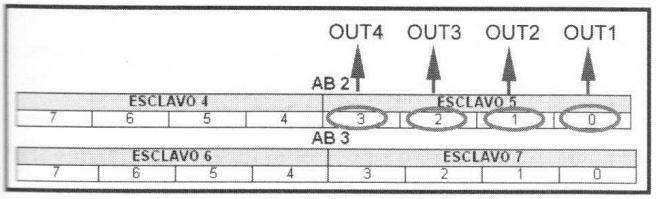


Figura 3.9.10
Asignación de salidas.

Módulo de 2 entradas / 2 salidas

Al ser el módulo de 2 entradas y 2 salidas el esclavo 22, podemos comprobar en la tabla de entradas que los bits de entrada de este esclavo estarán en los dos primeros bits de la parte alta del byte EB11. A la conexión IN1 de este módulo está conectado un pulsador rojo que tendrá la dirección E11.4.

Mirando la tabla de salidas, podremos comprobar que los bits estarán en la parte alta del byte AB11. Mirando las características de ese módulo, podremos comprobar que no pueden solaparse los números de bits de entrada con los de salida. Por tanto, los dos bits de salidas serán los dos últimos bits del byte AB11. En la conexión OUT1 tengo conectada una lámpara verde que, por tanto, tendrá la numeración AB11.6.

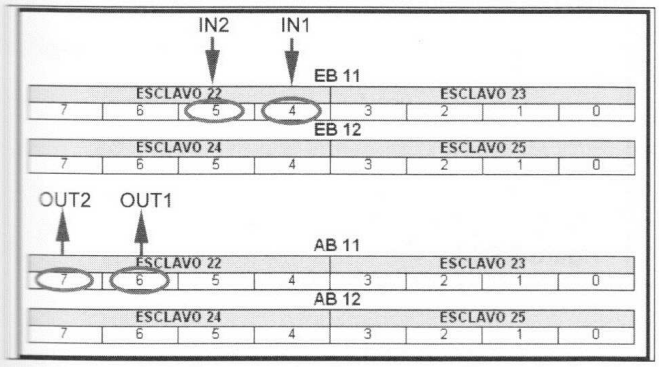


Figura 3.9.11
Asignación
de entradas / salidas.

Botonera de pulsadores ASi

Al ser el módulo de pulsadores el esclavo 13, podemos comprobar en la tabla de entradas que los de entrada de este esclavo estarán en los dos primeros bits de la parte baja del byte EB6. Por tanto, el pulsador rojo tendrá la dirección E6.0 y el pulsador verde la E6.1

Mirando la tabla de salidas, podremos comprobar que el bit correspondiente a la lámpara blanca estará en la parte baja del byte AB6 y, como en el módulo anterior, no pueden solaparse los bits de entrada y salida, por lo cual su dirección será A6.2.

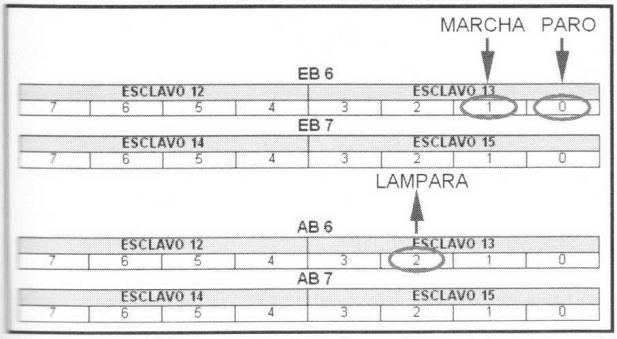
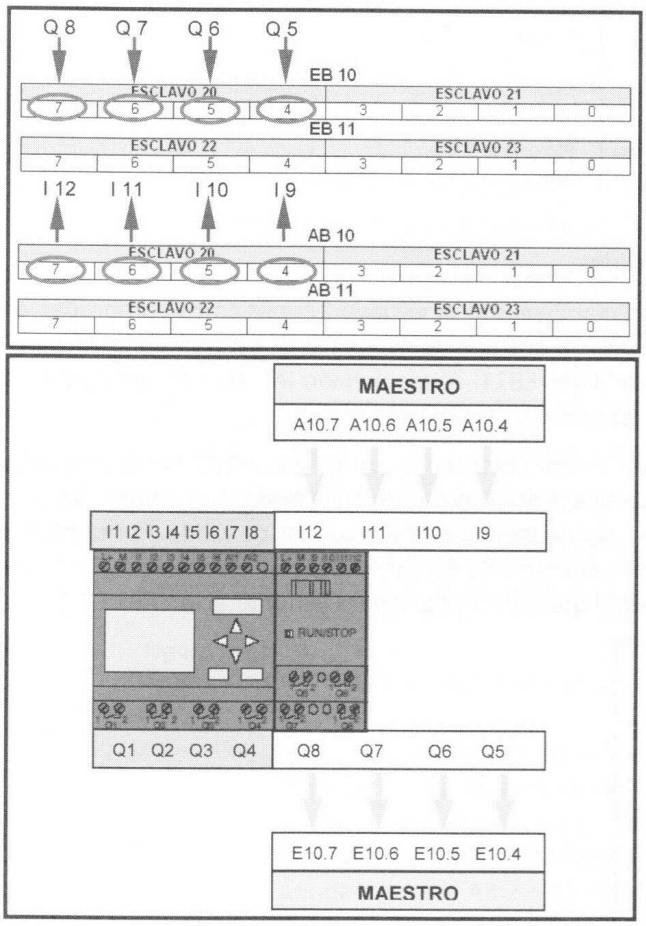


Figura 3.9.12
Asignación de entradas / salidas.

Nota: El pulsador rojo (igual que el verde) tiene un contacto normalmente abierto.

LOGO

Al ser el módulo de LOGO el esclavo 20, podemos comprobar en la tabla de entradas que los bits de salida de este esclavo llegarán a la parte alta de los bits de entrada del EB10.



La zona de comunicación de salida del LOGO son los bits Q5, Q6, Q7 y Q8. O sea, que cuando nosotros queramos que llegue alguna señal del LOGO al master, deberemos activar dentro del programa del LOGO uno de esos bits, que, a su vez, llegarán a los bits E10.4, E10.5, E10.6 y E10.7.

Del mismo modo que en las entradas, podemos comprobar en la tabla de salidas de a través de los bits más significativos del AB10, llegaran a los bits de entrada del LOGO.

La zona de comunicación de entrada del LOGO son los bits I9, I10, I11 e I12. O sea, que cuando nosotros queramos que llegue alguna señal del master al LOGO, deberemos activar en el master uno de los bits A10.4, A10.5, A10.6 y A10.7

Figura 3.9.13
Asignación de entradas / salidas.

Visto lo anterior, comprobamos que la numeración de los elementos expuestos en la siguiente tabla son correctos:

Elemento	Símbolo	Número E / S
Pulsador paro (módulo 2E/2S) IN1	P_2E_2S	E11.4
Pulsador verde (módulo 4E) IN2	M_4E	E 4.5
Pulsador paro botonera ASi	P_BOTONE	E6.0
Pulsador verde botonera ASi	M_BOTONE	E6.1
Pulsador marcha LOGO I 1 (Q5)	M_LOGO	E10.4
Pulsador paro LOGO I 2 (Q6)	P_LOGO	E10.5
Lámpara blanca botonera ASi	L_BOTONE	A6.2
Lámpara verde (módulo 2E/2S) OUT 2	L_2E_2S	A11.7
Lámpara verde LOGO Q1 (I9)	L_LOGO	A10.4
Contactor (módulo 4S) OUT3	K1_4S	A2.2
Pulsador paro S7-300	P_300	E124.0
Pulsador marcha S7-300	M_300	E124.1
Lámpara S7-300	L_300	A124.0

Tabla 3.9.4

3.9.3.4 Desarrollo del ejercicio

Procedimiento a seguir:

- Programar los esclavos ASi con la dirección indicada anteriormente.
- Montar la red ASi y conectar en ella los esclavos que usaremos en el ejercicio.
- Poner la pasarela DP/ASi Link 20E en modo configuración para que la configuración real (la montada) quede grabada en la EEPROM.
- Configurar el proyecto en STEP 7.

Creamos un proyecto nuevo con el nombre "DP-ASi" (figura 3.9.14).

Insertamos en el proyecto un "Equipo 300" y una red "Profibus".

A continuación, hacemos doble clic encima del "Hardware".

Insertamos el bastidor y, a continuación, insertamos una CPU 314C-2DP en el slot 2 del bastidor.

Aparecerá una ventana (figura 3.9.15). Seleccionamos la red "Profibus" y le ponemos el número que tendrá nuestro equipo dentro de la red (5 en este caso) y pulsamos "Aceptar".

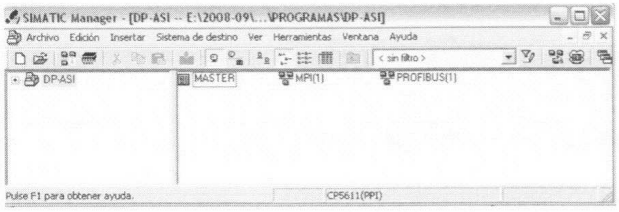


Figura 3.9.14

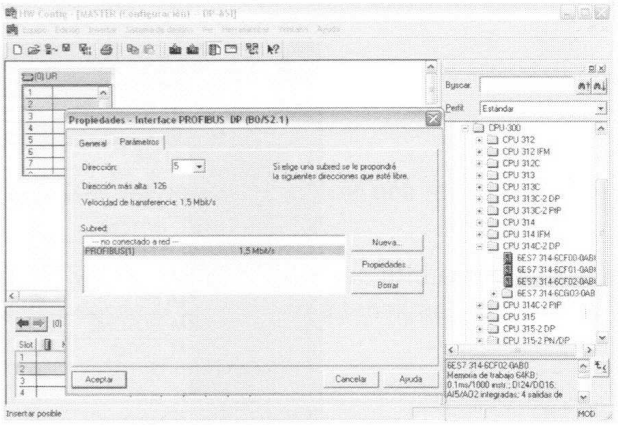


Figura 3.9.15

A continuación, hemos de colgar la pasarela DP/ASi Link 20 E en la red Profibus.

Para ello, abro la carpeta "Profibus DP", después la carpeta "DP/ASi" y, dentro de ésta, abro la carpeta DP/ASi Link 20 E. Selecciono "versión del producto 1.2" y lo arrastro encima de la red Profibus. Se abre una ventana donde hemos de ponerle la dirección que tendrá en Profibus. Le ponemos 10 y pulsamos sobre el botón "Aceptar".

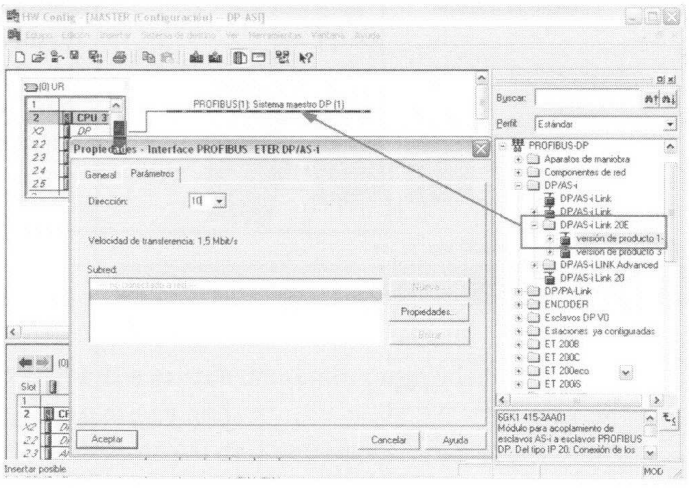


Figura 3.9.16

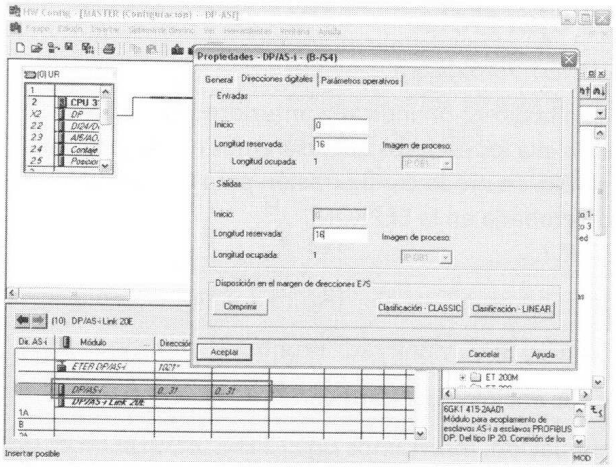


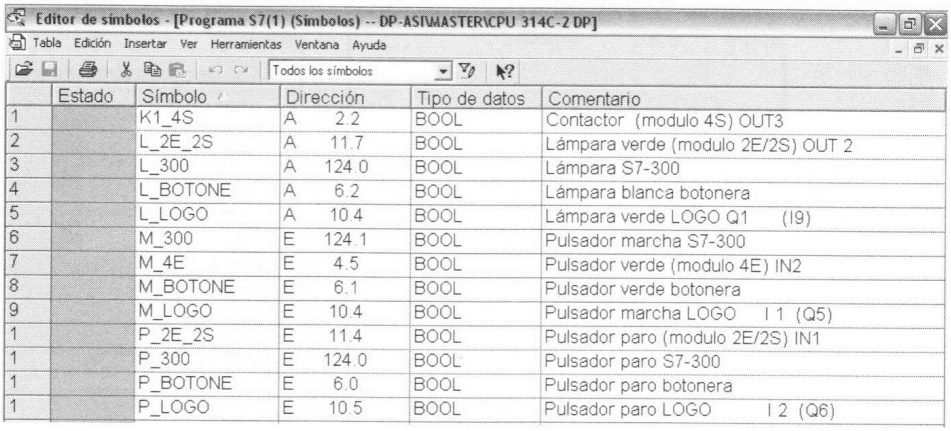
Figura 3.9.17

En nuestro caso, como trabajamos con esclavos estándar, sólo necesitaremos 16 bytes de entrada y 16 bytes de salida. Por defecto la pasarela reserva 32 bytes de entrada y 32 bytes de salida por si trabajaramos con esclavos extendidos tipo A/B.

Hacemos clic dos veces encima de la pasarela y se abre una ventana. Entonces, hemos de seleccionar la pestaña "Direcciones digitales". En "Inicio" dejamos el valor "0" y en "longitud" ponemos 16 y pulsamos "Aceptar".

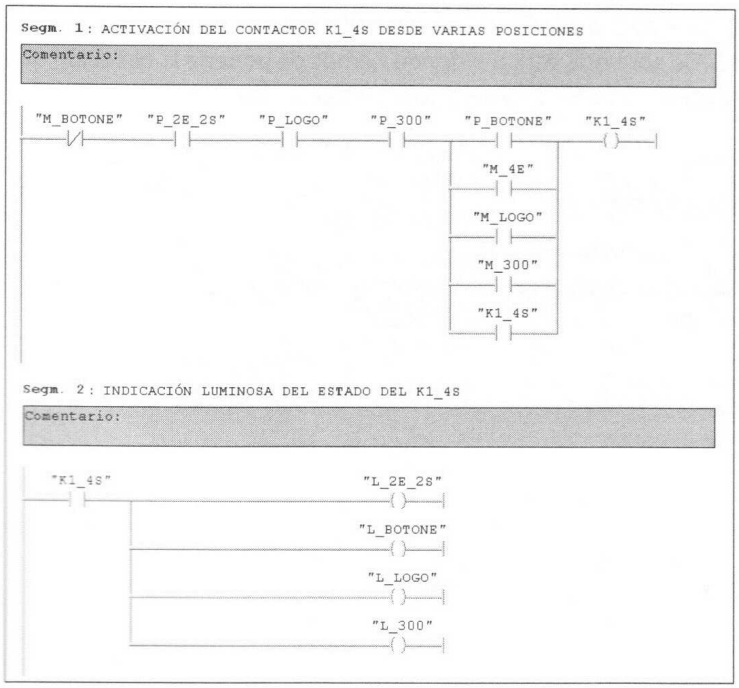
Por último, "compilamos y guardamos".

Vamos al Administrador Simatic y abrimos el "Editor de símbolos". Rellenamos la tabla poniendo los símbolos, las direcciones y los comentarios de la figura 3.9.18.



	Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de datos	Comentario
1		K1_4S	A 2.2	BOOL	Contactor (modulo 4S) OUT3
2		L_2E_2S	A 11.7	BOOL	Lámpara verde (modulo 2E/2S) OUT 2
3		L_300	A 124.0	BOOL	Lámpara S7-300
4		L_BOTONE	A 6.2	BOOL	Lámpara blanca botonera
5		L_LOGO	A 10.4	BOOL	Lámpara verde LOGO Q1 (I9)
6		M_300	E 124.1	BOOL	Pulsador marcha S7-300
7		M_4E	E 4.5	BOOL	Pulsador verde (modulo 4E) IN2
8		M_BOTONE	E 6.1	BOOL	Pulsador verde botonera
9		M_LOGO	E 10.4	BOOL	Pulsador marcha LOGO I 1 (Q5)
1		P_2E_2S	E 11.4	BOOL	Pulsador paro (modulo 2E/2S) IN1
1		P_300	E 124.0	BOOL	Pulsador paro S7-300
1		P_BOTONE	E 6.0	BOOL	Pulsador paro botonera
1		P_LOGO	E 10.5	BOOL	Pulsador paro LOGO I 2 (Q6)

Figura 3.9.18
Tabla de símbolos.

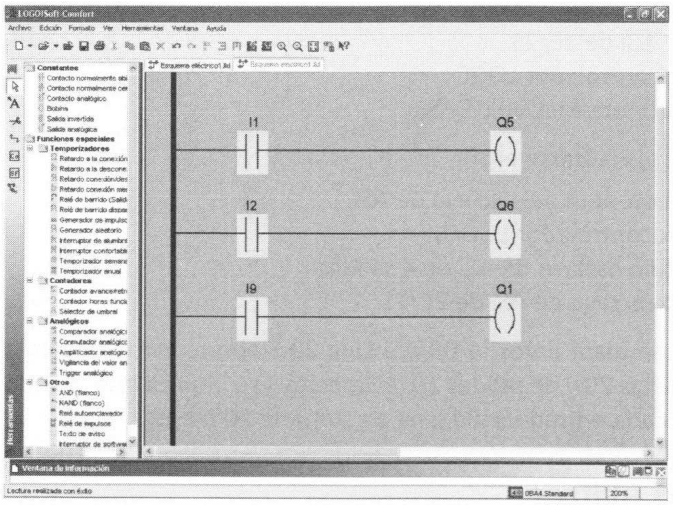


Abrimos el editor de KOP y realizamos el programa.

Observar que el paro de la botonera ASi lo ponemos negado. Eso simplemente es porque físicamente en reposo ese elemento da un 0. Los demás paros son fisicamente cerrados en reposo y, por lo tanto, se han de programar con contactos normalmente abiertos.

Figura 3.9.19
Edición del OB1.

Programación del LOGO



Abrimos el LOGO Soft Comfort y realizamos el programa que enviaremos al LOGO.

Debemos enviar el paro y marcha del LOGO (I1 y el I2) a la zona de salida de la comunicación del LOGO en ASi (salidas Q5 y Q6), que a su vez irán al registro de entradas del master.

Del mismo modo, cuando desde el master queramos que se active la lámpara Q1 del LOGO, debemos coger el valor que llegará a la zona de entrada de comunicación del LOGO (I9).

Figura 3.9.20

3.9.4 Ejercicio propuesto

3.9.4.1 Objetivo

Mediante una interfaz DP/ASi Link 20E queremos comunicar una red ASi con una red Profibus.

Queremos poder poner en marcha y parar un contactor que está conectado a la salida OUT2 del módulo de 4 salidas desde el S7-300 y será señalizado su funcionamiento en diferentes lámparas.

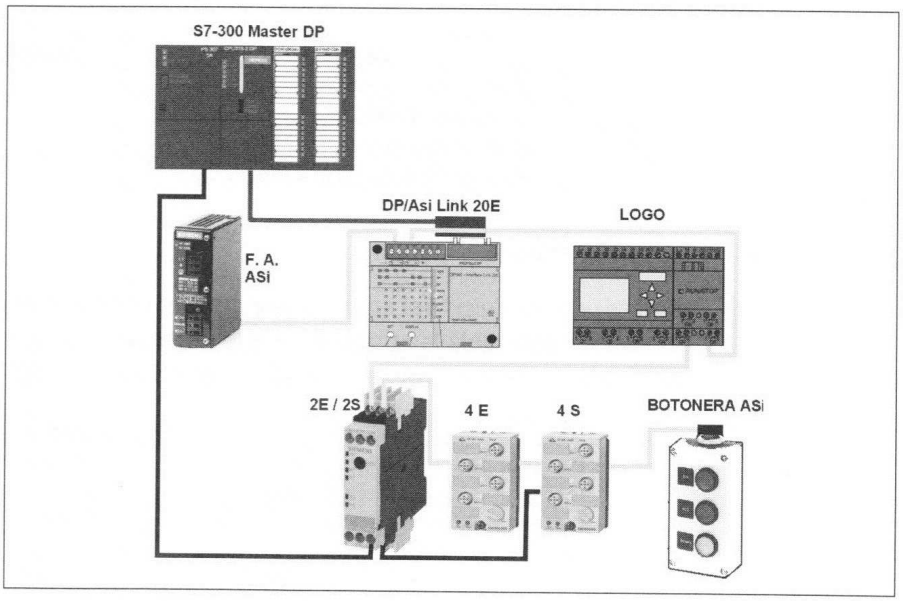


Figura 3.9.21

Para ponerlo en marcha existen diferentes posibilidades, desde:

- Una entrada del PLC S7-300.
- Un modulo esclavo de ASi de 4 entradas.
- Relé programable LOGO.
- Pulsador verde de la botonera esclavo de ASi.

Para detener su funcionamiento, se tienen las siguientes opciones:

- Entrada del PLC S7-300.
- Un modulo esclavo de ASi de 2E/2S.
- Una entrada del microcontrolador LOGO.
- Pulsador rojo de la botonera esclavo de ASi.

El funcionamiento deberá visualizarse en:

- El piloto blanco de la botonera del esclavo de ASi.
- En una salida del microcontrolador LOGO.
- En una salida del modulo esclavo de ASi de 4 salidas.
- Una salida del modulo esclavo de ASi de 2E/2S.

La zona con la que intercambiará datos la DP/ASi Link 20 E con el maestro será a partir del registro de entradas 20 y de salidas 20 del master. Eso implica que cuando sepa el número de bit de cada entrada/salida, he de sumarle 20 bytes.

3.9.4.2 Equipos a utilizar

Un CPU 314C-2 DP.
Un DP/ASi Link 20 E.
Un módulo ASi de 4 entradas.
Un módulo ASi con 4 salidas.
Un módulo ASi Slim Line de 2 entradas y 2 salidas.
Una botonera ASi de 2 pulsadores (NA) y una lámpara.
Un LOGO con interfaz de comunicación a ASi.
Un cable de Profibus con dos conectores.
Un cable de comunicación MPI.
Un cable de programación para LOGO.

La numeración que pondremos a los esclavos de la red ASi será la siguiente:

Elemento	Número de esclavo
Módulo de 4 entradas	3
Módulo de 4 salidas	7
Módulo de 2 entradas / 2 salidas	26
Módulo de pulsadores 2 ent. /2 sal.	15
Módulo LOGO	18

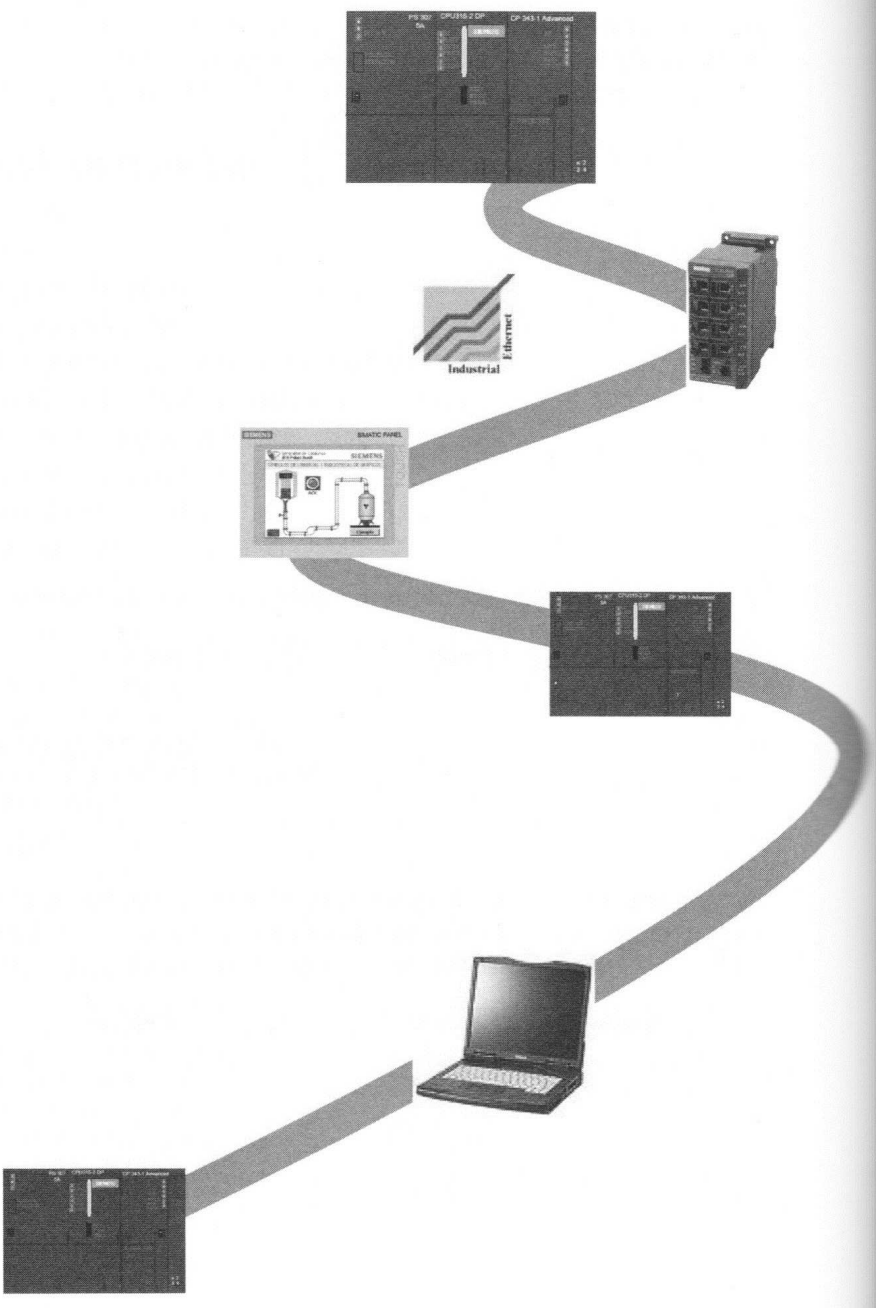
Tabla 3.9.5

A partir de los datos del enunciado y de los números de esclavos de cada módulo, indicar en esta tabla la numeración que tendrá cada uno de los elementos y a continuación realizar el programa en el maestro y en el LOGO.

Elemento	Símbolo	Número E/S
Pulsador paro (módulo 2E/2S) IN2	P_2E_2S	
Pulsador verde (módulo 4E) IN1	M_4E	
Pulsador paro botonera ASi	P_BOTONE	
Pulsador verde botonera ASi	M_BOTONE	
Pulsador marcha LOGO I 1 (Q7)	M_LOGO	
Pulsador paro LOGO I 2 (Q8)	P_LOGO	
Lámpara blanca botonera ASi	L_BOTONE	
Lámpara verde (módulo 2E/2S) OUT2	L_2E_2S	
Lámpara verde (módulo 4S) OUT1	L_4S	
Lámpara verde LOGO Q1 (I11)	L_LOGO	
Contactor (módulo 4S) OUT2	K1_4S	
Pulsador paro S7-300	P_300	
Pulsador marcha S7-300	M_300	

Tabla 3.9.6

Unidad 4 Redes de comunicación industrial Ethernet



En este capítulo:

4.1 Introducción y características de Ethernet

4.2 Comunicación Ethernet. Entre dos PLC bajo protocolo TCP/IP

4.3 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC bajo protocolo TCP/IP

4.4 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC bajo protocolo ISO

4.5 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC en Multicast

4.1 Introducción y características de Ethernet

Industrial Ethernet para soluciones eficientes de automatización con Industrial Ethernet, el ámbito industrial, dispone de una potente red de área y célula según el estándar IEEE 802.3 (Ethernet) y 802.11 (Wireless LAN). Actualmente Ethernet es, con una proporción de más del 80%, el número uno en todo el mundo entre las redes LAN. Este sistema permite crear, con Industrial Ethernet, potentes redes de comunicación de gran extensión.

Las múltiples posibilidades de Intranet, Extranet e Internet que ya están disponibles actualmente en el ámbito de la oficina también se pueden aprovechar en la automatización manufacturera y de procesos.

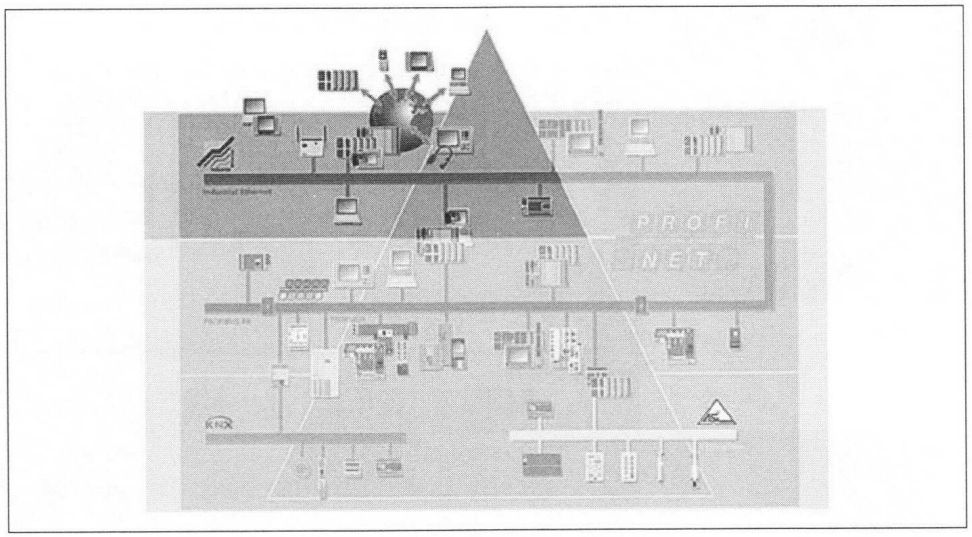


Figura 4.1.1
Situación de la red Ethernet en la pirámide de comunicaciones.

La tecnología Ethernet, con gran éxito desde hace muchos años, en combinación con *switching*, *full duplex* y *autosensing*, ofrece al usuario la posibilidad de adaptar el rendimiento necesario en su red de forma precisa a sus exigencias. La velocidad de transmisión de datos se puede elegir según las necesidades, porque la compatibilidad sin lagunas permite la introducción escalonada de la nueva tecnología. Ethernet posee características importantes que pueden aportar ventajas esenciales:

- Puesta en marcha rápida gracias a un sistema de conexionado extremadamente simple.
- Alta disponibilidad; las instalaciones existentes se pueden ampliar sin efectos negativos.
- Rendimiento de comunicación prácticamente ilimitado; si se necesita, se puede escalar el rendimiento aplicando tecnología de conmutación y elevadas velocidades de transferencia de datos.
- Interconexión de las áreas más diversas, como oficina y fabricación.
- Comunicación a escala corporativa gracias a la posibilidad de acoplamiento por WAN (Wide Area Network) como RDSI o Internet.
- Seguridad para las inversiones gracias a desarrollos y perfeccionamientos compatibles.
- Reserva de ancho de banda en LAN inalámbrica industrial (IWLAN).

SIMATIC NET apuesta por esta tecnología probada. Siemens ha suministrado en el mundo entero más de 500.000 conexiones en entornos industriales adversos y con grandes interferencias electromagnéticas.

SIMATIC NET ofrece para el entorno industrial tecnología Ethernet con complementos esenciales:

- Componentes de red para el uso en el ámbito industrial.
- Conectorización rápida a pie de máquina mediante el sistema de cableado FastConnect con conectores RJ45.
- Redes a prueba de fallos gracias a redundancia rápida.
- Vigilancia permanente de los componentes de red por esquema de señalización sencillo y eficaz.
- Componentes de red con futuro con la nueva gama de switches Industrial Ethernet SCALANCE X, p.ej. Gigabit.
- Todos los productos de la nueva generación disponen de la característica Basis-Feature-Set "Designed for Industry".

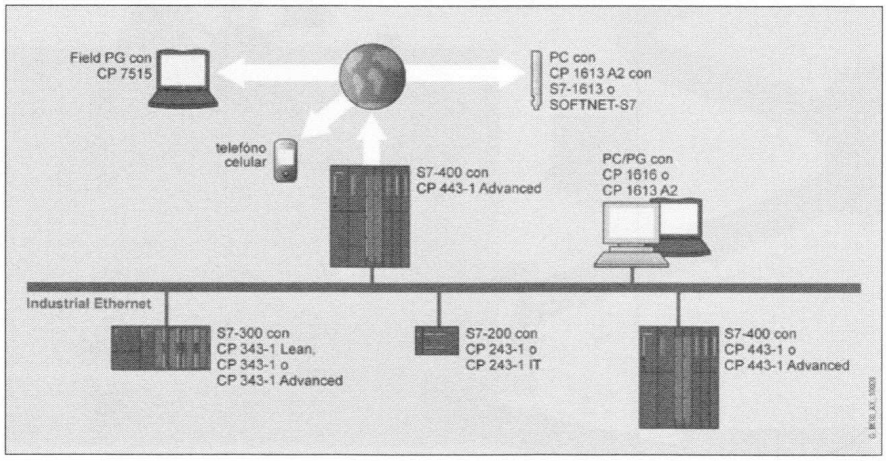


Figura 4.1.2
Posibilidades de comunicación en Ethernet.

4.1.1 Componentes de red pasivos para industrial Ethernet

El cableado estructurado según ISO IEC 11.801/EN 50.173 describe un tipo de cableado, que es independiente de la aplicación, pensado para complejos de edificios y aplicaciones de tecnologías de la información.Con el sistema de cableado rápido FastConnect (FC) para Industrial Ethernet de SIMATIC NET, el cableado estructurado del ámbito de oficina adquiere aptitud industrial para su uso en naves de fábricas.Los cables FastConnect se pueden conectar in situ de forma especialmente rápida y sencilla, lo que permite utilizar la técnica de cableado RJ45 como estándar actual para modelos aptos para la industria.

4.1.1.1 Cables

Los cables de bus están preparados para poder realizar una fácil instalación. Estos cables FC Industrial Ethernet con estructura especial para conectar de forma rápida (certificación UL y CAT5 PLUS, conformidad PROFINET) están disponibles como FC Standard, FC Flexible, FC Trailing y FC Marine Cable.

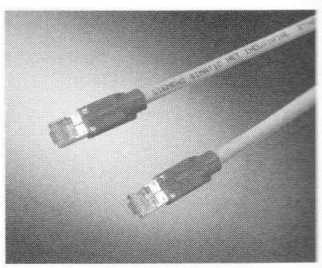


Figura 4.1.3
Cables Ethernet.

4.1.1.2 Herramienta pelacables

Tal como pasaba en Profibus, también existe para los cables de las redes Ethernet una herramienta que permite realizar un fácil pelado de ellos. La herramienta FC Stripping permite recortar la cubierta exterior y la malla de pantalla a la medida exacta en una sola operación, lo que nos permite realizar un pelado de cables rápido, sencillo y preciso.

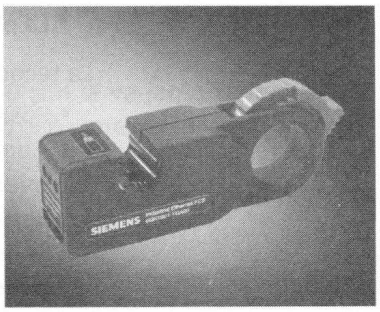


Figura 4.1.4
Pelacables.

4.1.1.3 Conectores

Los conectores que se utilizan a nivel de campo (plug FC RJ45) están protegidos contra perturbaciones gracias a su robusta carcasa de metal.

En los productos FastConnect, la conexión de los cables preparados se realiza por desplazamiento del aislamiento.

Como los conectores carecen de piezas que se puedan perder, su montaje es también posible bajo condiciones difíciles.

Gracias a la codificación por colores y a la tapa de contactos transparente, podemos identificar de forma fácil y realizar con seguridad las conexiones en el conector.

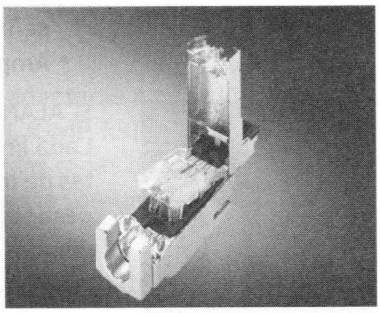


Figura 4.1.5
Conector.

El conector FastConnect RJ45 es inmune a perturbaciones gracias a su robusta carcasa de metal, y supone la solución ideal para montar en campo conectores RJ45 en cables de par trenzado de cuatro hilos FastConnect. Su instalación es rápida y libre de errores gracias al sistema FastConnect.

El diseño compacto y robusto de los conectores permite utilizar el FC RJ45 en entornos industriales y en equipos del mundo de la ofimática.

La carcasa de metal protege la transmisión de datos de manera óptima contra las perturbaciones.

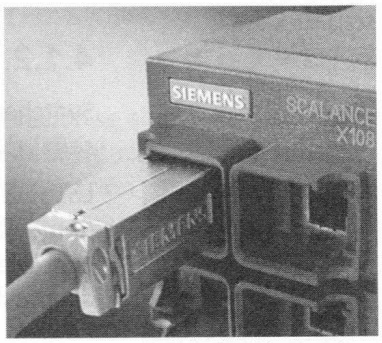


Figura 4.1.6
Carcasa compacta.

4.1.2 Componentes de red activos para Industrial Ethernet. Switchs

4.1.2.1 Introducción

El switch Industrial Ethernet tiene las funciones siguientes:

- Según el número de puertos disponibles, los switches pueden conectar simultáneamente de forma temporal y dinámica varios pares de subredes o estaciones; cada conexión dispone de todo el caudal de datos.
- Mediante filtrado del tráfico de datos en base a la dirección Ethernet (MAC) de los equipos terminales, el tráfico de datos local permanece a dicho nivel; el switch sólo retransmite los datos a estaciones de otra subred.

- Puede ampliar el número de equipos terminales conectables en comparación con una red Ethernet clásica.
- La propagación de errores a la subred afectada está limitada.

La tecnología de conmutación ofrece ventajas decisivas:

- Posibilidad de crear redes parciales y segmentos de red.
- Aumento del volumen de transmisión de datos y, en consecuencia, del rendimiento de la red por estructuración del intercambio de datos.
- Reglas sencillas para la configuración de redes.
- Topologías de red con 50 switches y una extensión total de hasta 150 km se pueden realizar sin problemas y sin necesidad de tener en cuenta tiempos de propagación de señales.
- Ampliación ilimitada de la extensión de la red mediante la conexión de distintos dominios de colisión/redes parciales.
- A partir de 150 km se tienen que considerar los tiempos de propagación de señales.
- Ampliación sencilla y sin repercusiones de redes existentes.

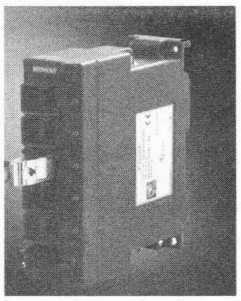


Figura 4.1.7
Scalance X-005.

SCALANCE X es la nueva familia de switches Industrial Ethernet de SIMATIC NET. Cada línea de producto supone una categoría aparte. Los switches son componentes de red activos que distribuyen de forma controlada datos a los correspondientes destinatarios. La gama SCALANCE X se compone de cuatro líneas de productos coordinadas entre sí y adaptadas a la correspondiente tarea de automatización.

4.1.2.2 SCALANCE X-005 Entry Level

Switch no gestionado con cinco puertos RJ45 y diagnóstico en el equipo para aplicar en islas de máquinas o instalaciones.

4.1.2.3 SCALANCE X-100 no gestionado

Switches con puertos eléctricos y/u ópticos, alimentación redundante y contacto de señalización para uso en aplicaciones a pie de máquina.

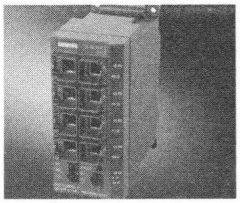


Figura 4.1.8
Scalance X-100.

Los switchs de la línea de productos SCALANCE X-100 poseen alimentación redundante (DC). Un contacto de señalización (NA) permite notificar anomalías a un controlador (p.ej. PLC SIMATIC). Los indicadores LED permiten realizar un rápido diagnóstico in situ de la alimentación, del estado de los puertos y del tráfico de datos.

4.1.2.4 SCALANCE X-200 gestionado

Es de uso universal, desde aplicaciones a pie de máquina hasta secciones de instalación interconectadas. La configuración y el diagnóstico remoto están integrados en la herramienta de ingeniería STEP 7. De este modo, aumenta la disponibilidad de la instalación. Los equipos ofrecen alto grado de protección, lo que permite instalarlos sin necesidad de armario eléctrico.

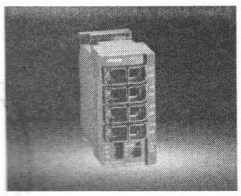


Figura 4.1.9
Scalance X-200.

Gracias a un sistema de diagnóstico del cable de cobre, es posible detectar rápidamente a través del navegador web cortes en el cable y mostrar el punto de interrupción de manera exacta.

Los SCALANCE X-200 permiten supervisar permanentemente los componentes de red a través de contactos de señalización, navegador web, diagnósticos PROFINET o sistema de gestión de redes SNMP.

Sus ventajas: Los problemas pueden ser detectados y solucionados rápidamente tanto por el administrador de redes como por el sistema de automatización.

4.1.2.5 SCALANCE X-300 Managed Plus

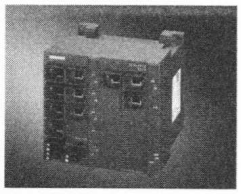


Figura 4.1.10
Scalance X-300.

Su campo principal de aplicación son las redes de planta de alto rendimiento enlazadas con la red corporativa.

Gracias a su diseño compacto, los SCALANCE X-300 son la variante rentable para aplicaciones en redes de planta de alto rendimiento con conexión a la red corporativa; están concebidos para su instalación dentro de armarios eléctricos. El soporte de numerosos estándares de TI y Gigabit Ethernet permite la integración perfecta de redes de automatización en redes de oficina ya existentes.

Los switches SCALANCE X-300 se usan para construir potentes redes Gigabit Ethernet con topología en anillo. El gestor integrado de redundancia (RM) supervisa continuamente el funcionamiento de la red.

4.1.2.6 SCALANCE X-400 modular

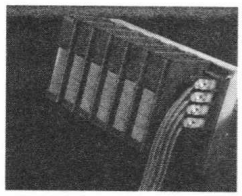


Figura 4.1.11
Scalance X-400.

Para el uso en redes de planta de alto rendimiento.

Gracias a su diseño modular, los switches pueden adaptarse a cualquier tarea. La compatibilidad con los estándares de TI (p. ej., VLAN, IGMP, RSTP) permite una integración perfecta de las redes de automatización en las redes de oficina existentes. Las funciones de routing en el nivel Layer 3 permiten la comunicación entre distintas subredes IP.

Trabaja con velocidades de transferencia del orden de gigabits y tiene un alto número de puertos. La estructura modular permite adaptar los switches a la tarea concreta de forma exacta. Debido al soporte de los estándares de tecnologías de la información es posible una integración sin problemas de redes de automatización en redes ofimáticas ya existentes.

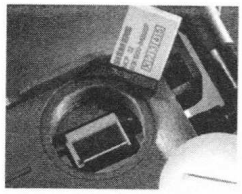


Figura 4.1.12
C-PLUG.

4.1.2.7 C-PLUG

A partir de los SCALANCE X-200, los datos de configuración se almacenan automáticamente en el Configuration Plug (C-PLUG). En caso de sustitución de un dispositivo defectuoso, únicamente bastará con descargar la información del C-PLUG. El componente sustituido funciona con la misma configuración que el dispositivo original, lo que evita tener que volver a configurarlo.

4.1.2.8 SCALANCE S

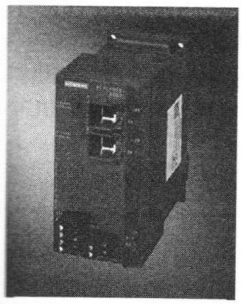


Figura 4.1.13
Scalance S.

Las modernas soluciones de automatización se basan en la comunicación y la creciente interconexión de las distintas islas de fabricación.

La integración de todos los componentes de fabricación con conexión a la red de oficina o la Intranet de la empresa adquiere cada vez mayor importancia, al igual que las posibilidades de acceso remoto para fines de servicio técnico, el creciente uso de mecanismos informáticos como servidores web y correo electrónico en PLC, así como el uso de redes inalámbricas. En consecuencia, la comunicación industrial está ligada cada vez más con el mundo informático y se ve expuesta a los mismos riesgos que se conocen del entorno de oficina e informático, p.ej. hackers, virus, gusanos o troyanos.

Los conceptos de seguridad existentes están adaptados al mundo de la oficina y exigen un mantenimiento constante y conocimientos especiales a nivel de expertos.

Con su concepto de seguridad, Siemens ofrece una solución especialmente concebida para la automatización industrial y que cumple los requisitos de este entorno de aplicación. Es de diseño robusto, apto para el entorno industrial.

Las ventajas del concepto de seguridad industrial:

- Protección contra espionaje y manipulación de datos.
- Protección contra sobrecarga del sistema de comunicación.
- Protección contra influencias mutuas.
- Protección contra direccionamientos erróneos.
- Acceso remoto seguro a través de Internet.

Firewall para la protección de los PLC contra acceso indebido, independientemente del tamaño de la red a proteger.

Como alternativa o complemento, VPN (Virtual Private Network) para la autentificación segura de las estaciones de comunicación y cifrado de la transmisión de datos.

4.1.3 Componentes de red activos para Industrial Ethernet. Tarjetas de comunicación

4.1.3.1 Generalidades

CP con funciones estándar:

Existen tarjetas de comunicación Ethernet básicas para cada uno de los PLC Siemens: la CP 243-1 para SIMATIC S7-200, la CP 343-1 Lean y CP 343-1 para SIMATIC S7-300, y la CP 443-1 para SIMATIC S7-400.

Y cuyas principales características son:

- Están concebidas para poder trabajar en entornos industriales duros.
- Poseen el certificado para construcción naval, para el uso en buques y unidades de alta mar.
- Utilizables para el sistema de cableado SIMATIC NET FastConnect apto para la industria a través del puerto RJ45.
- Transmisión de datos rápida incluso con grandes volúmenes de datos (10/100 Mbits/s).

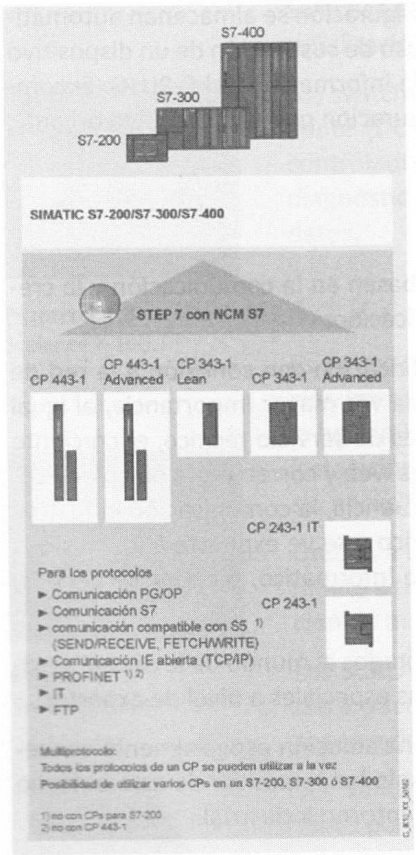


Figura 4.1.14
Diferentes CP.

CP con ampliaciones de funciones:

Son las tarjetas que tienen las funcionalidades estándar y, además, tienen funcionalidades de la tecnología de la información. Sus características son:

- CP 243-1 IT para SIMATIC S7-200 con funcionalidad TI.
- CP 343-1 Advanced para SIMATIC S7-300 con funcionalidad TI y utilizable como PROFINET IO Controller.
- CP 443-1 Advanced para SIMATIC S7-400 con funcionalidad TI y utilizable como PROFINET IO Controller. Además, la CP 443-1 Advanced dispone de un switch integrado de cuatro puertos para configurar redes locales pequeñas.

4.1.3.2 Módulos para el PLC S7-200. CP 243-1 y 243-1 IT

Con el procesador de comunicaciones CP 243-1 se puede acceder rápidamente a través de Ethernet a los datos de proceso S7-200 para su archivo o posprocesamiento. La asistencia en la configuración que ofrece STEP 7-Micro/WIN garantiza una puesta en marcha sencilla y cómodas posibilidades de diagnóstico.

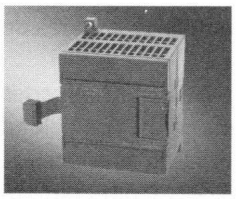


Figura 4.1.15
CP para el S7-200.

El CP 243-1 IT es el módulo (adaptador) de comunicaciones del SIMATIC S7-200 con funcionalidad TI para Industrial Ethernet. Como dispone de procesador propio, el CP 243-1 descarga a la CPU de tareas de comunicación y permite establecer conexiones adicionales.

El CP 243-1 IT puede alojar en su gran sistema de archivos la documentación de las máquinas o ayudas para el usuario, además de páginas. Envío de correo electrónico, visualización sencilla con tecnología web y procesamiento de datos (FTP). El sistema de archivos FTP también se puede administrar a través de la CPU. El sistema FTP se utiliza como memoria de gran capacidad, para el acoplamiento de ordenadores que trascienden el límite del sistema y para el almacenamiento de páginas HTML y Java.

4.1.3.3 Módulos para el S7-300

La construcción de estos módulos responde a los componentes previstos para el sistema de automatización S7-300/C7-300 con las siguientes características:

- Módulos compactos (de ancho doble) para montaje fácil sobre el riel de perfil S7.
- Utilizable en bastidor central o de extensión.
- Elementos de mando e indicadores localizados exclusivamente en la placa frontal.
- Funcionamiento sin ventilación.
- Enlace de bus directo por el panel posterior de los módulos a través del conector de bus.
- Los de forma constructiva ancha: tienen un conector RJ-45 de 8 polos para conexión del CP a Twisted Pair Ethernet y los de forma constructiva estrecha: tienen 2 conectores RJ-45 de 8 polos como 2-Port-Switch para conexión del CP a Twisted Pair Ethernet
- La configuración del CP es posible a través de MPI o LAN/Industrial Ethernet. Se requiere STEP 7 en la versión autorizada para el tipo de equipo.
- Se pueden insertar en los slots del 4 al 11.
- El número de CP operables en cada CPU no están limitadas.

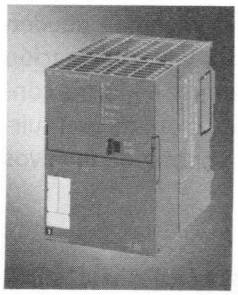


Figura 4.1.16
CP para el S7-300.

Para comunicar el S7-300 en Ethernet tenemos tres módulos, el CP 343-1 estándar, el CP 343-1 Lean y el 343-1 Advanced.

- El CP 343-1 ofrece gran robustez frente a los ataques desde la red. Eso hace innecesarias actualizaciones permanentes en aras de la seguridad. Una lista de IP protege del acceso por parte de PCs no autorizados.
- El CP 343-1 Lean es de aplicación flexible. Su formato de ancho simple ahorra espacio, permitiendo alojar otros módulos de función. El nuevo CP 343-1 Lean (CX10) lleva integrado un switch de 2 puertos (ERTEC 200), con lo que dispone de funcionalidad de PROFINET IO-Device. Permite la conexión, vía estos 2 puertos, del S7-300 a Industrial Ethernet y PROFINET IO.
- El CP 343-1 Advanced ofrece una comunicación eficiente con S5, S7, con servidores OPC o con la PG, similar a lo que ocurre con el CP 343-1. La comunicación puede configurarse también a través de TCP, lo que permite la conexión de diversos sistemas. Posibilidad de transmitir por e-mail información importante sobre datos de producción. Por ejemplo, el departamento de control de la calidad puede someter a análisis datos de máquinas actualizados, todo ello en sitios web. Con el protocolo FTP el controlador puede importar a través del CP directamente datos de un mainframe o recoger archivos de PC para ejecutar una petición.

4.1.3.4 Módulos para el S7-400

Para comunicar el S7-400 en Ethernet tenemos dos módulos, el CP 443-1 estándar y el 443-1 Advanced.

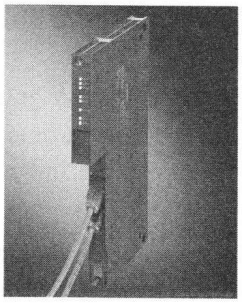


Figura 4.1.17
CP para el S7-400.

- El CP 443-1 Advanced permite conectar el SIMATIC S7-400 a Industrial Ethernet. Realiza la integración directa del S7-400 en instalaciones complejas a través de Industrial Ethernet a 100 Mbits/s.
- El switch integrado de 4 puertos con conectores RJ45 permite construir redes locales pequeñas, p.ej. en el interior de una máquina o de una celda. Posibilidad de transmitir por e-mail información importante sobre datos de producción. Con el protocolo FTP el controlador puede importar a través del CP directamente datos de un mainframe o recoger archivos de PC para ejecutar una petición. El módulo se sustituye rápidamente sin necesidad de usar herramientas de configuración porque los datos de los parámetros de comunicación se encuentran en la CPU

Todos los CP tienen la funcionalidad de diagnóstico por web (implementada en la V2.0 o superior), el CP le permite consultar, desde un cliente HTTP en una programadora/PC, los ajustes más importantes de una estación conectada así como los estados de su conexión de red e interlocutores. También se puede consultar las entradas de buffer de diagnóstico de los módulos del rack en el que está enchufado el CP.

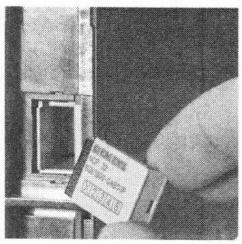


Figura 4.1.18
Modulo C-PLUG.

La funcionalidad de diagnóstico por web sólo permite acceder en lectura a los datos de las estaciones en red.

En el CP 343-1 Advanced y en la CP443-1 Advanced, el servicio de mantenimiento permanece óptimamente informado por e-mail sobre fallos y perturbaciones con independencia del lugar. El diagnóstico remoto se lleva a cabo en sitios web integrados que señalizan el estado del controlador. Los fallos de la máquina pueden diagnosticarse online con un navegador Internet mediante sitios web de creación propia. Hasta la documentación de una máquina puede estructurarse de forma conveniente vía HTML y archivarse en el servidor web del CP. El módulo puede sustituirse sin necesidad de herramientas de configuración porque el sistema de archivos del servidor web se encuentra en el C-Plug enchufable.

4.1.4 Funciones de comunicación/servicios

La comunicación de datos sirve para el intercambio de datos entre PLCs o entre un PLC (controlador y equipos de campo) y otras estaciones inteligentes (PC, ordenador, etc.). Para este fin se dispone de las siguientes funciones de comunicación:

4.1.4.1 PROFINET

Basado en Industrial Ethernet, PROFINET permite la comunicación directa de equipos de campo con controladores, así como la solución de aplicaciones isócronas de control de movimiento. Además, PROFINET permite la automatización distribuida con ayuda de la tecnología de componentes.

4.1.4.2 Comunicación PG/OP

Son las funciones de comunicación integradas a través de las cuales los PLCs SIMATIC pueden desarrollar la comunicación de datos con equipos HMI (p. ej. TD/OP) y PGs SIMATIC (STEP 7, STEP 5). La comunicación PG/OP es soportada por MPI, PROFIBUS e Industrial Ethernet.

4.1.4.3 Comunicación S7

La comunicación S7 es la función de comunicación integrada (SFB) optimizada en SIMATIC S7/C7. Permite también la conexión de PCs y estaciones de trabajo. El volumen de datos útiles por petición es de hasta 64 kbytes. La comunicación S7 ofrece unos servicios de comunicación sencillos y potentes, además de poner a disposición una interfaz de software independiente de la red para todas las redes.

4.1.4.4 Comunicación abierta compatible con Industrial Ethernet y S5 (SEND/RECEIVE)

La comunicación abierta compatible con IE y S5 (SEND/RECEIVE) permite la comunicación de SIMATIC S7/C7 con sistemas existentes, sobre todo con SIMATIC S5, pero también con PCs a través de Profibus e Industrial Ethernet. A través de Industrial Ethernet se ofrecen además FETCH y WRITE para que el software creado para SIMATIC S5 (PLCs, sistemas HMI) se pueda seguir utilizando sin cambios con SIMATIC S7.

4.1.4.5 Comunicación estándar

Se trata de protocolos normalizados y estandarizados para la comunicación de datos.

4.1.4.6 IP (Internet Protocol)

Para la transferencia de datos a través de diferentes redes se ofrece, si se aplican los CPs correspondientes tales como, por ejemplo, el CP 443-1 TCP:

Enlace ISO-on-TCP:

- ISO-on-TCP está previsto para transferir datos de forma segura a través de diferentes redes.
- El servicio ISO-on-TCP cumple la norma TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) con la extensión RFC 1006 de acuerdo al nivel 4 del modelo de referencia ISO (ver /18/).
- La seguridad de la transferencia es muy alta gracias a mecanismos de repetición automática y de verificación adicionales. El interlocutor tiene que confirmar la recepción de los datos; al emisor la señalización es en el interface SEND/RECEIVE.

Enlace TCP:

- Con el interface SEND/RECEIVE, el CP Ethernet soporta a través de enlaces TCP el interface base (p. ej. Winsock.dll) para TCP/IP existente en prácticamente todos los equipos terminales (PC o sistema tercero).TCP está previsto para la transferencia protegida de datos entre redes.
- El servicio TCP responde al estándar TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol; ver /18/).

Enlace UDP:

- Los enlaces UDP están previstos para transferir datos a través de varias redes utilizando un mecanismo simple que no exige acuse.
- A través de enlaces UDP se pueden enviar también telegramas Broadcast y Multicast, si el enlace se ha configurado correspondientemente.
- Para evitar situaciones de sobrecarga debida a un exceso de carga Broadcast, el CP no permite la recepción de UDP-Broadcast. Si utiliza como alternativa la función Multicast a través de enlace UDP, tiene con esto la posibilidad de dar de alta directamente el CP como estación en un grupo Multicast.

4.1.4.7 Funcionalidades de los módulos CP

En la tabla inferior, se pueden observar las diferentes funcionalidades de comunicación de los módulos CP para los sistemas S7-200, S7-300 y para el S7-400.

	Hardware	Protocolo de transporte			Com. PG/OP	Comunicación S7						PROFINET		Comunicación compatible S5		Diagnóstico/ Web	IT[3]	FTP	Hora		
		ISO	TCP	UDP		PutGet Client	PutGet Server	BSEND BRECV	USEND URECV	Comunicación H	IO Device	Controller IO	CBA	SEND/RECEIVE	Fetch/Write				Recibir	enviar	con NTP
SIMATIC S7-200	CP 243-1	–	■	–	■	■	■	–	–	–	–	–	–	–	–	■	–	–	–	–	–
	CP 243-1 IT	–	■	–	■	■	■	–	–	–	–	–	–	–	–	■	■	■	–	–	–
SIMATIC S7-300/C7	CP 343-1 Lean	–	■	■	■	–	■	–	–	–	■	–	–	■	■[3]	■	–	–	■	■	■
	CP 343-1 también SINUMERIK 840D	■	■	■	■	■	■	■	■	–	■[4]	■[4]	–	■	■[3]	■	–	–	■	■	■
	CP 343-1 Advanced también SINUMERIK 840D	■	■	■	■	■	■	■	■	–	–	■	■	■	■[3]	■	■	■	■	■	■
SIMATIC S7-400	CP 443-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■[1]	–	■	–	■	■	■	–	–	■	■	■
	CP 443-1 Advanced	■	■	■	■	■	■	■	■	■[1]	–	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

1) Sólo protocolo ISO
2) Correo electrónico Cliente y páginas web propias
3) Sin función de cliente
4) o IO/Device o Controller IO

■ idóneo

Figura 4.1.19
Posibilidades de comunicación entre los diferentes protocolos y las CP.

4.1.5 Funciones AG_SEND (FC5) y AG_RECV (FC6)

4.1.5.1 Descripción de la comunicación con la CP (FC5 - AG_SEND)

Los datos, nos llegan vía Ethernet de una CP que enlaza con la CP de nuestro equipo.

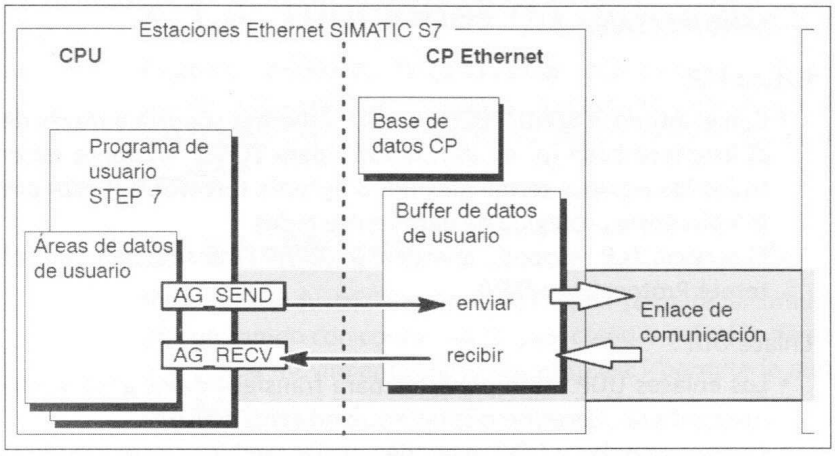


Figura 4.1.20
Comunicación entre CPU y CP.

Los datos están en el buffer de la CPU, tanto los de entrada como lo de salida.

Cuando recibo datos de algún equipo, puedo enviar lozs datos que han llegado al buffer de nuestra CP a nuestra CPU mediante la función AG_RECV.

Cuando quiero enviar datos a algún equipo, puedo enviar los datos de mi CPU al buffer de nuestra CP mediante la función AG_SEND.

AG_SEND transfiere datos al CP Ethernet para su comunicación a través de un enlace configurado.

El área de datos indicada puede ser un área de entradas, de marcas o bien un área de bloques de datos.

Si ha sido posible enviar a través de Ethernet todo el área de datos de usuario, esto se señaliza para notificar la ejecución correcta.

4.1.5.1.1 Descripción de los parámetros

Parámetro	Declaración	Tipo	Valores posibles	Observación
ACT	INPUT	BOOL	0,1	En caso de llamada de FC con ACT = 1, se envían bytes LEN del área de datos definida con el parámetro SEND. En caso de llamada de FC con ACT = 0, se actualizan las indicaciones de estado DONE, ERROR y STATUS.
ID	INPUT	INT	1 a 16 (S7-300) 1 a 64 (S7-400)	En el parámetro ID se define el número del enlace TCP realizado.
LADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo. Al configurar el CP con la herramienta de configuración STEP 7, se visualiza la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Introduzca aquí esta dirección.
SEND	INPUT	ANY		Indicar la dirección y la longitud. La dirección del área de datos puede señalar una de las siguientes áreas: - Área de marcas. - Área de bloques de datos.
LEN	INPUT	INT		Número de bytes que deben enviarse desde el área de datos con esa petición. Ese número estará comprendido entre 1 y el dato que tengamos en SEND. El área de datos está limitada a 8192 bytes.
DONE	OUTPUT	BOOL	0: Petición en curso. 1: Petición ejecutada.	El parámetro de estado indica si se han aceptado los nuevos datos. Mientras done = 0, no es posible lanzar ninguna otra petición. Al aceptar la petición, la CP pone DONE a 0.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Caso de error.	Se activará este bit cuando se haya producido un error.
STATUS	OUTPUT	WORD		Código de estado. Indica valor en hexadecimal indicando el error producido **(1).**

Tabla 4.1.1

(1): Si se desea conocer el significado de los códigos de error que salen en STATUS, desde la ayuda en STEP 7 se puede visualizar la lista completa. Cuando tenga la función dentro del OB1, se selecciona y se pulsa la tecla F1. Con eso, se nos abrirá una página de ayuda y, seleccionando "FC 5 AG_SEND / FC 50 AG_LSEND (Ind. Ethernet)", se abrirá una página donde buscaremos al final el enlace "Códigos de condición de los bloques AG_SEND y AG_LSEND (IE)" que nos llevará a la mencionada lista de códigos.

4.1.5.2 Descripción de la comunicación con la CP (FC6 - AG_RECV)

Este bloque FC6 tiene las siguientes funciones:

- El bloque FC AG_RECV recibe del CP los datos transferidos a través de un enlace configurado.
- El área de datos indicada para aceptar los mismos puede ser un área de salidas, marcas o un área de un bloque de datos.
- Se señala que la función ha sido ejecutada sin errores cuando se hayan podido recibir los datos del CP Ethernet.

4.1.5.2.1 Descripción de los parámetros

Parámetro	Declaración	Tipo	Valores posibles	Observación
ID	INPUT	INT	1 a 16 (S7-300) 1 a 64 (S7-400)	En el parámetro ID se define el número del enlace TCP realizado.
LADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo. Al configurar el CP con la herramienta de configuración STEP 7, se visualiza la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Introduzca aquí esta dirección.
RECV	INPUT	ANY		Indicar la dirección y la longitud. La dirección del área de datos puede señalar una de las siguientes áreas: - Área de marcas. - Área de bloques de datos.
NDR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Nuevos datos.	El parámetro de estado indica si se han aceptado los nuevos datos.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Caso de error.	Indica error.
STATUS	OUTPUT	WORD		Código de estado **(1)**.
LEN	OUTPUT	INT	1....8192	Se escribe en un registro el número de bytes que se reciben.

Tabla 4.1.2

(1): Si se desea conocer el significado de los códigos de error que salen en STATUS, desde la ayuda en SETEP 7 se puede visualizar la lista completa. Cuando tenga la función dentro del OB1, se selecciona y se pulsa la tecla F1. Con eso se nos abrirá una página de ayuda y, seleccionando "FC 6 AG_RECV / FC 60 AG_LRECV (Ind. Ethernet)", se abrirá una página donde buscaremos al final el enlace "Códigos de condición de los bloques AG_SEND y AG_LSEND (IE)" que nos llevará a la mencionada lista de códigos.

4.2 Comunicación en Ethernet. Entre dos PLC bajo protocolo TCP/IP

4.2.1 Ejercicio resuelto

4.2.1.1 Objetivos

Realizaremos la comunicación vía Ethernet TCP entre dos PLC. Los PLC no tienen integrada la conexión Ethernet. Para poder realizar la comunicación, pondremos en cada PLC una tarjeta de comunicaciones (CP). La tarjeta de comunicaciones será una CP343-1 Advanced.

En cada CPU deberemos programar una función AG_SEND para mandar al buffer de la CP los registros que queremos enviar al otro PLC.

Por otro lado, en cada CPU deberemos programar una función AG_RECV para recoger los registros que llegan de otro PLC, y que se almacenan en el buffer de su CP, y poderlos utilizar en el programa de esa CPU.

Se desea realizar un proyecto en el que se cumplan las siguientes condiciones:

- Cuando activemos la entrada E126.0 del Equipo 1, queremos enviar el valor de las entradas EB124 y EB125 del Equipo 1 a los bytes de salida AB124 y AB125 del Equipo 2.
- Cuando activemos la entrada E126.0 del Equipo 2, queremos enviar el valor de las entradas EB124 y EB125 del Equipo 2 a los bytes de salida AB124 y AB125 del Equipo 1.

Formas de realizar una conexión Ethernet:

Cada CP343-1 ADVANCED dispone de dos conexiones, que son X1 y X2. A su vez, la conexión X1 dispone de dos puertos, P1 y P2. Éstos tienen la función de switch, mientras que la conexión X2 tan sólo dispone de un puerto P1. Por tanto, se dispone de diferentes posibilidades, como son:

- Utilizando CP con dos conexiones, X1 y X2, estas CP hacen de switch, con lo cual los equipos se pueden conectar entre ellos mediante la conexión X2, ya sea en el puerto P1 o en el puerto P2. En ese caso, nos quedaría una topología de red en bus.
- Utilizando uno o varios switchs, los equipos, ya sean PLC o PC se van conectando al switch. Nos quedará una topología de red en estrella, tal como podemos ver en la figura 4.2.1. La conexión de los equipos al switch se realiza desde los puertos P1 o P2 de la conexión X2.

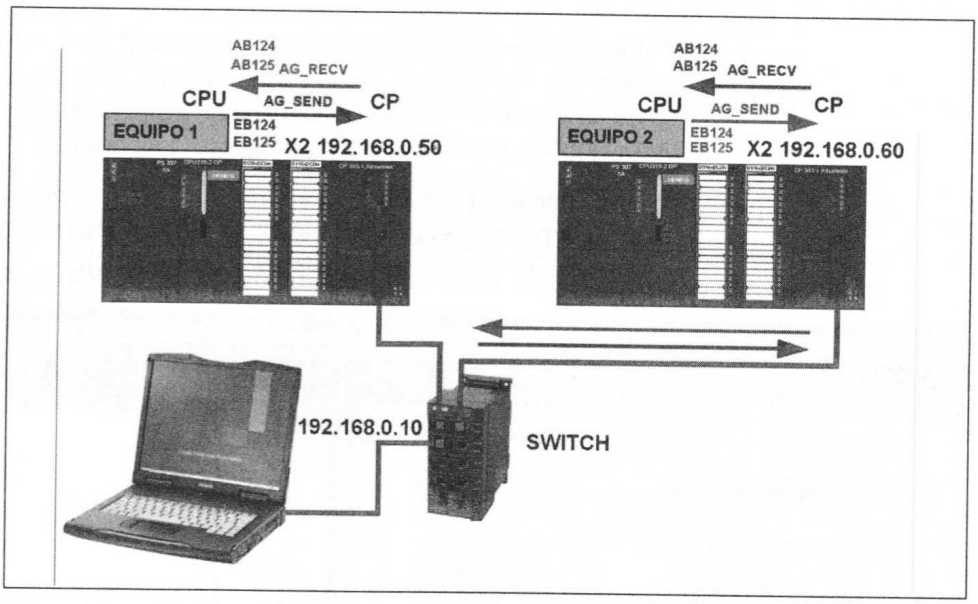


Figura 4.2.1
Red Ethernet de los equipos participantes en estrella.

La CPU del Equipo 1, mediante la función AG_SEND, enviará los bytes EB124 y EB125 al buffer de su CP. Del buffer de la CP del Equipo 1, mediante la conexión Ethernet, llegará al buffer de la CP del Equipo 2. Del buffer de la CP, mediante la función AG_RECV, llegarán a los bytes de salida AB124 y AB125 del Equipo 2 (indicado mediante las flechas azules).

La CPU del Equipo 2, mediante la función AG_SEND, enviará los bytes EB124 y EB125 al buffer de su CP. Del buffer de la CP del Equipo 2, mediante la conexión Ethernet, llegarán al buffer de la CP del Equipo 1. Del buffer de la CP mediante la función AG_RECV, llegarán a los bytes de salida AB124 y AB125 del Equipo 1 (indicado mediante las flechas rojas).

4.2.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos CPU 314C-2 DP.

Dos CP 343-1 Advanced.

Un Switch SCALANCE.

Tres cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un PC con tarjeta de red Ethernet.

4.2.1.3 Desarrollo del ejercicio

Procedemos a crear un proyecto nuevo. Para eso, vamos a "Archivo" y seleccionamos Nuevo. Le ponemos de nombre "ETH_4_2".

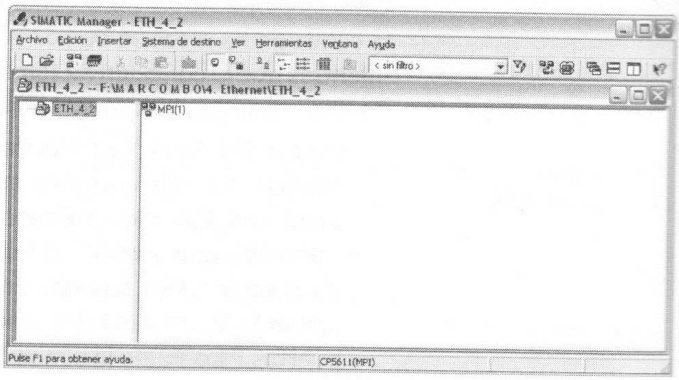


Figura 4.2.2

En nuestro proyecto hemos de tener dos equipos SIMATIC 300 y una red Industrial Ethernet. Para ello, hacemos clic con el botón izquierdo del ratón una vez encima del nombre ETH_4_2. A continuación, pulsamos el botón derecho del ratón y elegimos la opción "SIMATIC 300" del menú "Insertar nuevo objeto" (figura 4.2.3).

Le modificamos el nombre que aparece por defecto por el de "Equipo 1". A continuación, repetimos el proceso para insertar un nuevo equipo "SIMATIC 300", al que cambiamos el nombre por "Equipo 2" (figura 4.2.4).

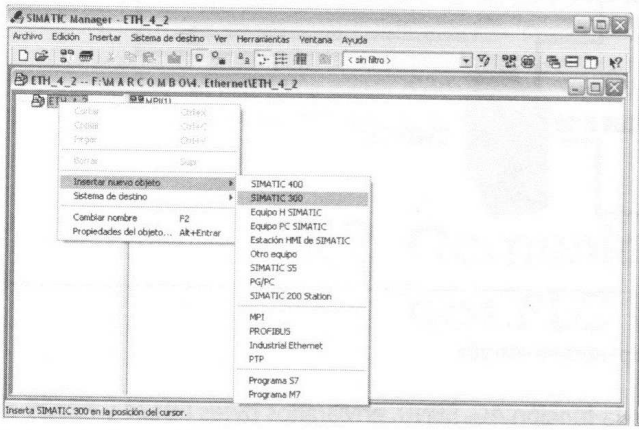


Figura 4.2.3

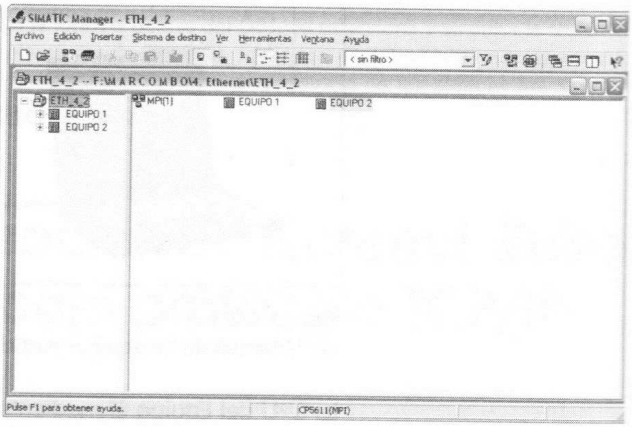


Figura 4.2.4

Ahora hemos de insertar una red Ethernet. Para ello, realizamos los mismos pasos que para la inserción de un SIMATIC 300, pero elegimos la opción "Industrial Ethernet" (figura 4.2.5). Obteniendo el resultado que observamos en la figura 4.2.6.

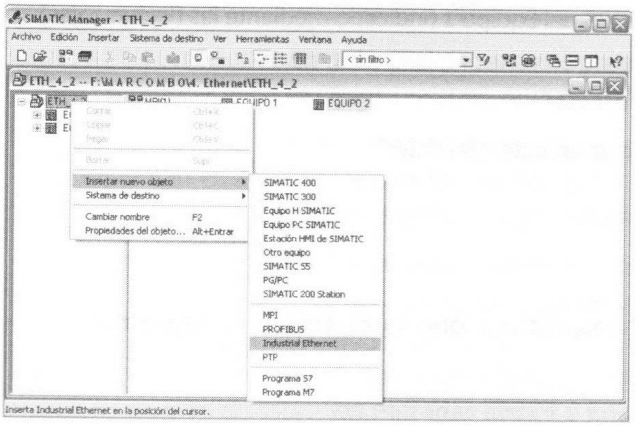


Figura 4.2.5

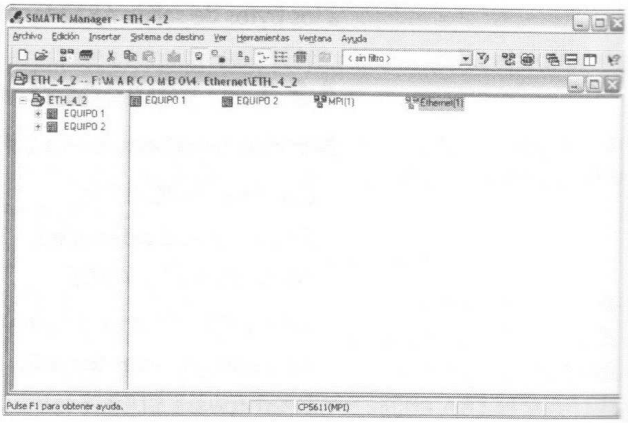


Figura 4.2.6

4.2.1.3.1 Configuración del hardware

Ahora realizaremos la configuración del hardware de los PLC. Para ello realizamos un clic sobre el "Equipo 1" aparece en la parte derecha de la ventana la opción "Hardware", sobre la que haremos un doble clic, abriéndose el editor de hardware "HW-Config" de STEP 7.

Realizamos la configuración del PLC llamado "Equipo 1". Para ello, dentro de "SIMATIC 300" buscamos en el "Bastidor 300" el "Perfil soporte" y lo arrastramos dentro de la zona de la derecha. A continuación, buscamos dentro de la carpeta "CPU 300" la CPU que tenemos en nuestro equipo, mirando además que corresponda con la referencia que viene marcada en ella y la arrastramos al slot 2 del bastidor. Al dejarla sobre el bastidor, saldrá una ventana. Hemos de pulsar "Aceptar".

Para finalizar la inserción de componentes, buscamos en la carpeta "CP300" nuestra tarjeta de comunicaciones que deberá coincidir en la referencia que encontramos en la tapa (6GK7 343-1GX30-0XE0 en nuestro caso) así como en la versión que se puede localizar debajo de esa misma tapa (en nuestro caso la V1.0) y la añadimos al bastidor en el slot 4 (figura 4.2.7).

Al dejarla sobre el bastidor, aparecerá una ventana en la que hemos de seleccionar "Ethernet" del apartado inferior llamado "Subred" y poner una dirección IP, por ejemplo la "192.168.0.50". A continuación, pulsamos "Aceptar". Con eso, la CP estará conectada a la red Ethernet que fue insertada en el proyecto al principio de su creación (figura 4.2.8).

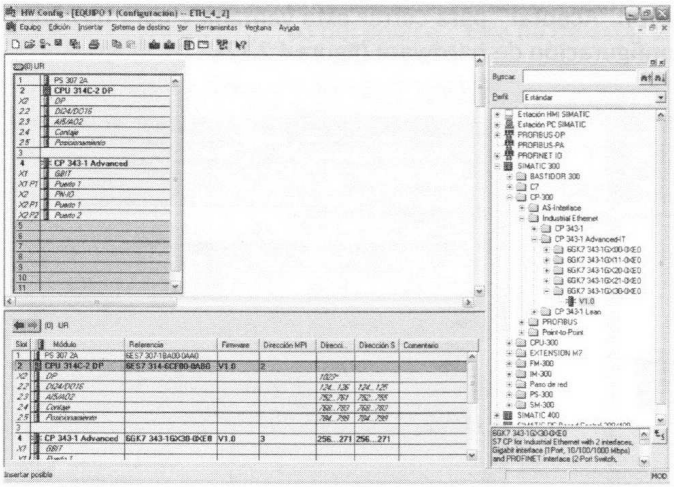


Figura 4.2.7

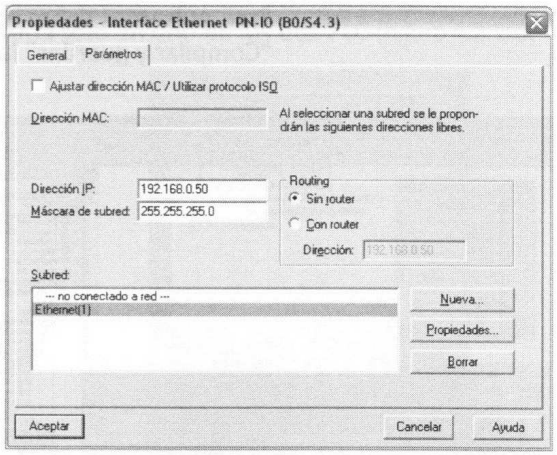


Figura 4.2.8

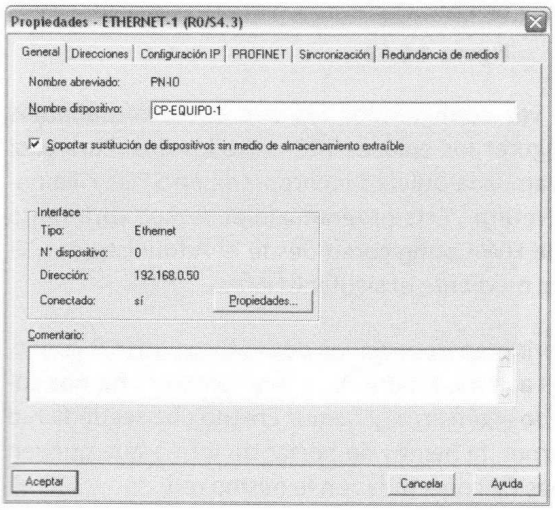


Figura 4.2.9

Si nos fijamos en el bastidor configurado, observaremos que la CP 343-1 Advanced dispone del puerto llamado PN-IO, como "X2". Hacemos un doble clic, apareciendo la siguiente ventana (figura 4.2.9).

Hemos de modificar el "Nombre dispositivo" que aparece por defecto, ya que no pueden existir en la red dispositivos con el mismo nombre; por tanto, lo modificamos por "CP-Equipo-1".

Nota importante: La CP de cada equipo debe tener un nombre de dispositivo diferente.

Es importante tener presente el dato correspondiente al direccionado del área de entradas/salidas que corresponde al buffer de comunicación de la tarjeta con la CPU (Entrada 256, Salida 256).

Para acabar, hemos de pulsar "Guardar y compilar".

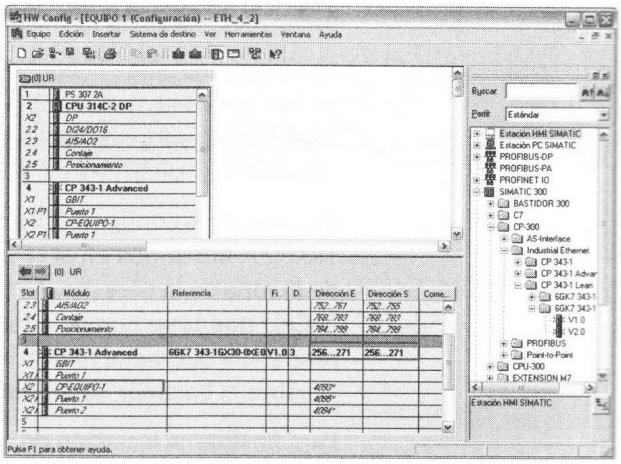


Figura 4.2.10

A continuación, se deberán realizar los mismos pasos para configurar el hardware del "Equipo 2". Ponemos la CPU en el slot 2 y arrastramos la CP (6GK7 343-1GX30-0XE0 y versión 1.0 en nuestro caso), la añadimos al bastidor en el slot 4. Al situarla, aparecerá una ventana, en la que seleccionamos "Ethernet". Ponemos una dirección IP diferente a la del equipo anterior, por ejemplo "192.168.0.60". Pulsar "Aceptar" para finalizar, quedando la siguiente configuración (figura 4.2.11).

A continuación pasamos a modificar el nombre del dispositivo. Para ello, hacemos un doble clic encima de "PN-IO" y lo renombramos como "CP-Equipo-2". Para finalizar, pulsamos sobre el botón "Aceptar" para cerrar esta ventana y para terminar, "Compilar y guardar" la configuración de hardware (figura 4.2.12).

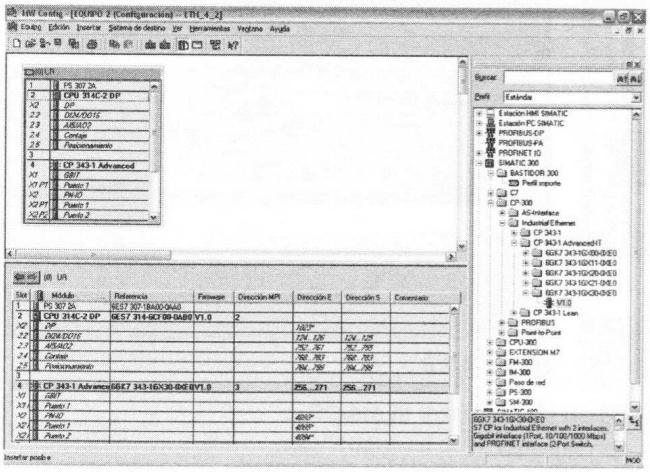


Figura 4.2.11

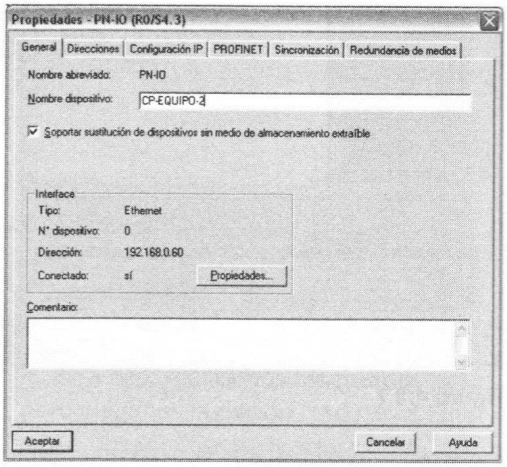


Figura 4.2.12

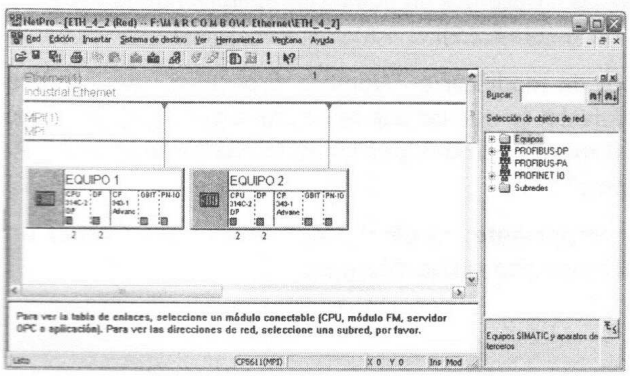


Figura 4.2.13

Una vez configurados los dos equipos, debemos configurar los enlaces TCP entre los dos. Para ello, utilizamos la utilidad incorporada en STEP 7 llamada "NetPro". Este programa lo podemos abrir tanto desde HW-Config como desde el Administrador Simatic mediante el siguiente icono.

Al abrirlo aparecerán los dos PLC con sus CP conectadas a la red Ethernet. Si anteriormente hemos cometido algún error y hemos creado una segunda red Ethernet, la hemos de borrar de forma que queden ambas CP conectadas en la misma red.

Seleccionamos la CPU del "Equipo 1". Aparecerá en la parte inferior una tabla para ir configurando los diferentes enlaces (figura 4.2.14).

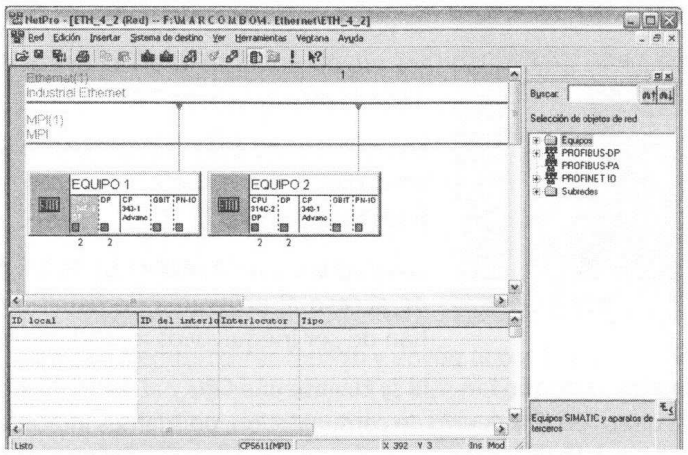


Figura 4.2.14

Situamos el cursor sobre dicha tabla y pulsamos el botón de la derecha del ratón. Seleccionamos del menú la opción "Insertar un nuevo enlace" (figura 4.2.15).

Se abre una ventana donde aparecen el resto de los equipos que tenemos configurados en la red, en este caso sólo tenemos el "Equipo 2". En "Tipo de enlace" seleccionamos "Enlace TCP" y pulsamos "Aceptar". Se abrirá una nueva ventana de propiedades, en encontramos una casilla bajo el nombre de "Establecimiento activo del enlace". Ésta ha de estar activada sólo en uno de los dos PLC (figura 4.2.16).

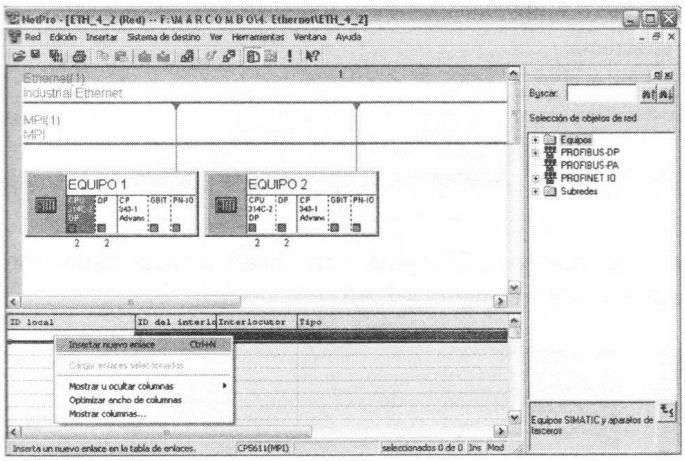


Figura 4.2.15

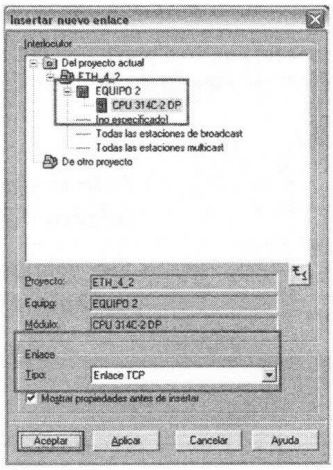


Figura 4.2.16

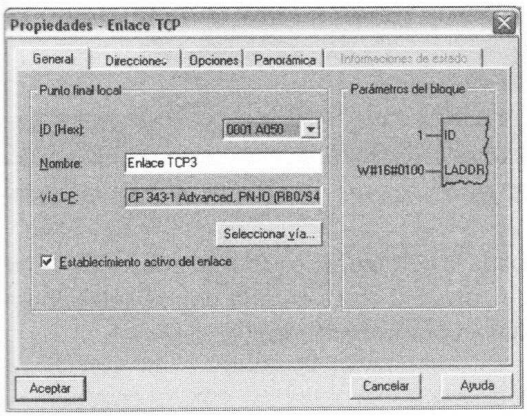


Figura 4.2.17

Para enlaces TCP, están disponibles las siguientes fichas:

General: Visualización de parámetros que identifican el enlace. Saldrá el número de enlace ID y la posición de la tarjeta CP dentro del bastidor (LADDR).

Direcciones: Visualización de informaciones de direcciones locales y remotas, así como sus puertos de enlace.

Panorámica: Vista general de todos los enlaces TCP configurados de la estación seleccionada con los correspondientes parámetros y el estado de los enlaces.

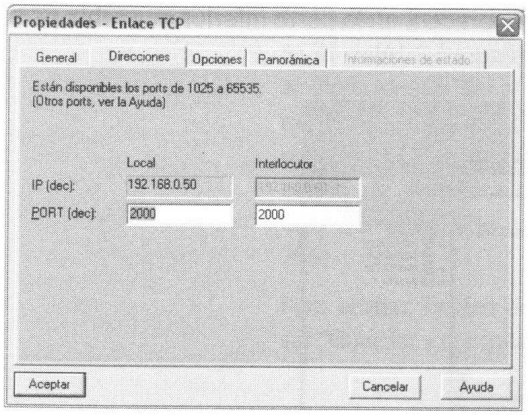


Figura 4.2.18

Seleccionamos la pestaña "Direcciones". Aparecen las direcciones IP de cada CP: la "Local" en este caso corresponde al "Equipo 1" y el "Interlocutor" corresponde al "Equipo 2", tal como se puede comprobar por las direcciones IP que aparecen. También se observan las direcciones por donde se van a comunicar a través de este enlace TCP.

Los puertos de comunicación (PORT) pueden ser diferentes en cada CP. Por defecto, aparecen asignados unos, pero los podemos cambiar.

Los puertos o las direcciones de los puertos definen el punto de acceso al programa de usuario dentro de la CPU. Éstos han de ser inequívocos a nivel interno de la CPU.

En el caso de que tan sólo se tuviese una CPU y al hacer el enlace sólo apareciera nuestra dirección IP y puerto de comunicación, podríamos indicar el puerto del interlocutor, sin poner IP. Con eso le estamos diciendo que conecte con una CP que tenga una IP cualquiera, pero que utilice el puerto de comunicación configurado en nuestra CPU.

A continuación, se muestra una tabla en donde aparece la relación de posibles valores que podemos dar al parámetro "PORT (dec)":

Comentario	Puertos
Asignada fija; no debe utilizarse.	0
Asignada como estándar; no debería utilizarse (well known ports).	1. 1024
Campo utilizado por NCM en el que se busca y asigna respectivamente una dirección libre de puerto. Puede ajustar individualmente la dirección de puerto dentro de este campo.	A partir de 2000 hasta 5000
Direcciones de puerto a partir de 5000 son utilizadas por el sistema. Observación: Si desea utilizar estas direcciones de puerto, consulte al administrador de su sistema.	desde 5000...65535

Tabla 4.2.1

Para finalizar, pulsar el botón "Aceptar". Aparecerá el enlace configurado en la tabla inferior (figura 4.2.19).

Si elegimos el "Equipo 2", seleccionando su CPU podemos observar la configuración del enlace en la tabla de la parte inferior (figura 4.2.20).

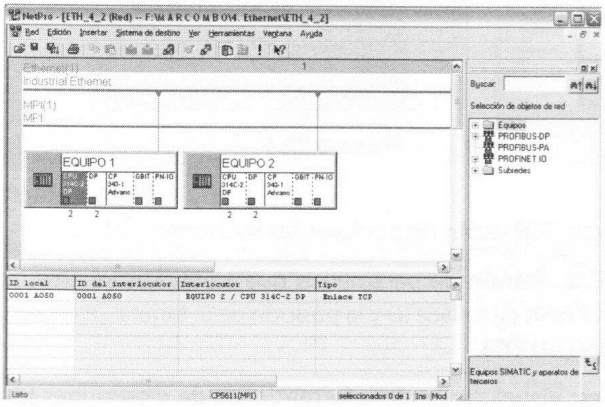


Figura 4.2.19

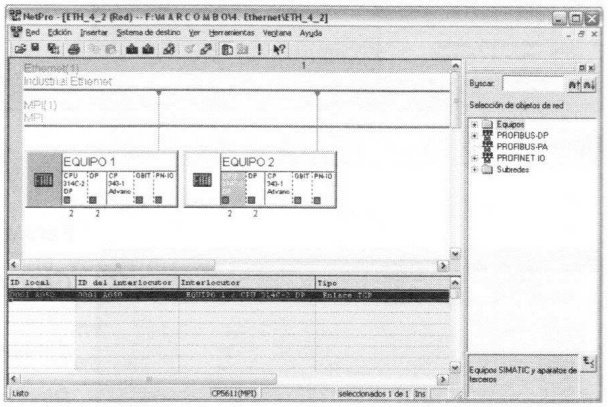
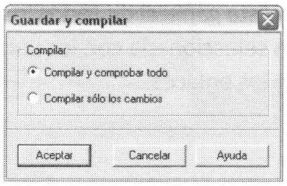


Figura 4.2.20



Una vez acabada la configuración, pulsar sobre "Guardar y compilar". Aparecerá una ventana donde seleccionamos "Compilar y comprobar todo".

Figura 4.2.21

Como resultado de la compilación pueden salir advertencias y errores. Si solo salen advertencias, no pasa nada, las leemos y cerramos el NetPro. Si sale algún error, debemos mirar a qué se debe y solucionarlo.

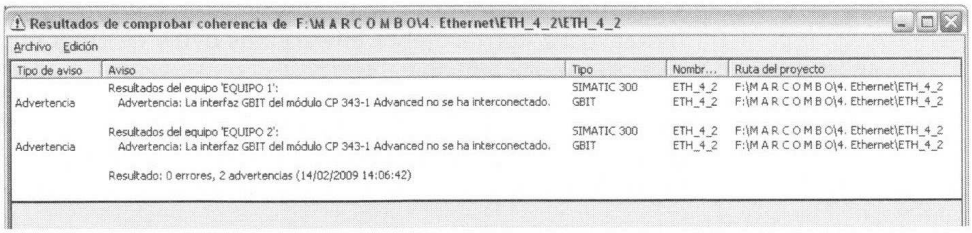


Figura 4.2.22

Ahora podemos cerrar NetPro y enviar la configuración de hardware de forma independiente a cada uno de los PLC, abriendo HW-Config de cada equipo.

4.2.1.3.2 Realización de los programas

El siguiente paso que debemos dar es el de comunicar el buffer de las CP con las CPU. Para ello se usan las funciones FC5 (AG_SEND) y FC6 (AG_RECV).

4.2.1.3.2.1 Programa del Equipo 1

Éstas serán las funciones que debemos incluir en el programa. Para ello, abriremos el bloque de programa OB1 correspondiente al PLC "Equipo 1".

En el menú de la izquierda buscamos, en "Librerías - SIMATIC_NET_CP - CP300", las funciones FC5 (AG_SEND) y FC6 (AG_RECV) y las arrastramos a los segmentos 1 y 2 respectivamente (figura 4.2.23).

A continuación, completamos sus parámetros con los valores de la figura 4.2.24:

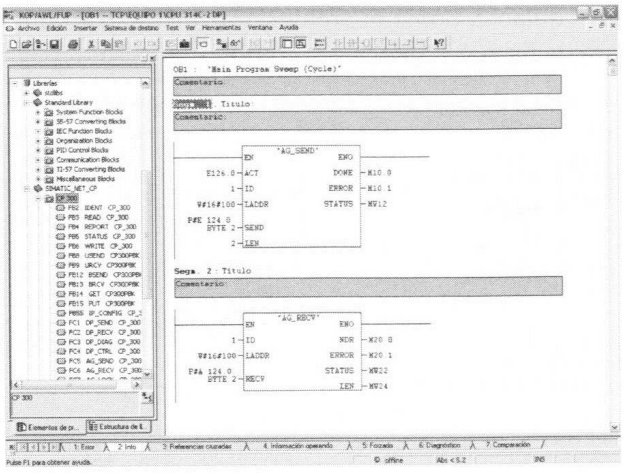


Figura 4.2.23

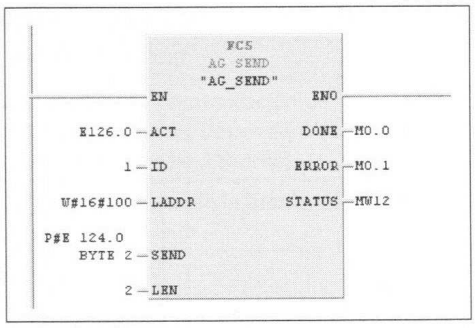
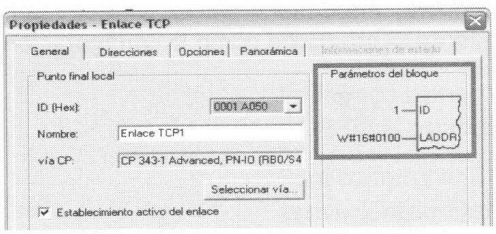


Figura 4.2.24

En nuestro caso, queremos que se active el envío con la entrada E126.0.

En ID ponemos 1, ya que ese es el número de enlace que hemos configurado y que sale en las Propiedades del Enlace TCP.



En LADDR se pone el valor que viene indicado también en las Propiedades-Enlace TCP y que corresponde a la dirección que la CP utilizará para intercambiar datos con la CPU. Se expresa en formato WORD. Si miramos el hardware, comprobaremos que la dirección es la 256 que corresponde a W#16#0100.

Figura 4.2.25

Si cambiamos el valor en el hardware, veremos que automáticamente nos lo cambia en la ventana Propiedades-Enlace TCP.

En SEND hemos de indicar en formato ANY (Puntero) en qué bit empieza el envío, y cuántos bytes quiero enviar. En este caso enviamos el valor de dos bytes de entradas, pero normalmente enviaremos bytes de DB y no sólo dos, sino más para aprovechar ese enlace.

En LEN, en este caso tenemos un valor fijo, pero podemos poner una palabra y, cambiando su valor, haremos que el intercambio de datos sea de más o de menos registros, con lo cual no se colapsará tanto la comunicación.

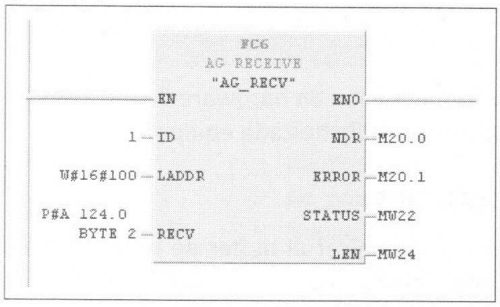


Figura 4.2.26

En la función AG_RECV indicaremos los datos de los elementos que queremos recibir.

En ID ponemos 1, ya que es el mismo número de enlace que hemos configurado antes.

En LADDR se pone el valor que viene indicado también en los Parámetros de bloque, W#16#0100 comprobaremos que corresponde al valor decimal 256, que es la dirección asignada en el hardware.

En RECV hemos de indicar en formato ANY (Puntero) en qué bit empezará a recibir, y cuántos bytes quiero recibir. En este caso recibimos dos bytes que irán a los bytes de salida AB124 y AB125.

En LEN, en este caso pondremos una palabra que nos indicará cuántos bytes estamos recibiendo.

Finalizado el programa es el momento de guardar este OB1 del Equipo 1.

4.2.1.3.2.2 Programa del Equipo 2

Editamos el OB1 del Equipo 2. Como queremos que realice exactamente lo mismo que el Equipo 1 pero de forma recíproca, realizaremos el mismo programa.

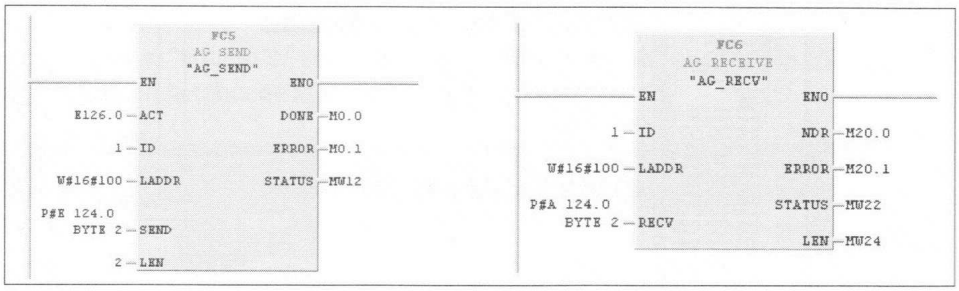
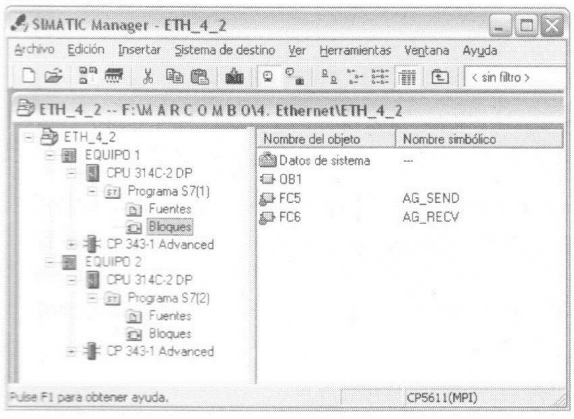


Figura 4.2.27

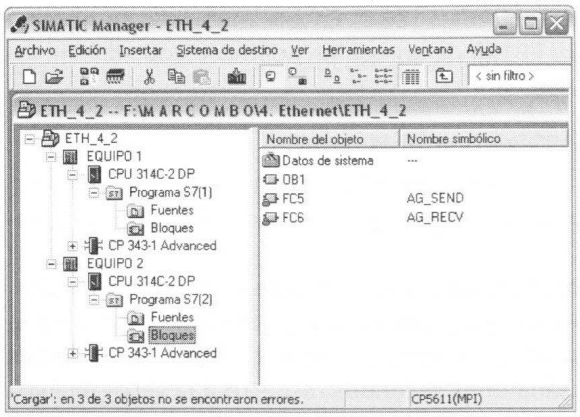


Una vez acabado el proyecto, debemos transferir a cada PLC su hardware así como los bloques OB1, FC5 y FC6.

Pondremos el cable MPI en el puerto MPI del Equipo 1.

Desde el Administrador SIMATIC, y seleccionando la carpeta Bloques del Equipo 1, pulsamos el icono "Cargar". Con ello será enviado tanto el programa como la configuración de hardware.

Figura 4.2.28



Después, en el Administrador Simatic, con el botón de la izquierda marcamos la carpeta "Bloques" y, a continuación, pulsamos el botón de "Cargar". Nos pregunta si queremos enviar los datos del sistema. Es opcional, ya que se le ha enviado anteriorment el hardware. A partir de ahí el Equipo 1 ya está preparado para la comunicación.

Cambiamos el cable de comunicación del ordenador hacia el PLC para conectarlo al puerto MPI del Equipo 2. Repetiremos el proceso realizado con el Equipo 1.

Figura 4.2.29

Una vez finalizado el proceso de envío tanto de la configuración de hardware como de los programas a ambas CPU, se debe observar cómo todos los leds indicadores tanto de la CPU como de la CP se encuentran de color verde; y éstos son los siguientes:

CPU S7-300	Estado del LED	Función
DC 5V	En verde	CPU con correcto funcionamiento de la fuente de alimentación
RUN	En verde	Programa en ejecución
SF BF FRCE STOP	Apagados	CPU en fallo de sistema Fallo en la configuración del bus Forzado de bits en activo CPU en modo STOP

Tabla 4.2.3

CP 343-1 Advanced	Estado del LED	Función
X2P1 X2P2	Uno de ellos en verde, el otro apagado. Además, cuando está realizando la comunicación, pasa a color naranja	Indica que se está realizando comunicación de datos a través del puerto indicado en verde. Dependerá del puerto en donde se haya conectado el cable Ethernet.
DC5V	En verde	CP con correcto funcionamiento de la fuente de alimentación
RUN	En verde	Programa en ejecución
RX/TX	En verde parpadeante	Programa en ejecución
BF1 BF2 MAINT X1P1 SF STOP	Apagados	Fallo de bus en puerto 1 Fallo de bus en puerto 2 -- Utilización del puerto X1 de la conexión P1 CP en fallo de sistema CP en modo STOP

Tabla 4.2.3

Si tanto la CPU como la CP se encuentran en la situación prevista anteriormente, entonces será el momento de comprobar el funcionamiento de la comunicación según el programa realizado en cada PLC.

Podremos comprobar que al accionar las entradas del Equipo 1(si está activada la E126.0), el estado de éstas se copian en las salidas del Equipo 2 y viceversa.

Para comprobar el ejercicio hemos de preparar los datos, en este caso, mediante la activación/descativación de los bits de entrada EB124 y EB125 para a continuación,

activar momentánemanet el bit de entrada E126.0. En ese momento se observa cómo los bytes de entrada EB124 y EB125 de un equipo aparecen copiados en los bytes AB124 y AB125 del otro equipo.

Importante:

- La condición puesta en "ACT" no debe estar siempre a 1. Sólo debe activarse cuando sea necesario mandar los datos. Si la dejamos siempre a 1, puede colapsar las comunicaciones.
- Estando la entrada E126.0 activada, si desconecto el cable de red del PLC y después lo conecto de nuevo, podremos comprobar que la comunicación ha quedado colapsada. Esto se podrá observar en la conexión o desconexión de bits de salida, ya que queda desfasada unos segundos respecto a la señal recibida del otro equipo. Para que la comunicación vuelva a ser fluida, debo desconectar la E126.0 durante unos segundos y después activarla de nuevo. Esto se puede solucionar de forma automática insertando un bit de la marca de ciclo.

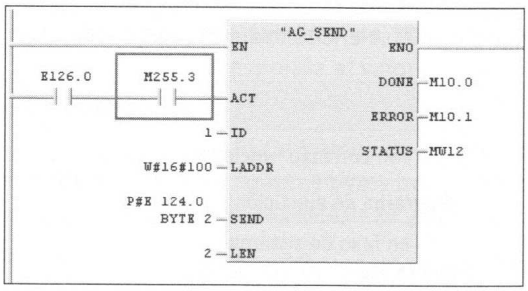


Figura 4.2.30

4.2.1.3.3 Integración de nuestro PC a la red Ethernet

Cuando los dos equipos estén configurados dentro de la red Ethernet, podremos configurar el Step 7 a través de la "Interfaz PC/PG" para poder comunicar directamente mediante el STEP 7 con los PLC.

A partir de ese momento ya podremos cargar programas, hacer modificaciones o visualizar tablas de variables de cualquier PLC a través de la red Ethernet.

Primero deberemos configurar la dirección IP de nuestro PC para que esté integrado en esa red. Por ejemplo, le colocaremos la IP 192.168.0.10. Para ello, vamos a Mi PC, seleccionamos "Mis sitios de Red" (figura 4.2.31).

Seleccionamos "Ver conexiones de red" (figura 4.2.32).

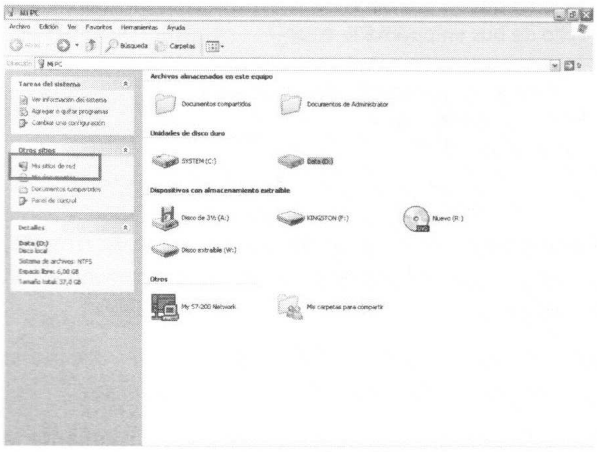


Figura 4.2.31

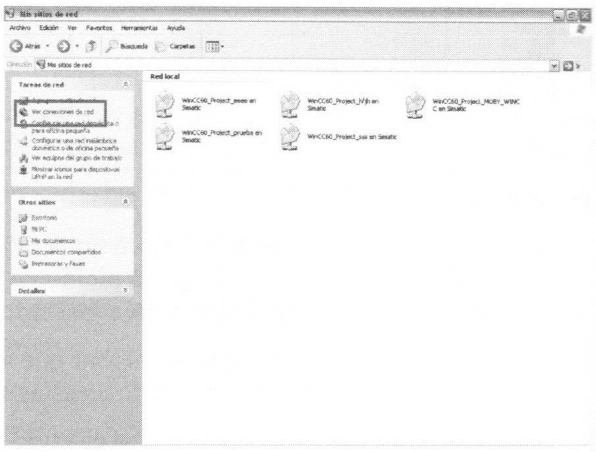


Figura 4.2.32

Pulsamos con el botón de la derecha del ratón encima de "Local área connection" y seleccionamos "Propiedades".

Se abre la ventana de "Propiedades del área Local". A continuación, seleccionamos "Internet Protocol (TCP/IP)" y pulsamos sobre el botón "Propiedades". En campo dirección IP le ponemos 192.168.0.10 y pulsamos "Aceptar" (figura 4.2.33).

A continuación, hemos de configurar la Interfaz PC/PG. Para ello, vamos al Administrador Simatic, pulsamos encima del menú "Herramientas" y elegimos la opción "Ajustar Interfaz PG/PC", y seleccionamos la tarjeta de red de nuestro ordenador (TCP/IP). Cerraremos esta ventana para aceptar los cambios mediante la pulsación del botón "Aceptar" (figura 4.2.34).

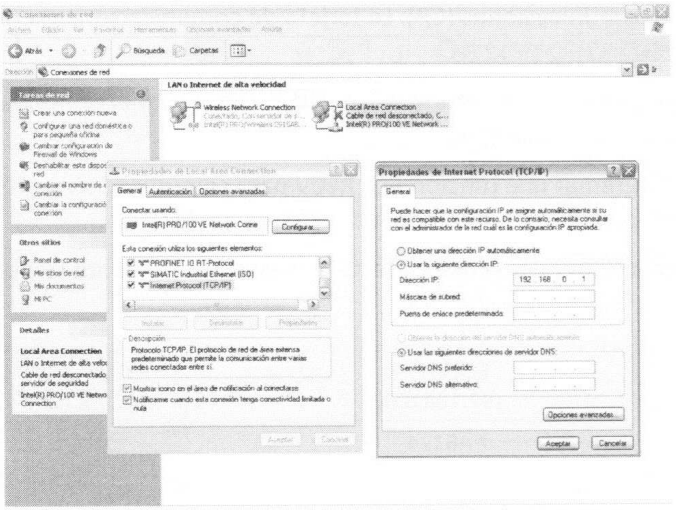


Figura 4.2.33

Figura 4.2.34

Aparecerá una ventana de advertencia (figura 4.2.35).

Cogemos un cable de red y lo conectamos desde nuestro PC al switch donde también tenemos las dos CP conectadas en la red Ethernet.

A partir de ese momento, ya tenemos nuesto ordenador integrado en la red Ethernet con los dos PLCs, con lo cual puede comunicar con ambos mediante la red Ethernet. A continuación, se observa cómo realmente existe una comunicación entre el ordenador a través de STEP 7 con los dos PLC simultáneamente, mediante la red Ethernet (figura 4.2.36).

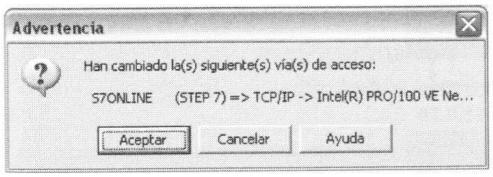


Figura 4.2.35

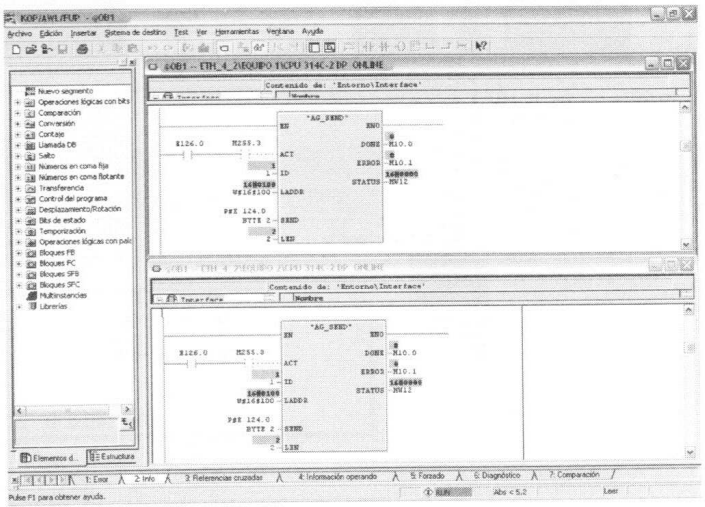


Figura 4.2.36

4.3 Comunicación Ethernet. Entre varios PLCs bajo protocolo TCP/IP

4.3.1 Ejercicio resuelto

4.3.1.1 Objetivo

Realizaremos la comunicación vía Ethernet TCP entre tres PLC. Los PLC no tienen integrada la conexión Ethernet. Para poder realizar la comunicación, pondremos en cada PLC una tarjeta de comunicaciones (CP). La tarjeta de comunicaciones será una CP343-1 Advanced.

En cada CPU deberemos programar una función AG_SEND para mandar al buffer de la CP los registros que queremos enviar al otro PLC.

En cada CPU deberemos programar una función AG_RECV para comunicar los registros que llegan del otro PLC al buffer de la CP con los registros del PLC.

Según se active una entrada u otra de un Equipo, se ha de realizar la siguiente transferencia:

	ACT	EQUIPO 1 192.168.0.50	EQUIPO 2 192.168.0.60	EQUIPO 3 192.168.0.70
EQUIPO 1	E126.0=1	EB124 →	AB124	
	E126.1=1	EB125 →		AB124
EQUIPO 2	E126.0=1	AB124 ←	EB124	
	E126.1=1		EB125 →	AB125
EQUIPO 3	E126.0=1	AB125 ←		EB124
	E126.1=1		AB125 ←	EB125

Tabla 4.3.1

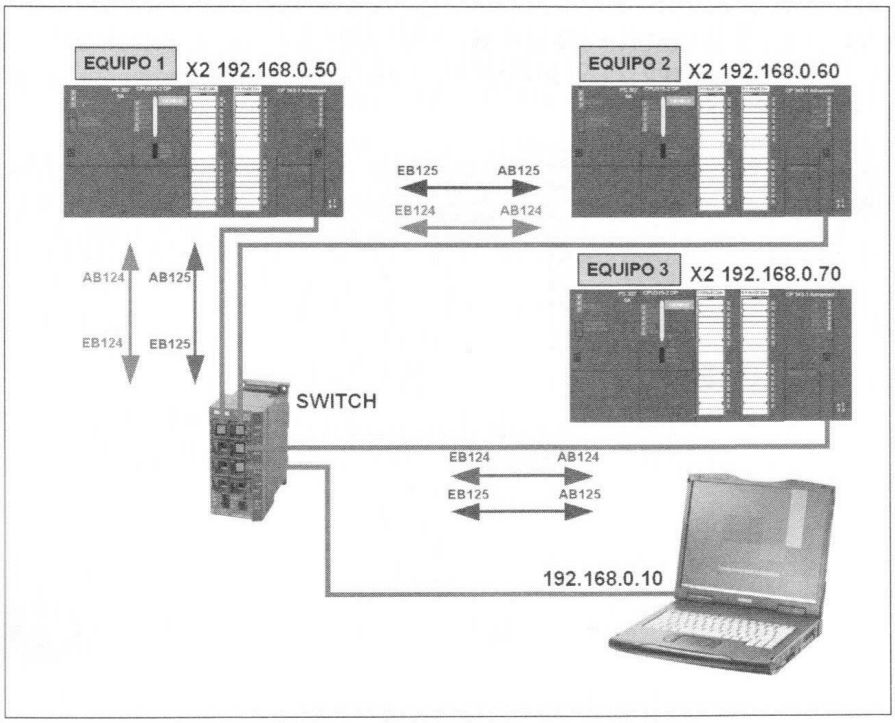


Figura 4.3.1
Relación de comunicación entre los tres PLC.

4.3.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Tres CPU 314C-2 DP.

Tres CP 343-1 Advanced.

Un switch.

Cuatro cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un PC con tarjeta de red Ethernet.

4.3.1.3 Desarrollo del ejercicio

En primer lugar, se ha de crear en el Administrador Simatic los tres PLC con su hardware correspondiente asignando una dirección IP y un nombre del dispositivo diferente (Equipo 1, Equipo 2 y Equipo 3) e integrándolos en una red Ethernet (figura 4.3.4).

A continuación, se muestra la configuración de hardware del Equipo 1 (figura 4.3.2 y 4.3.3).

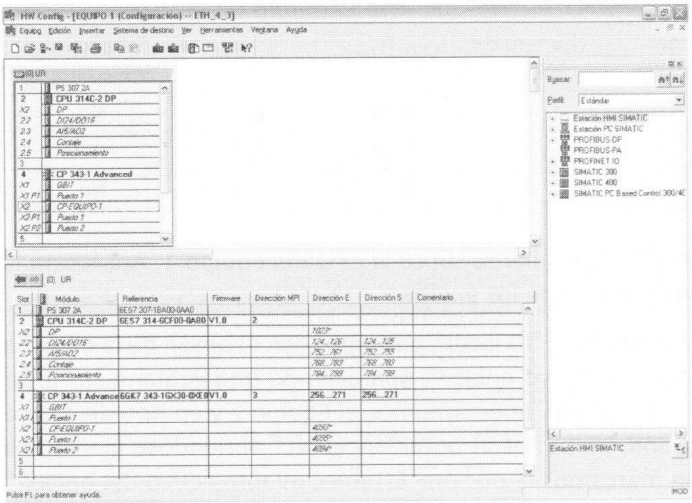


Figura 4.3.2

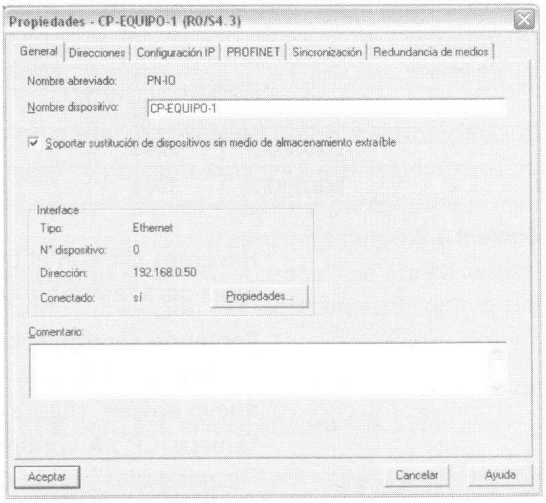


Figura 4.3.3

De forma idéntica, salvo dirección IP y nombre del dispositivo, deberán quedar configurados el hardware de las otras dos estaciones, quedando finalmente:

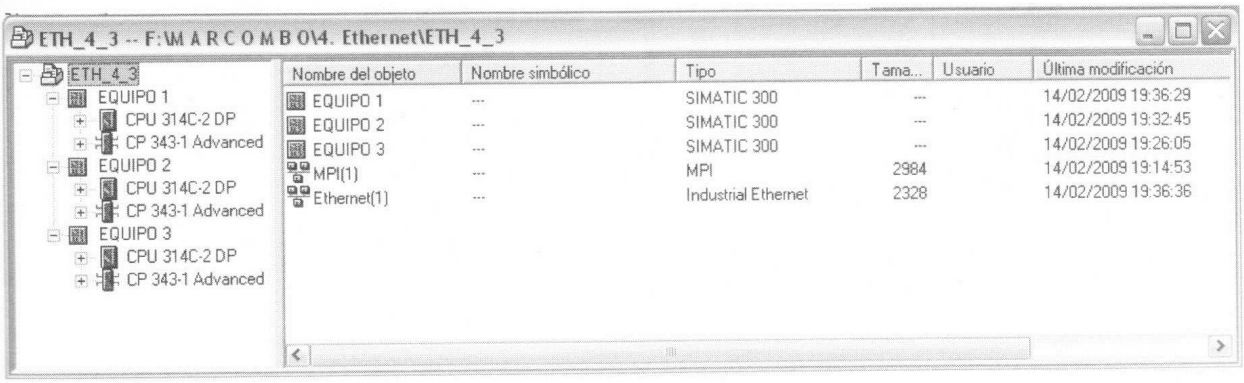


Figura 4.3.4

A continuación, entraremos en el NetPro, observando la siguiente configuración.

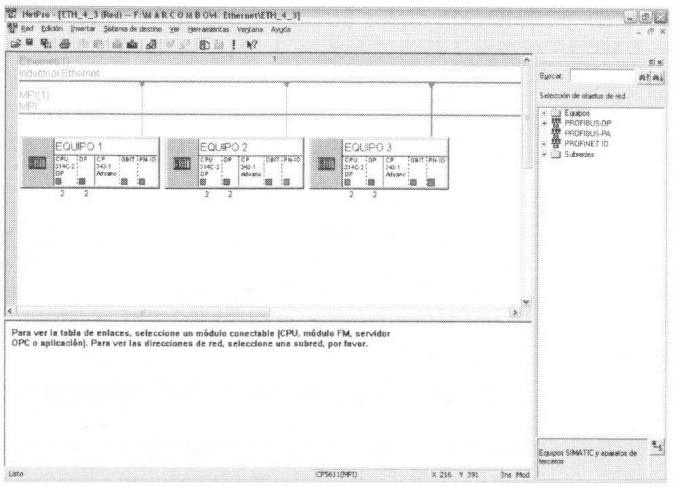


Figura 4.3.5

A continuación, procederemos a crear los enlaces tal y como se indica en la siguiente tabla.

AUTÓMATA 1				AUTÓMATA 2			
Número de enlace	Nombre	Puerto	Est. Activo como enlace	Número de enlace	Nombre	Puerto	Est. activo como enlace
1	EQUIPO 1	2000	Sí	1	EQUIPO 2	3000	No
2	EQUIPO 1	2001	Sí	1	EQUIPO 3	4000	No
2	EQUIPO 2	3001	Sí	2	EQUIPO 3	4001	No

Tabla 4.3.2

Hacemos clic con el botón de la izquierda sobre la CPU del Equipo 1. Aparecerá la tabla para realizar la configuración de los enlaces.

Poniendo el ratón sobre la columna "ID local", pulsamos con el botón de la derecha y elegimos la opción "Insertar nuevo enlace", apareciendo una ventana "Insertar nuevo enlace" (figura 4.3.6). En ella seleccionamos el Equipo 2 y en tipo de enlace "EnlaceTCP". A continuación, pulsamos el botón "Aceptar" abriéndose la ventana "Propiedades", en la que marcamos la opción "Establecimiento activo del enlace". Después seleccionamos la pestaña "Direcciones" y ponemos los puertos de comunicación que usaremos en cada CPU para ese enlace (figura 4.3.7).

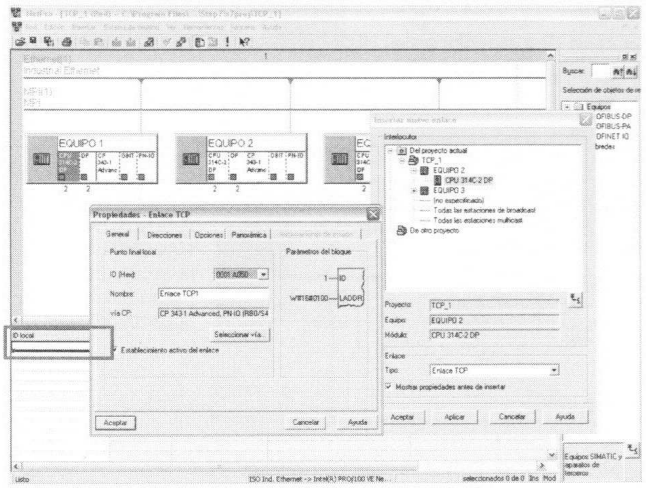


Figura 4.3.6

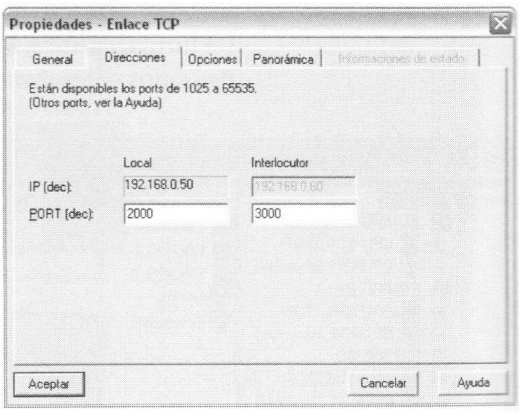


Figura 4.3.7

Poniendo el ratón sobre la segunda línea de "ID local" pulsamos con el botón de la derecha la opción "Insertar nuevo enlace" (figura 4.3.8). En la ventana que se abre seleccionaremos el Equipo 3 y en tipo de enlace "EnlaceTCP". Pulsaremos el botón "Aceptar" y se abrirá otra ventana "Propiedades", en la que marcaremos también la opción "Establecimiento activo del enlace".

A continuación, y seleccionando la pestaña "Direcciones", introducimos los puertos de comunicación que usaremos en cada CPU para ese enlace (figura 4.3.9).

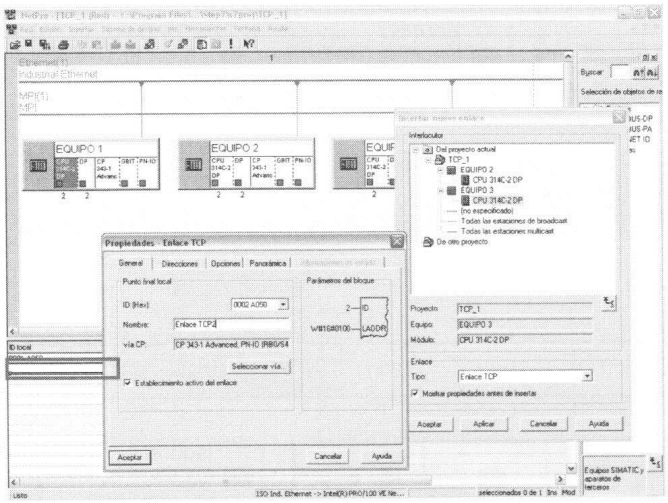


Figura 4.3.8

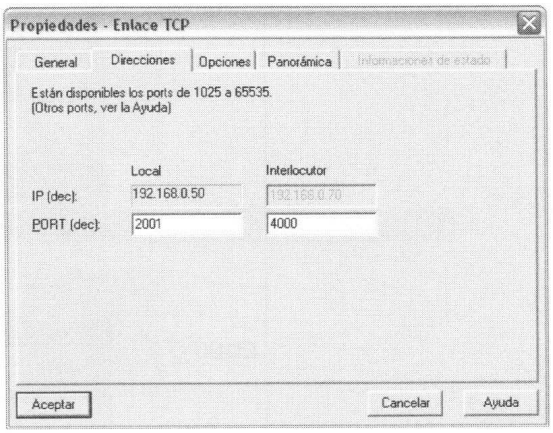


Figura 4.3.9

Pulsando con el botón de la izquierda sobre la CPU del Equipo 2 y poniendo el ratón sobre la segunda línea de "ID local" y pulsamos con el botón de la derecha y elegimos la opción "Insertar nuevo enlace" (figura 4.3.10). Aparece una nueva ventana "Insertar nuevo enlace" en la que seleccionaremos el Equipo 3 y en tipo de enlace seleccionar "EnlaceTCP". Pulsando el botón "Aceptar" se abrirá la ventana "Propiedades", en la que marcamos la opción "Establecimiento activo del enlace".

A continuación, seleccionamos la pestaña "Direcciones" y ponemos los puertos de comunicación que usaremos en cada CPU para ese enlace (figura 4.3.11).

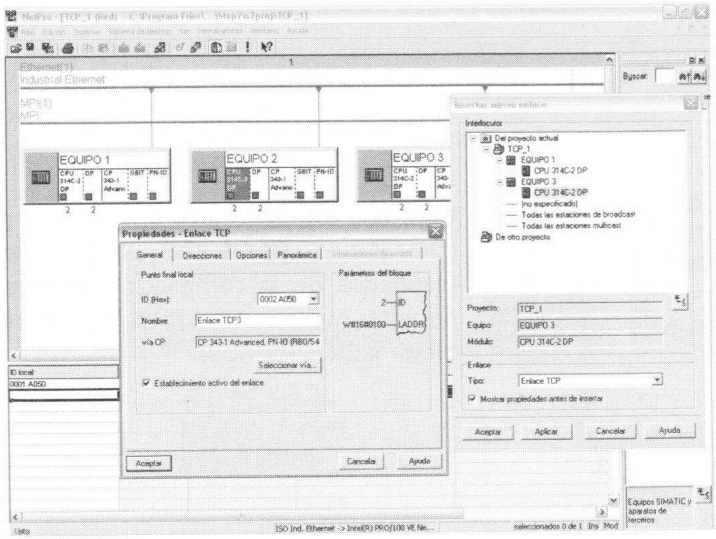


Figura 4.3.10

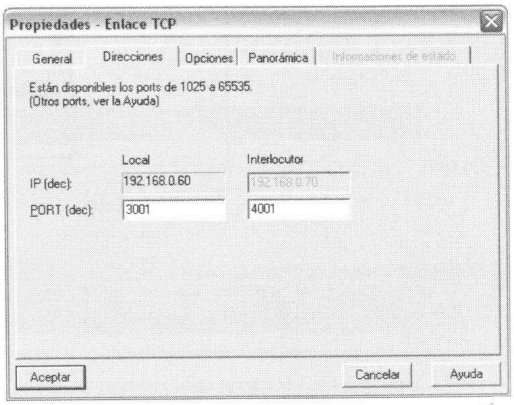


Figura 4.3.11

Una vez acabados todos los enlaces, comprobaremos que sean correctos. Para ello, hemos de pulsar sobre la CPU y miraremos en la parte inferior para comprobar los números de enlace de cada equipo para, posteriormente, utilizar en la programación las funciones FC5 y FC6.

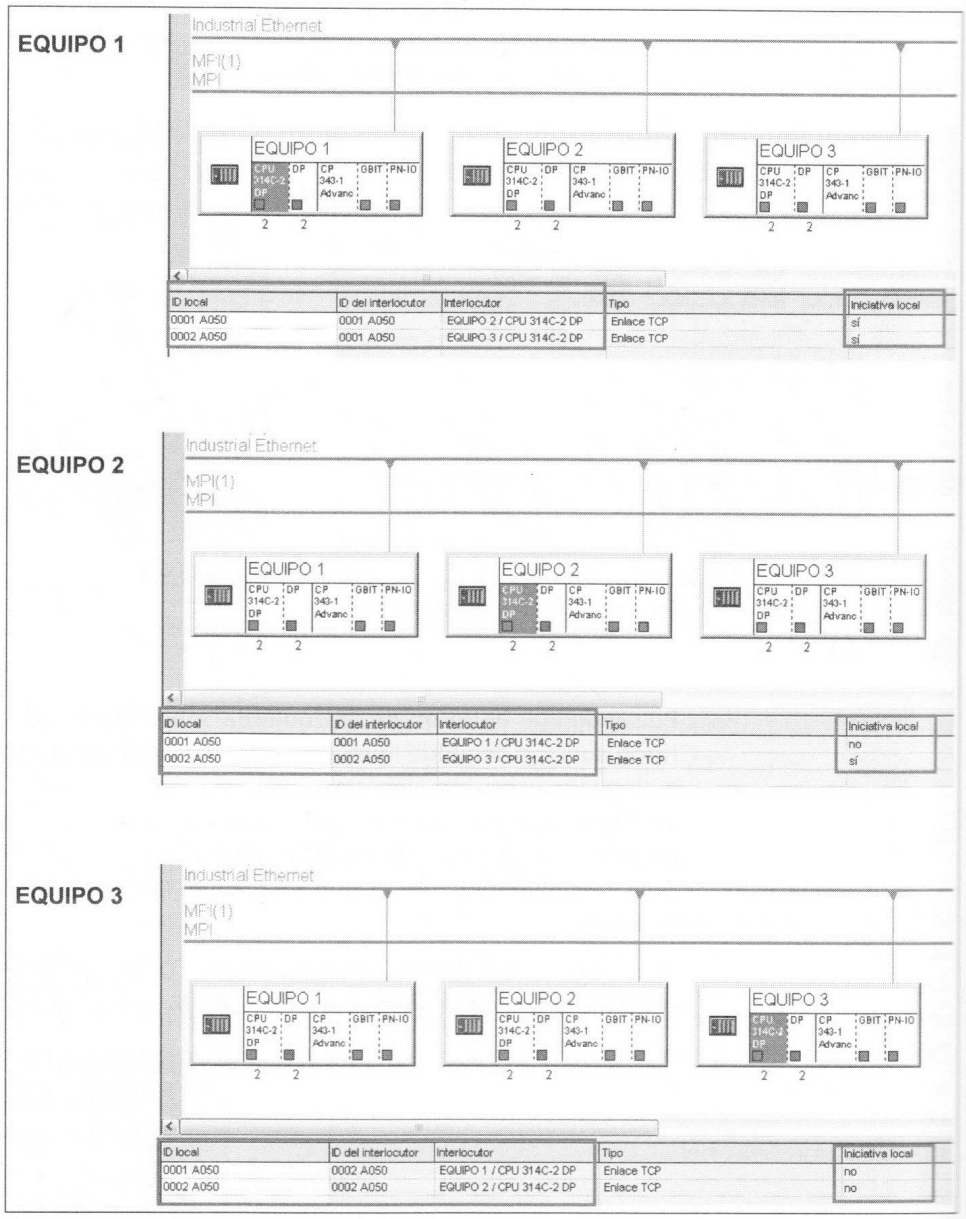
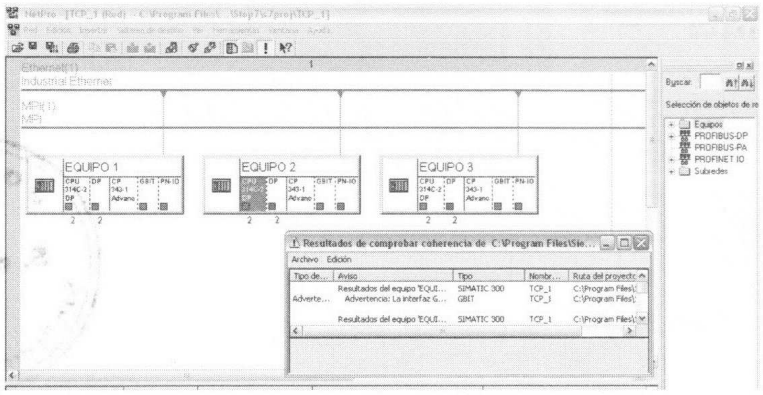


Figura 4.3.12



Una vez comprobados, guardamos y compilamos. Saldrá una ventana de resultados de la compilación. Hemos de mirar que salga 0 errores. Podemos omitir las advertencias.

Figura 4.3.13

4.3.1.3.1 Programación de los equipos

Editaremos los OB1 de cada equipo realizando las llamadas a los FC5 y FC6 para poder enviar y recibir datos.

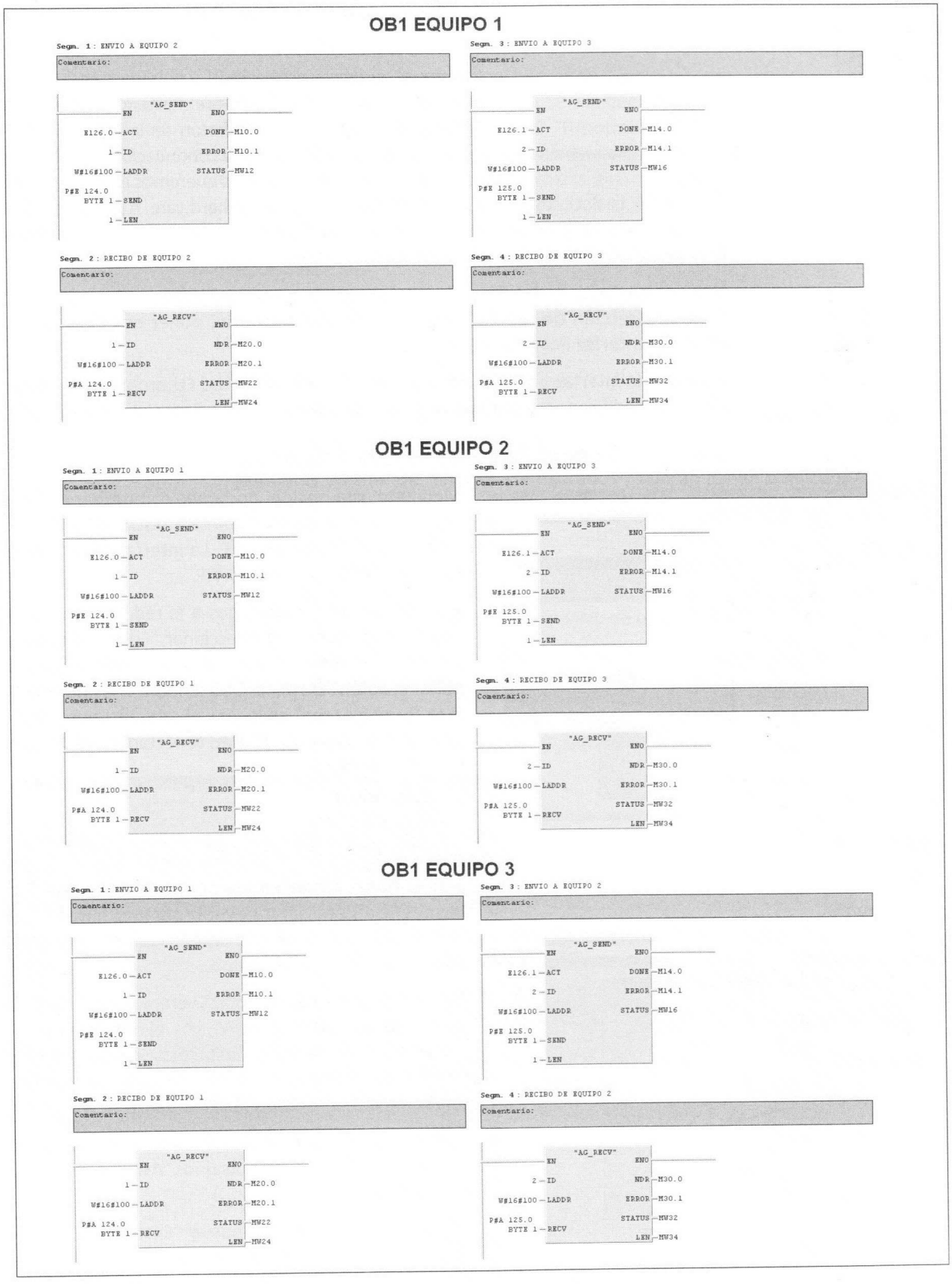


Figura 4.3.14

4.3.1.3.2 Transferencia del hardware y de los programas

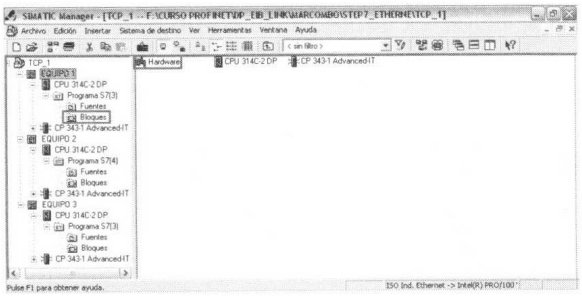


Figura 4.3.15

Una vez acabado el proyecto, debemos transferir a cada PLC su hardware y los bloques OB1, FC5 y FC6.

Pondremos el cable MPI en el puerto MPI del Equipo 1.

Abrimos el hardware del Equipo 1 y pulsamos en "Cargar". Con ello será enviado el hardware. Posteriormente, en el Administrador Simatic, con el botón de la izquierda marcamos la carpeta "Bloques" y, a continuación, pulsamos el botón de "Cargar". Preguntará si queremos enviar los datos del sistema. Le decimos que no, ya que se han enviado con el hardware. A partir de ahí, el Equipo 1 ya está preparado para la comunicación. Repetimos el proceso en los otros dos equipos, colocando el cable MPI en cada uno de ellos.

Una vez enviados todos los programas y el hardware, comprobaremos que el PC tiene la dirección de red 192.168.0.10 (en caso contrario, poner esa dirección) y ajustar la interfaz PG/PC a (TCP/IP).

Al ajustar la interfaz a TCP/IP, nos permitirá a través de la red Ethernet poder enviar bloques modificados, visualizar bloques a cualquier PLC mediante el cable de red.

4.3.1.3.3 Opción Editar estaciones Ethernet

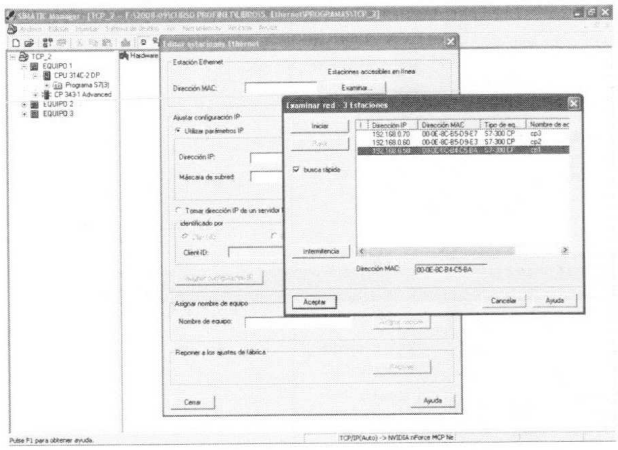


Figura 4.3.16

Mediante esta opción, podemos comprobar qué estaciones tenemos conectadas a nuestra red Ethernet y cambiar sus nombres e IP. La interfaz PG/PC debe estar configurada como TCP/IP.

Para leer equipos conectados a la red, debemos ir a "Sistema de destino" y seleccionar "Editar estaciones Ethernet". Se abrirá una ventana en la que se deberá pulsar el botón "Examinar", abriéndose una nueva ventana "Examinar red" en la que, al cabo de unos segundos, aparecerán las estaciones conectadas a la red con los siguientes datos:

- Dirección IP.
- Dirección MAC.
- Nombre del equipo.

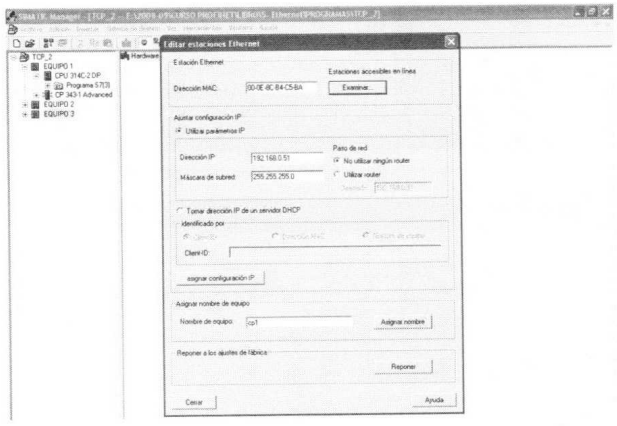


Figura 4.3.17

Si seleccionamos un equipo y pulsamos el botón "Intermitencia", se activarán de forma intermitente los leds X2 P1 y X2 P2 de ese equipo. Eso puede servir para indentificar cada equipo.

Si entonces pulsamos "Aceptar", veremos que los datos de ese equipo (dirección MAC, IP y el nombre) aparecen en la primera ventana "Editar estaciones Ethernet". Desde aquí podemos modificar la dirección IP y, a continuación, pulsar el botón "Asignar dirección IP".

De forma similar, si en el campo "Nombre de equipo" cambiamos el nombre y pulsamos "Asignar nombre", el equipo será renombrado.

Si entonces pulsamos de nuevo "Examinar", podremos leer de nuevo los datos de las tres CP y comprobaremos que se han modificado los datos de la CP.

4.3.1.3.4 Diagnosis de la conexión Ethernet

Podemos hacer una diagnosis de la comunicación Ethernet. En este caso podemos diagnosticar la comunicación TCP/IP entre dos PLC.

Para ello, accederemos a la página web de diagnosis que las CP 343-1 de cada equipo llevan integradas (figura 4.3.18).

Para que la página sea visualizada, hemos de abrir el Internet Explorer y poner en su barra de direcciones la dirección de la CP a la que queramos acceder. En este caso la dirección del Equipo 3 es la 192.168.0.70/portal0000.htm. También es posible que poniendo únicamente la dirección IP, en este caso 192.168.0.70, aparezca la página índice de la web. Éste será el caso en que la web contiene una página inicial llamada index.htm.

Por tanto, podemos en este caso acceder a la web de cada equipo con las siguientes direcciones:

192.168.0.50/portal0000.htm para el Equipo 1.

192.168.0.60/portal0000.htm para el Equipo 2.

192.168.0.70/portal0000.htm para el Equipo 3.

Si en el menú de la izquierda pulsamos encima de "Industrial Ethernet", nos saldrán las conexiones TCP/IP que tiene esta CP.

Si pulsamos encima de "Enlaces configurados", saldrán los enlaces configurados y el estado de éstos.

Vamos a provocar un fallo para ver la respuesta en la página. Para ello, vamos a soltar el cable de la CP del Equipo 1, con lo cual nos dará como fallo la conexión TCP/IP configurada con el Equipo 1 (192.168.0.50). Vemos que aparece un mensaje en color naranja que dice "Establecimiento pasivo de enlace en marcha" (figura 4.3.19).

Restablecemos la conexión del cable y cuando se refresque la pagina web, el mensaje se pondrá de color verde y pondrá "Establecido".

También, dentro del menú de la izquierda, podemos acceder al "Buffer de diagnostico" y ver en la CP el fallo detectado y cuándo ha ocurrido.

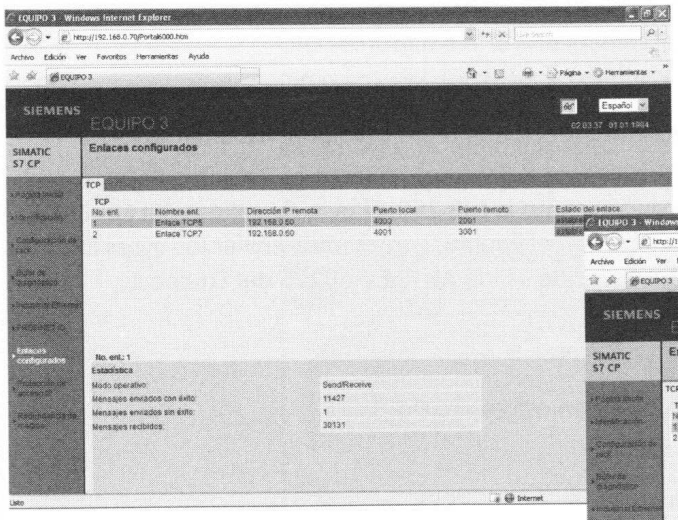


Figura 4.3.18

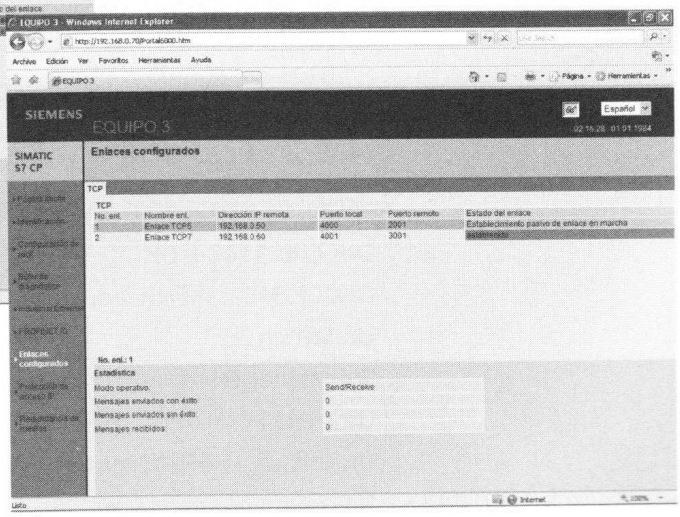


Figura 4.3.19

4.4 Comunicación en Ethernet. Entre varios PLC bajo protocolo ISO

4.4.1 Introducción

La comunicación ISO es la comunicación más rápida en Ethernet, ya que se salta algunas capas de la torre OSI. Al igual que la comunicación TCP, cuando envía información a una estación, pide confirmación de su recepción. Tiene la desventaja sobre la TCP que sólo es aplicable a equipos industriales. No puede trabajar con TI (tecnologías de la información). Por lo tanto, para elegir ISO o TCP deberé valorar si quiero rapidez y no TI, o si necesito TI sabiendo que pierdo rapidez.

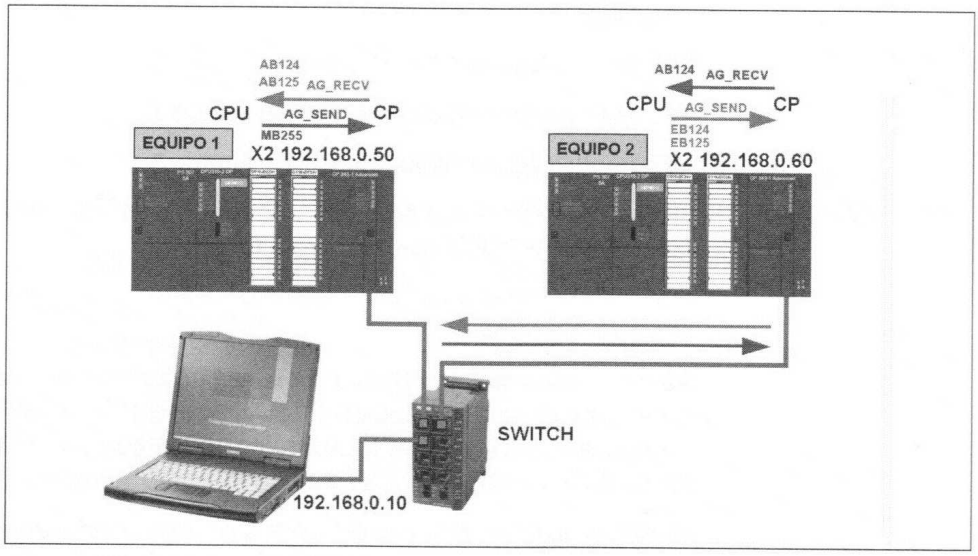


Figura 4.4.1
Relación de comunicación entre los dos PLC.

4.4.2 Ejercicio resuelto

4.4.2.1 Objetivo

Queremos conseguir el siguiente funcionamiento mediante los enlaces ISO:

- Al accionar la entrada E126.0 en el Equipo 1, queremos enviar la "Marca de ciclo", definida en el hardware como la MB 255, al byte de salidas del Equipo 2.
- Al accionar la entrada E126.0 en el Equipo 2, queremos enviar los bytes EB124 y EB125 del Equipo 2 a los bytes de salida AB124 y AB125 del Equipo 1.

4.4.2.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Dos CPU 314C-2 DP.

Dos CP 343-1 Advanced.

Un Switch.

Tres cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un ordenador con tarjeta de red Ethernet.

4.4.2.3 Desarrollo del ejercicio

4.4.2.3.1 Configuración del hardware

Lo primero que debemos hacer es crear un nuevo proyecto, al que le ponemos el nombre "ISO".

Insertamos dos equipos SIMATIC 300 y una red Ethernet.

Ponemos a los equipos los nombres de Equipo 1 y Equipo 2 (figura 4.4.2).

Abrimos el hardware del Equipo 1.

Editamos el hardware insertando primero la CPU. Como queremos enviar la "Marca de Ciclo" al Equipo 2, debemos configurar en este equipo la "Marca de ciclo". Para ello, hacemos un doble clic sobre la CPU y seleccionaremos la pestaña "Ciclo/Marca de Ciclo". Activamos la casilla "Marca de Ciclo" y ponemos el valor 255, que hace referencia a la MB255.

A continuación, seleccionamos la CP 343-1 que disponemos y que la encontraremos bajo la carpeta "SIMATIC 300 – CP 300 – Industrial Ethernet – CP 434 Advanced IT". Hay que tener en cuenta tanto la referencia del producto como la versión (figura 4.4.3).

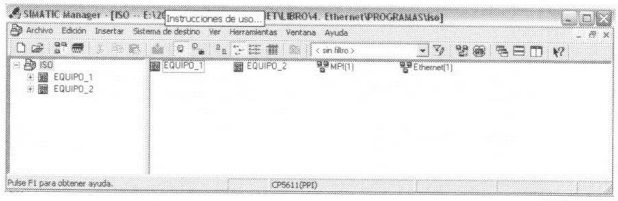


Figura 4.4.2

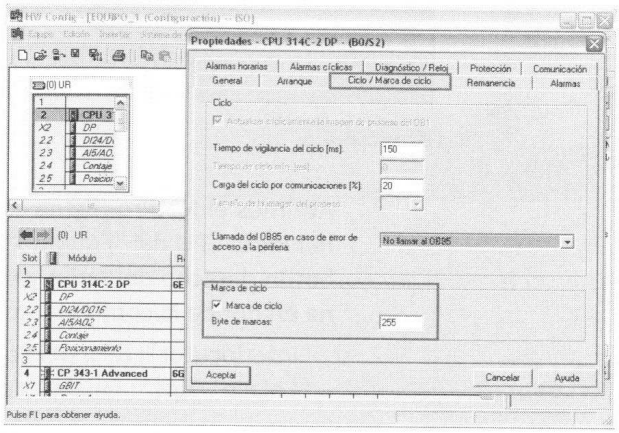


Figura 4.4.3

Una vez localizada, la arrastramos hacia el slot 4 y la conectamos a la red Ethernet con la dirección 192.168.0.50. A continuación, cogemos la CP del Equipo 1 y miramos debajo de la tapa de los puertos para leer la dirección MAC que viene grabada. Activamos la casilla "Ajustar dirección MAC" y escribimos la dirección leída en la casilla "Dirección MAC", por ejemplo (08-00-06-9C-45-C4). Posteriormente pulsamos el botón "Aceptar".

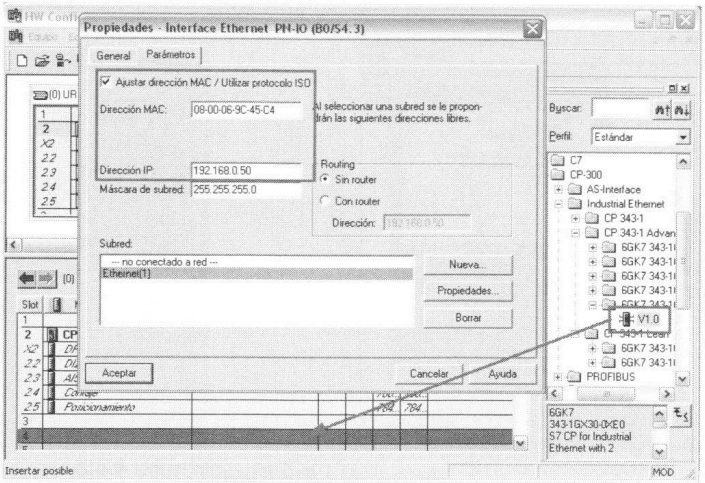


Figura 4.4.4

En la parte inferior izquierda dentro de la CP veremos el puerto nombrado como PN-IO (conexión X2). Hemos de hacer un doble clic y, cuando se abra la ventana, en "Nombre del dispositivo" le ponemos "CP1", ya que nunca deben exisitir CP en la misma red con el nombre repetido. A continuación, pulsamos sobre "Guardar y compilar" (figura 4.4.5).

Repetimos el proceso con el Equipo 2, poniendo como dirección IP 192.168.0.60, su dirección MAC (08-00-06-9C-45-03) leída bajo la tapa de los puertos de la CP343-1, y en "Nombre del dispositivo" le ponemos "CP2" (figura 4.4.6).

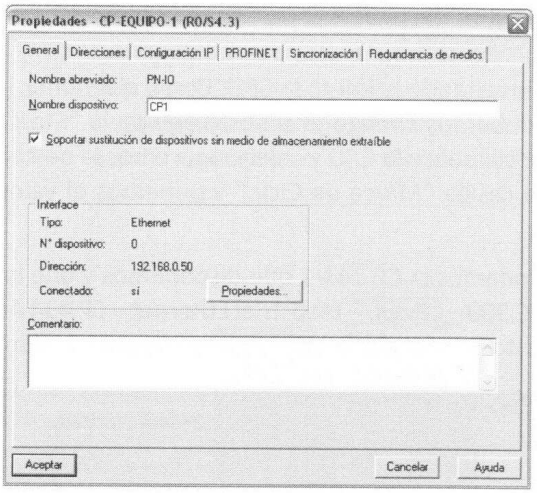


Figura 4.4.5

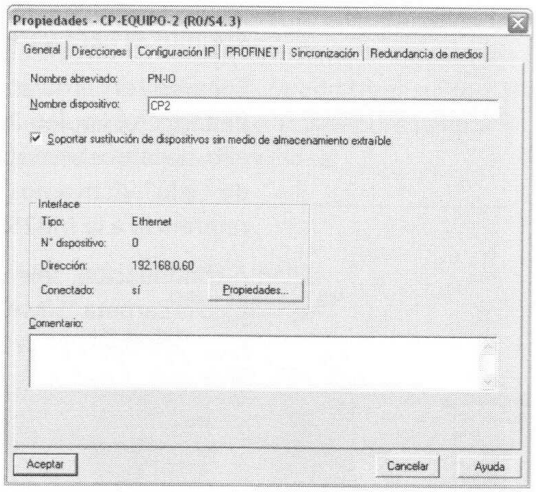


Figura 4.4.6

Abrimos el NetPro (figura 4.4.7) para configurar los enlaces (figura 4.4.7), seleccionamos la CPU del "Equipo 1" y, situándonos en la primera fila, hacemos un clic en el botón derecho del ratón y elegimos "Insertar nuevo enlace". Aparecerá una ventana en donde la configuramos como:

"Interlocutor": CPU del Equipo 2.
"Enlace - Tipo": Enlaces de transporte ISO.

Pulsar el botón "Aceptar" para finalizar. Aparecerá la siguiente ventana en donde marcamos la opción de "Establecimiento activo del enlace".

En la pestaña "Direcciones" podemos ver la TSAP. La TSAP en un enlace ISO es algo similar al puerto en un enlace TCP. En el Equipo 1 escribiremos un TSAP en ASCII o en hexadecimal (puede tener una longitud entre 1 y 20 caracteres en ASCII). Si escribimos en ASCII, debajo aparecerá la conversión en hexadecimal y viceversa (figura 4.4.8).

El TSAP del Equipo 1 no tiene por qué ser igual a la del Equipo 2, pero puede serlo.

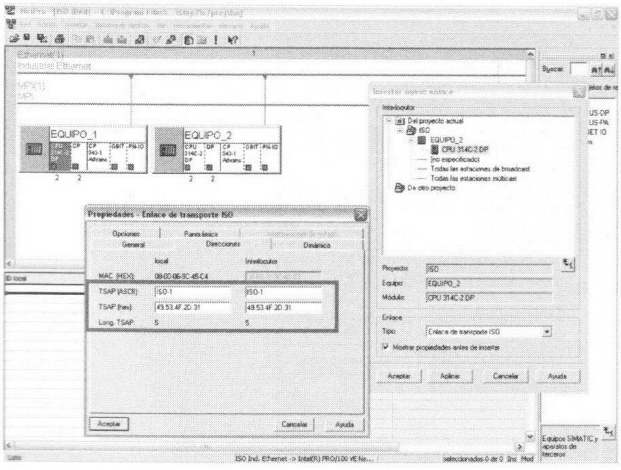


Figura 4.4.7

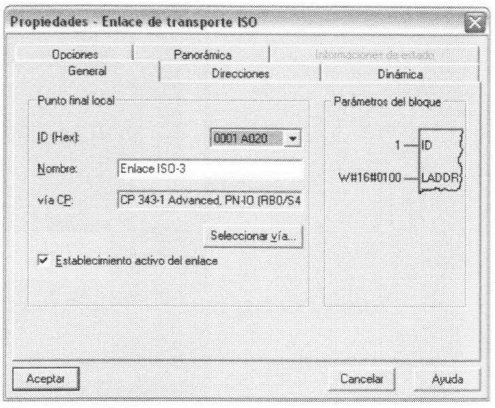


Figura 4.4.8

Si queremos hacer más enlaces ISO con los mismos equipos, los TSAP no pueden ser iguales a los anteriores.

Siguiendo en la misma ventana pero en la pestaña "Dinámica" (figura 4.4.9), podemos configurar los siguientes parámetros:

- *Retransmisión Time*: Especifica el intervalo que ha de transcurrir tras un intento fallido de establecimiento del enlace para volver a intentarlo.
- *Inactivity Time*: Indica el intervalo tras el cual se deshace el enlace, cuando el equipo interlocutor ya no da señales de vida (6-180s, default 30s).
- *Max. Count*: Es el número de intentos de emisión incluido el primero (1-100, default 5).

Podemos dejar los valores que vienen por defecto.

Cerraremos esta ventana pulsando el botón "Aceptar". Podremos observar el enlace creado (figura 4.4.10).

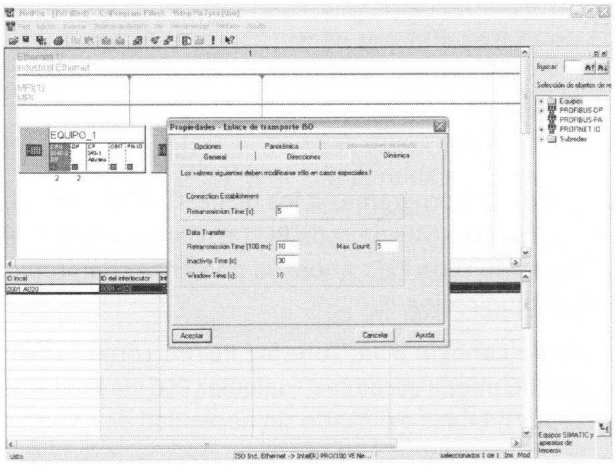


Figura 4.4.9

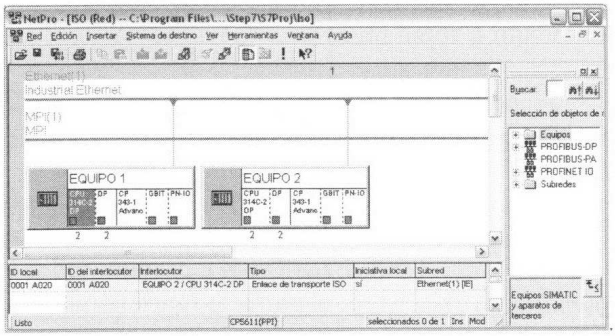


Figura 4.4.10

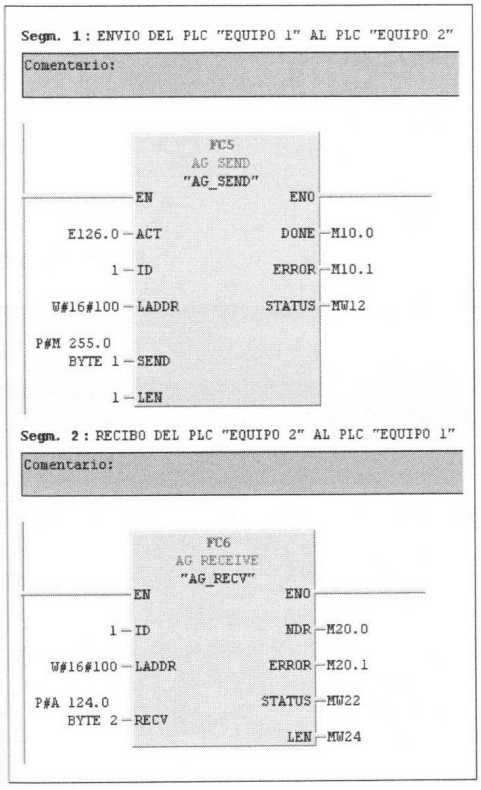


Figura 4.4.11

4.4.2.3.2 Programación de los equipos

4.4.2.3.2.1 Programación del Equipo 1

A continuación, realizamos los programas en el OB1 del Equipo 1 con las funciones FC5 y FC6 para, de esta forma, poder recibir y enviar los datos que nos interesen.

En este caso enviamos un byte, el MB255 (marca de ciclo) y recibimos dos bytes que serán cargados en el AB124 y AB125.

4.4.2.3.2.2 Programación del Equipo 2

Programamos en el OB1 del Equipo 2 con las funciones FC5 y FC6 para poder recibir y enviar los datos que nos interesen.

En este caso enviamos los dos bytes EB124 y EB125, y recibimos un byte que será cargado en el AB124.

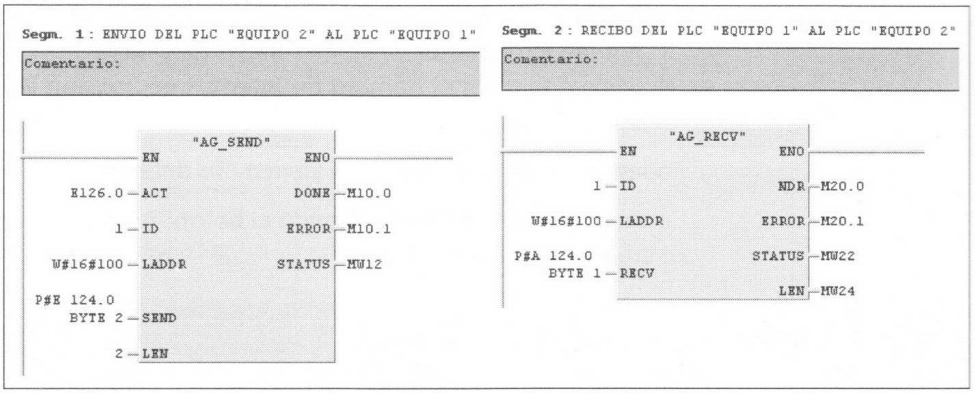


Figura 4.4.12

Por último, queda enviar el hardware y los programas a los dos PLC. Para ello, conectaremos el cable PC Adapter en el puerto MPI de cada PLC, enviando primero el hardware y después todos los bloques de cada PLC. Ahora ya podemos comprobar el perfecto funcionamiento de las comunicaciones.

Una vez enviado el programa, puedo configurar la "Interfaz PG/PC como TCP/IP para que a partir de ese momento el PC pueda acceder a cualquier PLC vía Ethernet y, por lo tanto, pueda visualizar bloques, tablas de estado sin necesidad de cambiar el cable de un PLC a otro.

Comprobamos la conexión Ethernet visualizando las páginas web de diagnóstico integradas en cada CP.

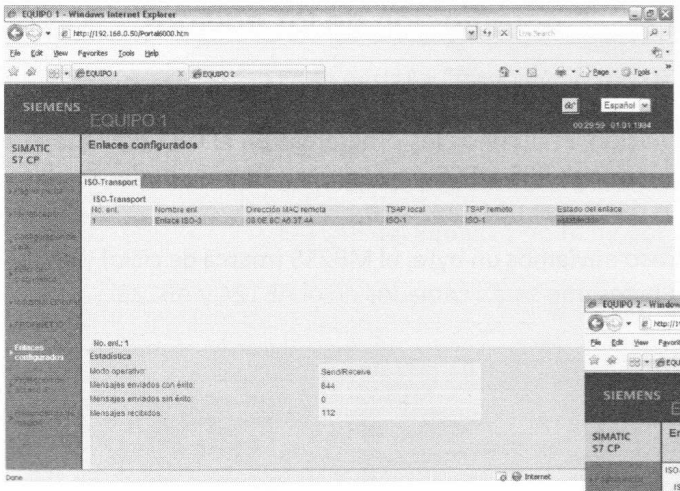


Figura 4.4.13

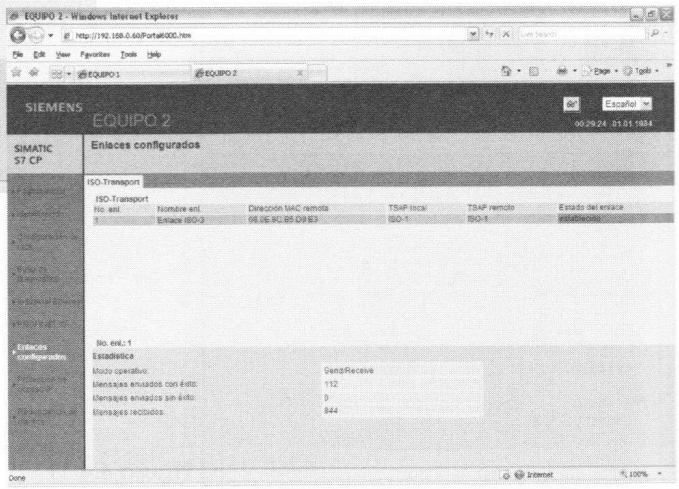


Figura 4.4.14

4.5 Comunicación Ethernet. Entre varios PLC en Multicast

4.5.1 Generalidades

Algunas de las características de este tipo de comunicación son las siguientes:

- UDP significa User Datagram Protocol.
- Los enlaces realizados con UDP no salen a Internet.
- Dispone de un servicio de transporte de datos poco fiable, ya que no recibimos confirmación si los datos han sido recibidos o no.
- Permite distinguir entre varias conexiones en un mismo equipo gracias a un identificador llamado puerto, semejante al T-SAP de ISO.
- El servicio ofrecido es NOC (no orientado a conexión).
- Su uso principal es en aplicaciones de pequeño trasiego de datos o multidifusión.
- No existe aceptación de los mensajes recibidos ni control de congestión.
- Las capas superiores serán las encargadas de realizar el control de congestión y la pérdida de paquetes.
- En ocasiones, existe una ampliación de la cabecera incluyendo la dirección IP.
- Los puertos UDP de ciertas aplicaciones son conocidos por todos los clientes.
- Existen mensajes Multicasts tanto en capa 2 como capa 3 (IP).
- En las direcciones Multicast, capa 2, el bit de dirección MAC más significativo está forzado a "1".
- En la dirección para una comunicación del tipo Broadcast, todos los bits de dirección MAC son puestos a "1".
- Los PLC pueden enviar y recibir Multicast, pero sólo pueden enviar Broadcast, no recibir.
- En el rango de 224.0.0.0 a 239.255.255.255 se emplean direcciones IP especiales como direcciones de destino que se reproducen en las direcciones Multicast MAC.
- Los equipos comunican a sus routers que desean recibir paquetes IP Multicast (IGMP join). Los equipos finalizan la recepción dándose de baja (IGMP leave).
- Los routers memorizan el puerto de salida en el que se encuentra el equipo que solicita determinado paquete IP Multicast.
- Los PLC que pertenezcan a un mismo grupo Multicast han de tener la misma dirección IP Multicast y el mismo puerto de comunicaciones.
- Cuando un equipo hace un envío Multicast, se envían los datos a todas los equipos de ese grupo.

4.5.2 Ejercicio resuelto

4.5.2.1 Objetivo

Queremos hacer dos grupos Multicast, como son los representados en la figura 4.5.1.

En donde:

- Tenemos el Grupo 224.0.1.1, que estará formado por el Equipo 1, Equipo 2 y Equipo 3, que trabajarán en el puerto 4000 y que, cuando uno de los componentes del grupo envíe una información, la recibirán los otros dos.
- Tenemos el Grupo 224.0.1.2, que estará formado por el Equipo 3 y Equipo 4, que trabajaran en el puerto 4001 y que, cuando uno de los dos equipos del grupo envíe una información, la recibirá el otro.

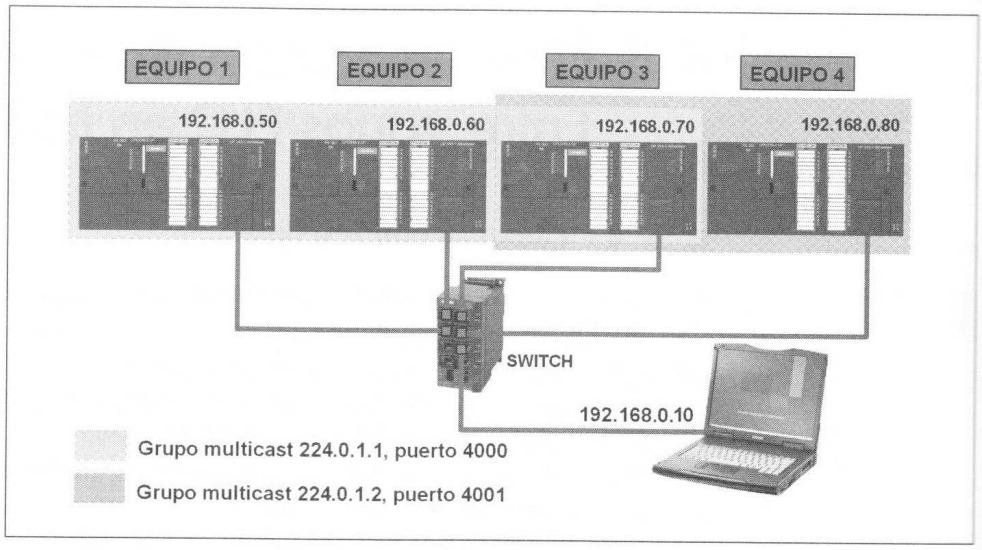


Figura 4.5.1
Definición de los dos grupos Multicast.

4.5.2.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Cuatro CPU 314C-2 DP.

Cuatro CP 343-1 Advanced

Un switch.

Cinco cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un ordenador con tarjeta de red Ethernet.

4.5.2.3 Desarrollo del ejercicio

Lo primero que hemos de hacer es crear en el Administrador SIMATIC los tres PLC con su hardware correspondiente. Poner los nombres de Equipo 1, Equipo 2, Equipo 3 y Equipo 4 (figura 4.5.2).

En el hardware de cada CPU se deberá asignar a la tarjeta CP 343-1 dirección IP y el nombre de dispositivo. A continuación, se muestra el configurado para el Equipo 1 a modo de ejemplo (figura 4.5.3).

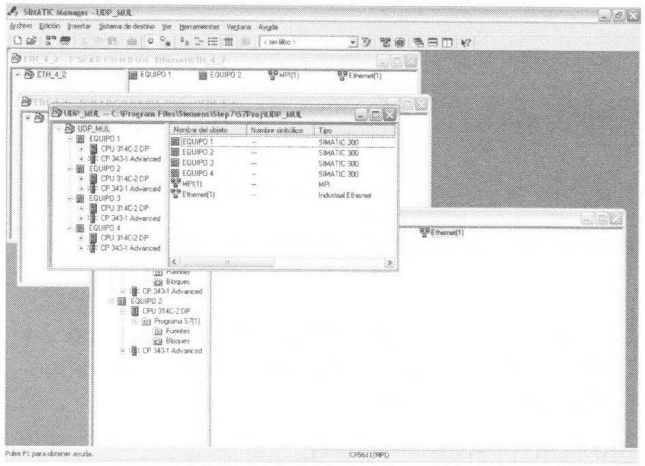


Figura 4.5.2

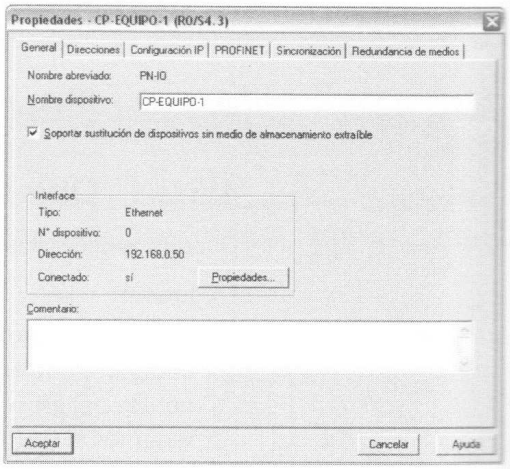


Figura 4.5.3

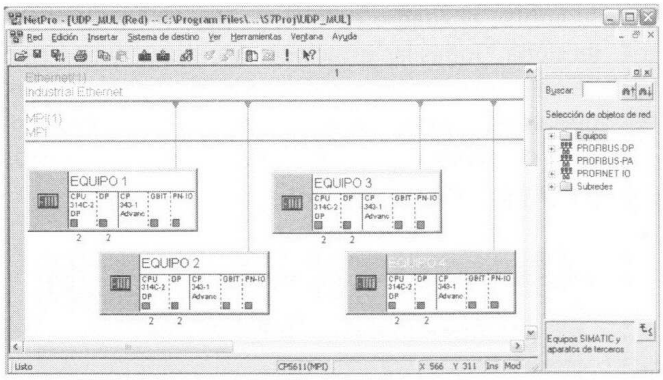


Figura 4.5.4

Las otras tres CPU se deberán configurar de igual forma pero con sus datos, que son:

- Equipo 2:
Dirección IP "192.168.0.60" y nombre de dispositivo "CP-ESTACIÓN-2"
- Equipo 3:
Dirección IP "192.168.0.70" y nombre de dispositivo "CP-ESTACIÓN-3"
- Equipo 4:
Dirección IP "192.168.0.80" y nombre de dispositivo "CP-ESTACIÓN-4"

A continuación, abriremos el NetPro para poder configurar los enlaces de los dos grupos Multicast (figura 4.5.4).

Para ello, iremos seleccionando cada una de la CPU afectadas e iremos insertando enlaces en la tabla inferior. El primer grupo Multicast será el 224.0.1.1 y trabajará con el puerto 4000. Estará formado por los siguientes equipos:

- Equipo 1, IP: 192.168.0.50
- Equipo 2, IP: 192.168.0.60
- Equipo 3, IP: 192.168.0.70

El segundo grupo Multicast será el 224.0.1.2 y trabajará con el puerto 4001. Estará formado por los siguientes equipos:

- Equipo 3, IP: 192.168.0.70
- Equipo 4, IP: 192.168.0.80

Resumiendo, tendremos:

	PLC 1 – EQUIPO 1	PLC 2 – EQUIPO 2	PLC 3 – EQUIPO 3	PLC 4 – EQUIPO 4
Nombre del dispositivo	CP-EQUIPO-1	CP-EQUIPO-2	CP-EQUIPO-3	CP-EQUIPO-4
Dirección IP	192.168.0.50	192.168.0.60	192.168.0.70	192.168.0.80
Grupo Multicast 1	224.0.1.1			
Puerto Multicast 1	4000			
Grupo Multicast 2			224.0.1.2	
Puerto Multicast 2			4001	

Tabla 4.5.1

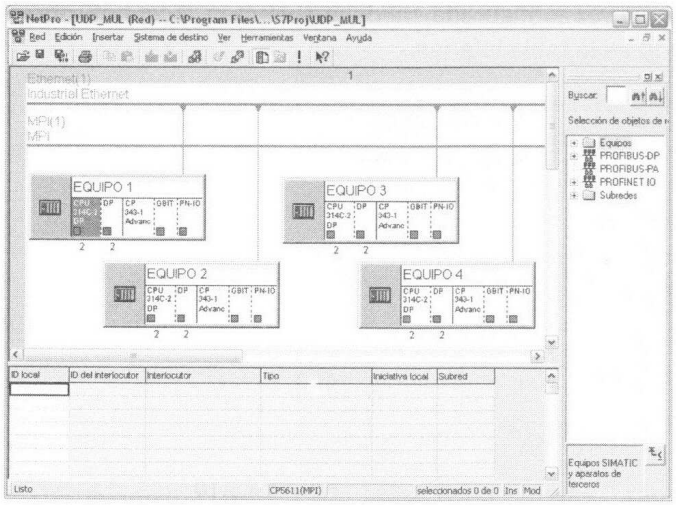


Figura 4.5.5

4.5.2.3.1 Configuración del primer grupo Multicast

Vamos a crear el primer enlace Multicast del grupo 1, con la dirección IP 224.0.1.1 y con el puerto 4000. Para ello, seleccionamos la CPU del Equipo 1 y pulsando el botón de la derecha del ratón encima de la primera fila "ID local" seleccionamos "Insertar nuevo enlace".

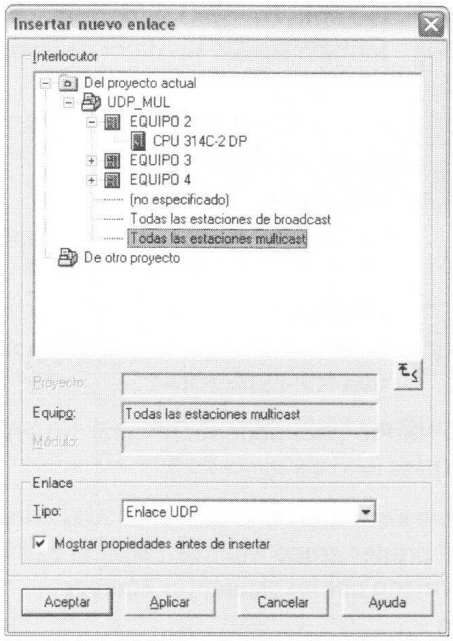


Figura 4.5.6

Al abrirse el cuadro de diálogo (figura 4.5.6), se selecciona "Todas las estaciones Multicast" y en "Tipo de enlace" seleccionar "Enlace UDP". A continuación, pulsamos el botón "Aceptar", apareciendo una ventana de advertencia (figura 4.5.7) que cerraremos pulsando el botón "Aceptar".

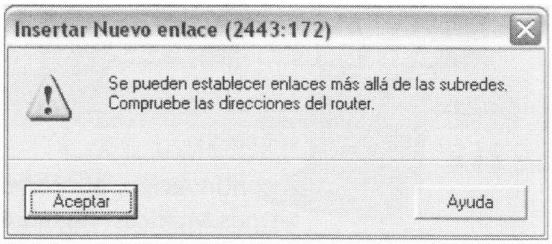


Figura 4.5.7

Se abre la ventana "Propiedades Enlace UDP" (figura 4.5.8).

Seleccionamos la pestaña "Direcciones" (figura 4.5.9).

En grupo Multicast ponemos la dirección IP "224.0.1.1" como puerto (PORT) "4000" tanto Local como Grupo Multicast.

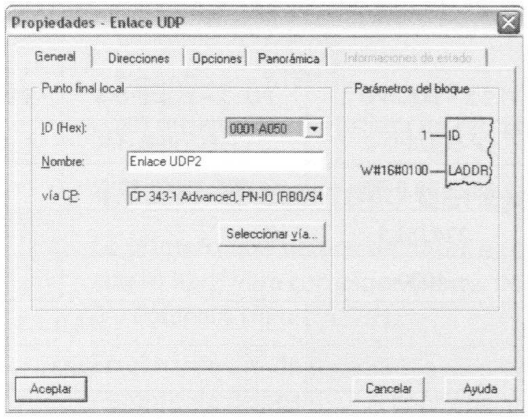


Figura 4.5.8

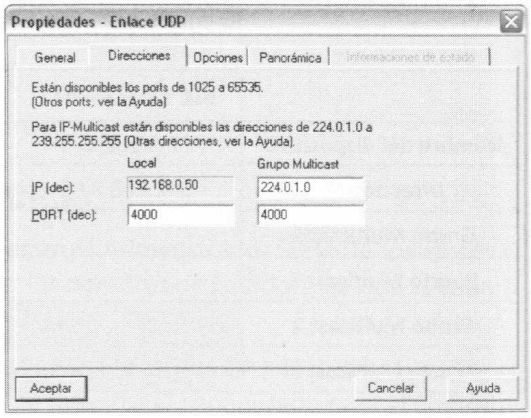


Figura 4.5.9

Cerraremos esta ventana, una vez configurada, mediante el botón "Aceptar", observando el enlace configurado en la tabla inferior:

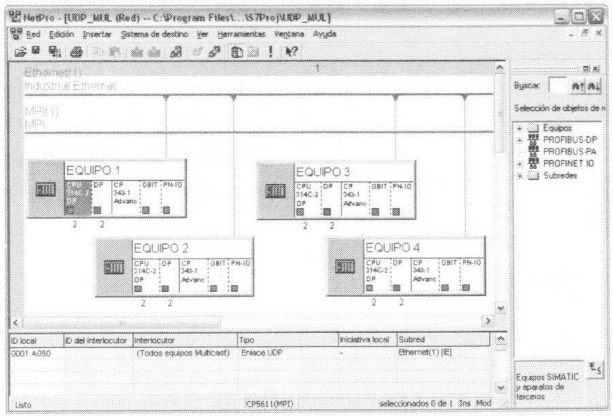


Figura 4.5.10

A continuación, realizamos la configuración del enlace del Equipo 2. Para ello, seleccionamos la CPU del Equipo 2 y pulsando el botón de la derecha del ratón sobre la primera fila de "ID local" seleccionamos "Insertar nuevo enlace".

Al abrirse el cuadro de diálogo (figura 4.5.11), se configura de igual forma que el Equipo 1, es decir:

- "Todas las estaciones Multicast".
- "Enlace UDP".

Pulsando, a continuación, sobre el botón "Aceptar". Aparecerá el mensaje de advertencia, que cerramos mediante el botón "Aceptar".

Se abre la ventana "Propiedades Enlace UDP" (figura 4.5.12).

Seleccionamos la pestaña "Direcciones".

En grupo Multicast ponemos la dirección IP "224.0.1.1" y en los dos puertos (PORT) 4000.

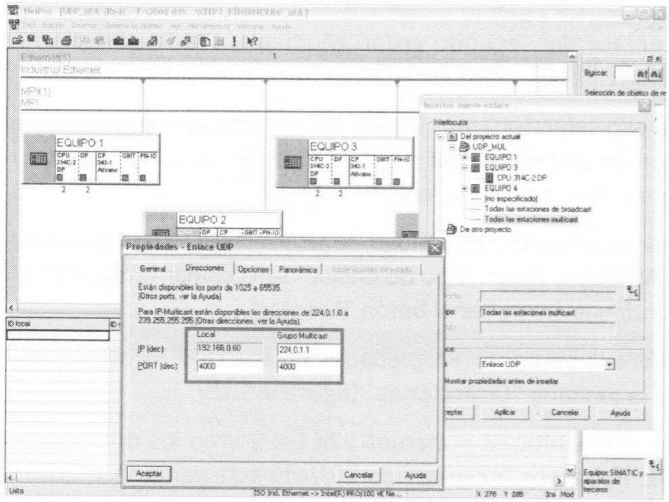


Figura 4.5.11

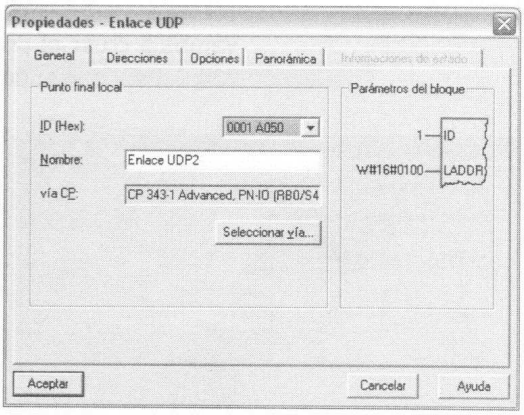


Figura 4.5.12

Realizamos la misma operación con el Equipo 3. Seleccionamos la CPU del Equipo 3 y pulsando el botón de la derecha del ratón sobre la primera fila de "ID local" seleccionamos "Insertar nuevo enlace".

Al abrirse el cuadro de diálogo, se selecciona:

- "Todas las estaciones Multicast".
- "Enlace UDP".

Pulsando, a continuación, sobre el botón "Aceptar", aparecerá el mensaje de advertencia, que cerramos mediante el botón "Aceptar".

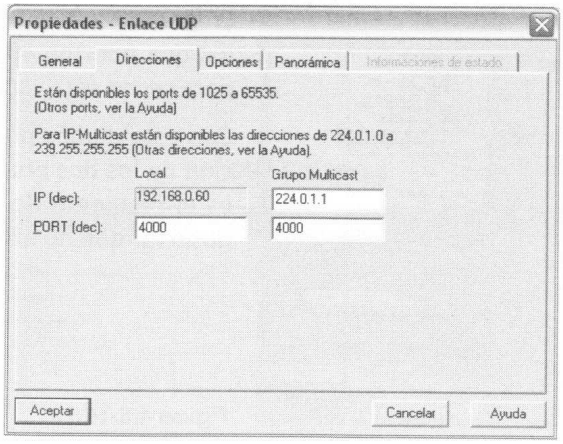


Figura 4.5.13

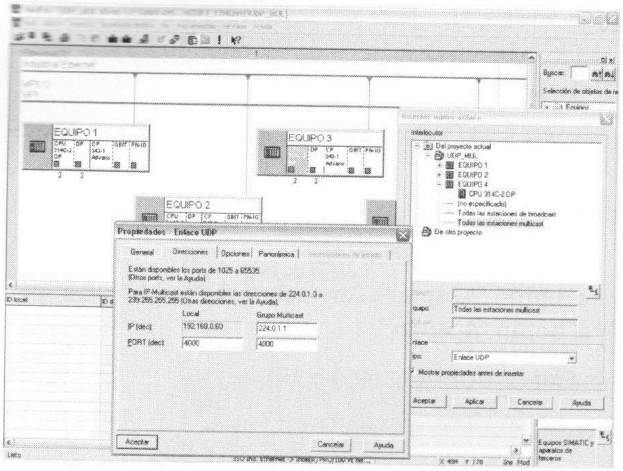


Figura 4.5.14

Se abre la ventana "Propiedades Enlace UDP", en donde seleccionamos la pestaña "Direcciones", configurándola como:

Grupo Multicast, ponemos 224.0.1.1

Puertos, ponemos 4000.

Pulsamos "Aceptar" para cerrar esta ventana.

Con esto damos por finalizada la configuración del primer grupo Multicast.

4.5.2.3.2 Configuración del segundo grupo Multicast

Vamos a crear el primer enlace del segundo grupo Multicast, con la dirección IP 224.0.1.2 y con el puerto 4001.

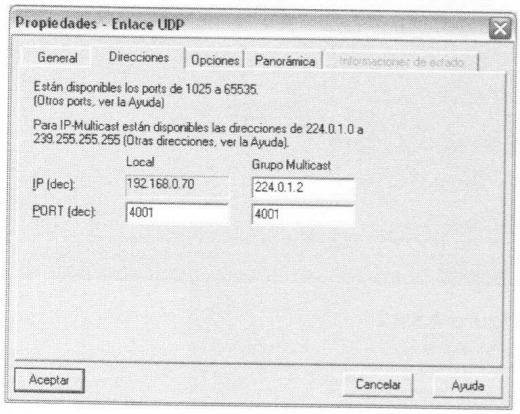


Figura 4.5.15

Para ello seleccionamos la CPU del del Equipo 3 y pulsando el botón de la derecha del ratón encima de "ID local". Seleccionamos "Insertar nuevo enlace".

Al abrirse el cuadro de diálogo, se selecciona "Todas las estaciones Multicast" y en "Tipo de enlace" seleccionar "Enlace UDP". A continuación, pulsar el botón "Aceptar".

Se abre la ventana "Propiedades Enlace UDP" y seleccionamos la pestaña "Direcciones" (figura 4.5.15).

En grupo Multicast ponemos 224.0.1.2 y en los dos puertos 4001. Pulsamos "Aceptar" para cerrar esta ventana.

Creamos el segundo enlace Multicast del grupo 2, con la dirección IP 224.0.1.2 y con el puerto 4001.

Para ello seleccionamos la CPU del Equipo 4 y pulsando el botón de la derecha del ratón encima de "ID local" seleccionamos "Insertar nuevo enlace".

Al abrirse el cuadro de diálogo, se selecciona "Todas las estaciones Multicast" y en "Tipo de enlace" seleccionar "Enlace UDP". A continuación, pulsar el botón "Aceptar".

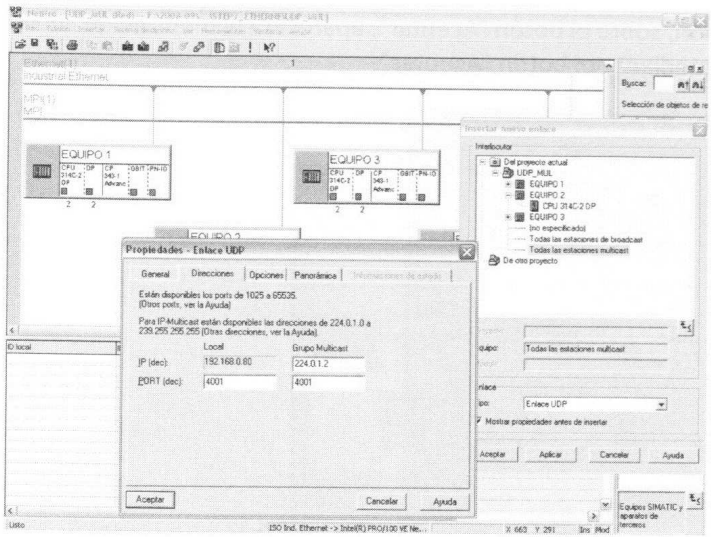


Figura 4.5.16

Se abre la ventana "Propiedades Enlace UDP" y seleccionamos la pestaña "Direcciones" (figura 4.5.16).

En grupo Multicast ponemos 224.0.1.2 y en los dos puertos 4001. Pulsamos "Aceptar" para cerrar esta ventana.

Con esto damos por finalizada la configuración de los dos grupos Multicast. Por tanto, es el momento de "Guardar y compilar" y observar que no existen errores.

4.5.2.3.3 Programación de los equipos

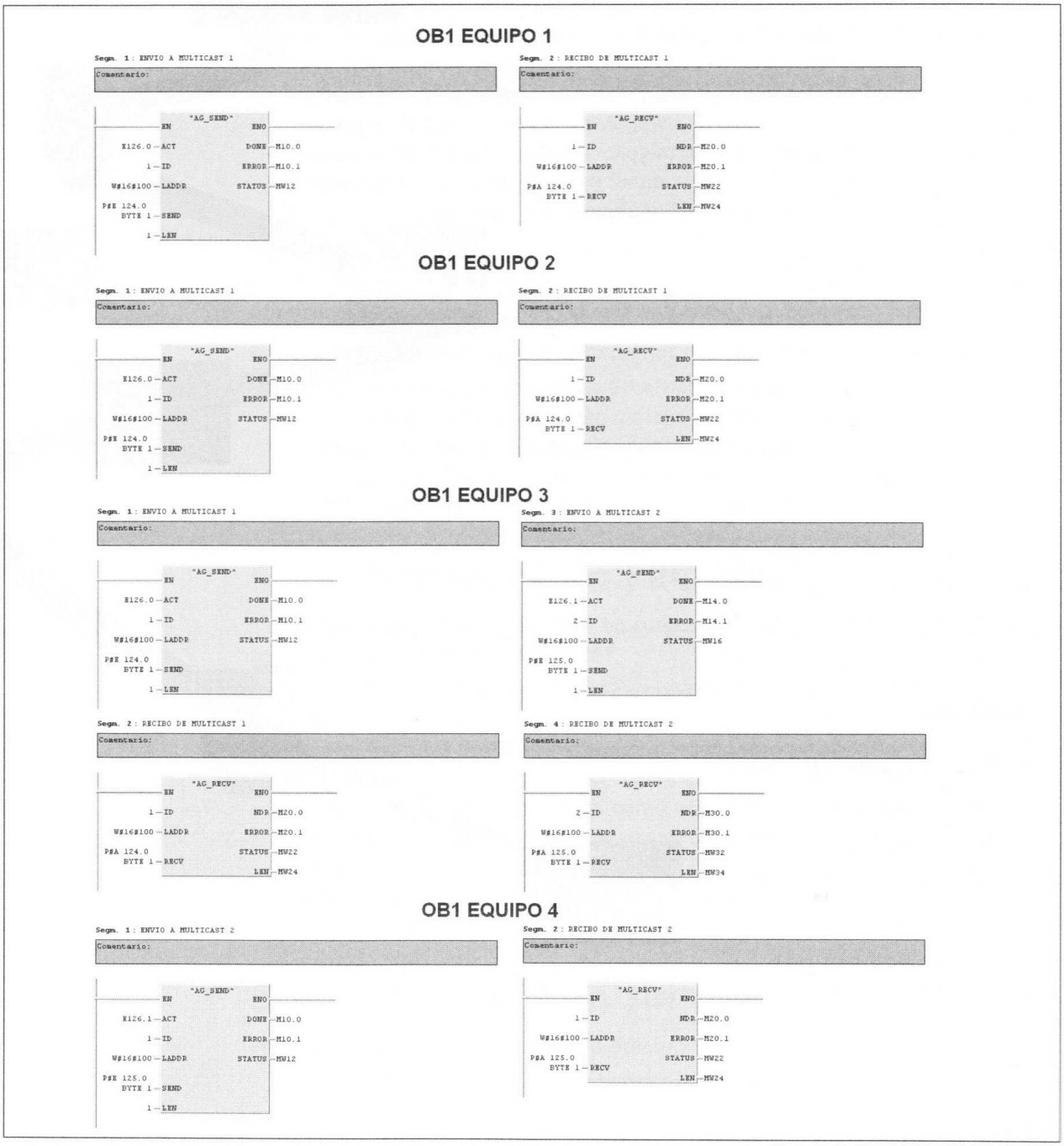
A continuación, hemos de programar, mediante la utilización de las funciones FC5 "AG_SEND" y FC6 "AG_RECV", cada equipo para poder realizar el intercambio de datos.

Una vez programados y guardados los OB1 de cada equipo, conectamos el cable MPI al puerto MPI del Equipo 1, abrimos su configuración de hardware y lo cargamos en el PLC. A continuación, enviamos los bloques programados como son el OB1, FC5 y el FC6.

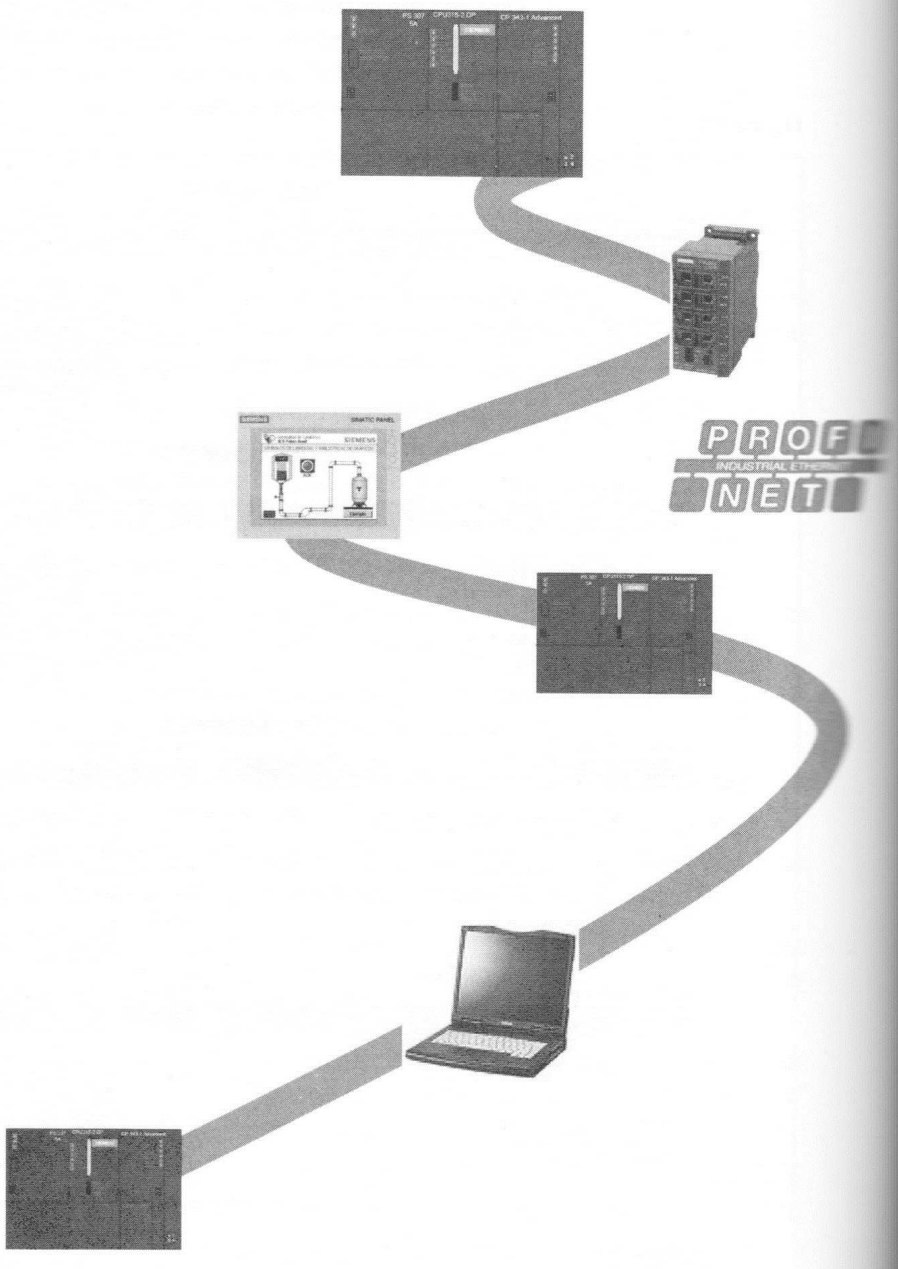
Finalizada la carga en el Equipo 1, cambiamos el cable a cada uno del resto de equipos y realizamos la misma operación. Enviar la configuración de hardware y posteriormente los bloques de programa.

Una vez terminado el proceso, podemos configurar la Interfaz PG/PC como punto de acceso a la aplicación en TCP/IP y de esta forma poder acceder mediante Ethernet a cada uno de los PLC y, por tanto, poder visualizar bloques, tablas de estado sin necesidad de cambiar el cable PC Adapter de un PLC a otro.

Figura 4.5.17



Unidad 5 Redes de comunicación industrial PROFINET



En este capítulo:

5.1 Introducción y características de PROFINET

5.2 Red PROFINET. Comunicación entre una CP 343-1 con puerto PN y ET 200S -

5.3 Red PROFINET entre un PLC con puerto PN integrado y dos ET 200S

5.1 Introducción y características de PROFINET

En el contexto de la Totally Integrated Automation (TIA), PROFINET es la evolución lógica del bus de campo Profibus DP y de Industrial Ethernet. La experiencia de ambos sistemas ha sido y está siendo integrada en PROFINET.

- PROFINET, como estándar de automatización, está basado en Ethernet.
- Profibus International (Profibus User Organisation) define así un modelo abierto de comunicación e ingeniería.

5.1.1 Objetivos y ventajas de PROFINET

Los objetivos de PROFINET son:

- Ser un estándar abierto para la automatización basado en Industrial Ethernet.
- Que los componentes de Industrial Ethernet y Standard Ethernet puedan utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de Industrial Ethernet sean más robustos y, por consiguiente, más apropiados para el entorno industrial (temperatura, seguridad de funcionamiento, etc.).
- Usar estándares TCP/IP y de tecnologías de la información.
- Automatización con Ethernet en tiempo real.
- Integrar de forma directa sistemas con bus de campo.

PROFINET especifica las funciones para la realización de una solución total de automatización desde la instalación de la red hasta el diagnóstico basado en la web. Gracias a su estructura modular, PROFINET puede ampliarse fácilmente con funciones futuras.

De todo lo escrito anteriormente, podemos deducir las siguientes ventajas:

- Flexibilidad gracias al empleo de Ethernet y de los acreditados estándares IT.
- Ahorro de ingeniería y puesta en marcha gracias a la modularización.
- Protección de la inversión para equipos y aplicaciones Profibus.
- Más rápido que los actuales buses especiales en el ámbito de Motion Control.
- Amplio abanico de productos disponibles en el mercado.

5.1.2 Arquitectura PROFINET

La Profibus International ha tenido en cuenta principalmente los siguientes aspectos para la arquitectura de PROFINET:

- Comunicación entre aparatos de campo como p. ej. los aparatos de la periferia y los accionamientos.
- Las arquitecturas Profibus existentes pueden integrarse dentro de PROFINET. De este modo, se protege la inversión para equipos Profibus y aplicaciones.
- Comunicación entre autómatas como componentes de sistemas distribuidos. La estructura modular técnica es una garantía de ahorro tanto en la ingeniería como en el mantenimiento.
- Técnica de instalación con conectores y componentes de red estandarizados. Así se aprovecha el potencial innovador de Ethernet y de los estándares de TI.

5.1.3 PROFINET en Siemens

Han realizado los aspectos de la arquitectura PROFINET de la forma siguiente:

- La comunicación entre los autómatas y los aparatos de campo se realiza con PROFINET IO.

- La comunicación entre los autómatas como componentes de sistemas distribuidos se realiza mediante PROFINET CBA (Component Based Automation).
- La técnica de instalación y los componentes de red se comercializan con la marca SIMATIC NET.

Para la asistencia técnica a distancia y el diagnóstico de redes se utilizan los acreditados estándares IT del entorno Office (p. ej., SNMP = Simple Network Management Protocol para parametrización y diagnóstico de redes).

En la dirección de Internet http://www.profinet.com de la Profibus User Organisation podemos encontrar un gran número de documentos en torno a PROFINET. Para más información al respecto, podemos consultar la dirección de Internet www.siemens.com/profinet/.

Los dispositivos PROFINET de la familia de productos SIMATIC disponen de interfaces PROFINET con y sin switch integrado. En la tabla, vemos las especificaciones técnicas de la interfaz Profinet.

Los dispositivos PROFINET con switch integrado poseen generalmente dos puertos para configurar la red con arquitectura en línea.

A continuación, explicamos las características y reglas para la denominación de la interfaz PROFINET y su visualización en STEP 7.

Propiedad física	Técnica de conexión	Tipo de cable / medio de transmisión Estándar	Velocidad de transferencia / Servicio	Long. máx. segmento	Ventajas
Eléctrica	Conector RJ 45 ISO/IEC 61754-24	100Base-TX Cable de cobre de par trenzado 2x2, simétrico y apantallado exigencia de transmisión según CAT 5 IEC 61158	100 Mbit/s / dúplex	100 m	Conexión de cable simple y económica
Óptica	SCRJ 45 ISO/IEC 61754-24	100Base-FX Cable de fibra óptica POF (Polymer Optical Fiber, POF) 980/1.000 µm (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 60793-2	100 Mbit/s / dúplex	50 m	Uso con grandes diferencias de potencial. Insensible contra radiación electromagn. Baja amortiguación del cable. Mayor seguridad de escucha.
		Fibra óptica recubierta de plástico (Polymer Cladded Fiber, PCF) 200/230 µm (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 60793-2	100 Mbit/s / dúplex	100 m	
	BFOC (Bayonet Fiber Optic Connector) ISO/IEC 60874-10	Cable de fibra óptica – fibra monomodal 60/125 µm (sección del núcleo/ sección externa) ISO/IEC 9314-4	100 Mbit/s / dúplex	26 km	
		Cable de fibra óptica –fibra multimodal 60/125 µm (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 9314-4	100 Mbit/s / dúplex	3.000 m	

Ondas de radio	–	IEEE 802.11	54 Mbit/s / semidúplex en la banda de 2,4 GHz (IEEE 802.11 g) 54 Mbit/s / semidúplex en la banda de 5 GHz (IEEE 802.11 h) 24 Mbit/s / semidúplex (IEEE 802.11 a) Adaptación dinámica a 9, 12, 16, 18, 24, 36, 48 Mbit/s	100 m	Mayor movilidad Interconexión económica con estaciones lejanas y difícilmente accesibles

Tabla 5.1.1
Comparativa entre medios de transmisión.

5.1.3.1 Ventajas

La interfaz PROFINET con dos o más puertos permite configurar el sistema con una arquitectura en línea sin necesidad de switches externos adicionales.

5.1.3.2 Características

Todo dispositivo PROFINET puede ser identificado en la red de forma unívoca a través de su interfaz PROFINET. Para ello, cada interfaz PROFINET dispone de:

- Una dirección MAC (ajustada de fábrica).
- Una dirección IP.
- Un nombre (NameOfStation).

5.1.3.3 Identificación y numeración de las interfaces y los puertos

Las interfaces y los puertos se identifican con las siguientes letras para todos los módulos y dispositivos del sistema PROFINET:

Interfaz: X (a partir del número 1).
Puerto: P (a partir del número 1).

Ejemplo de rotulación	Número de interfaz	Número de puerto
X2 P1	2	1
X1 P2	1	2

Tabla 5.1.2

5.1.3.4 Integración de buses de campo en PROFINET

PROFINET ofrece la posibilidad de integrar sistemas de bus de campo ya existentes (p. ej., Profibus, AS-i, etc.) en PROFINET a través de un Proxy. Ello permite configurar sistemas mixtos a partir de subsistemas basados en buses de campo y Ethernet. De este modo se consigue una transición continua de las tecnologías a PROFINET.

Gracias a las diferentes interfaces, podemos acoplar una red PROFINET con otra red. De este modo es posible integrar en PROFINET configuraciones de otras redes ya existentes.

Tipos de acoplamientos de redes :

- Acoplamiento de Profibus con PROFINET a través del IE/PB Link.
- Acoplamiento de Profibus DP con PROFINET a través de una red Industrial Wireless LAN a través de un LAN/PB-Link inalámbrico.
- Acoplamiento de AS-Interface y PROFINET a través de un IE/AS-i-Link PN IO.

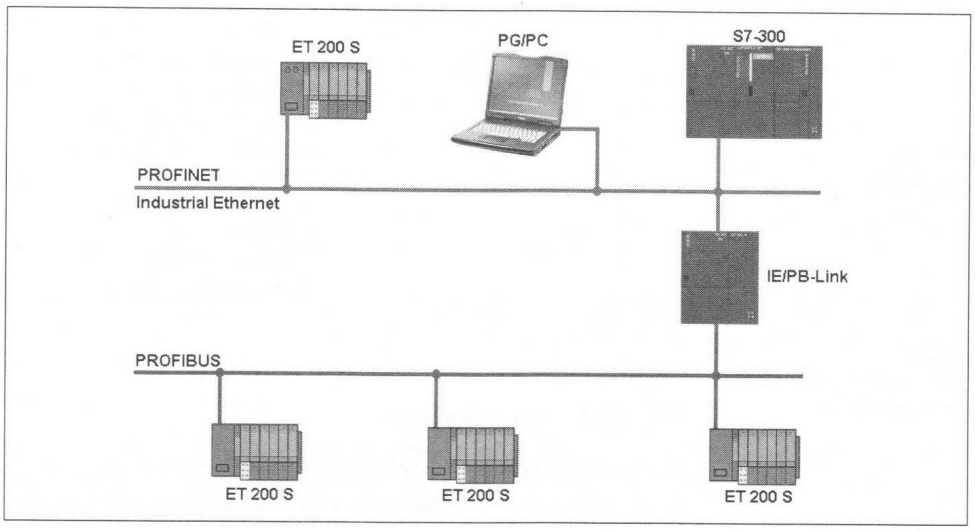


Figura 5.1.1
Enlace entre una red Profibus i una red PROFINET.

5.1.4 Tipos de PROFINET

5.1.4.1 PROFINET IO

PROFINET IO se basa en 15 años de experiencia con Profibus DP y combina las propiedades de uso habituales en Profibus con la incorporación de innovadores conceptos de la tecnología Ethernet. Con ello se garantiza la migración sin problemas de Profibus DP al entorno PROFINET.

PROFINET IO define un modelo abierto de comunicación, automatización e ingeniería.

Con PROFINET IO se aplica una tecnología de conmutación que permite a cualquier estación acceder a la red en todo momento. Así, la red permite un uso mucho más efectivo gracias a la transmisión de datos simultánea de varias estaciones. El modo dúplex del sistema Switched Ethernet permite transmitir y recibir simultáneamente.

PROFINET IO se basa en Switched Ethernet con modo dúplex y un ancho de banda de 100 Mbits/s.

A la hora de desarrollar PROFINET IO, se ha puesto especial cuidado en proteger la inversión de los usuarios y los fabricantes de dispositivos. La migración a PROFINET IO se desarrolla manteniendo el modelo de aplicación de Profibus.

Comparando con Profibus DP, la vista de los datos del proceso se conserva plenamente en cuanto a:

- Datos I/O (acceso a datos de periferia a través de direcciones lógicas).
- Registros (almacenamiento de parámetros y datos).
- Integración en un sistema de diagnóstico (notificación de eventos de diagnóstico, buffer de diagnóstico).

Eso significa que en el programa de usuario se utiliza la vista habitual para el acceso a los datos del proceso. Esto nos permite continuar utilizando todos los conocimientos de programación que ya tenemos. Lo mismo ocurre con perfiles de dispositivos, como PROFIsafe, PROFIdrive, etc., que también continúan disponibles en PROFINET IO.

En el contexto de PROFINET, PROFINET IO es un concepto de comunicación para la realización de aplicaciones modulares descentralizadas. PROFINET IO nos permite crear soluciones de automatización como hasta ahora en Profibus.

PROFINET IO se implementa con el estándar PROFINET para sistemas de automatización.

La herramienta de ingeniería STEP 7 nos ayudará a configurar y parametrizar las soluciones de automatización que necesitemos.

Por tanto, en STEP 7 disponemos de la misma vista de la aplicación, independientemente de si configuramos los dispositivos PROFINET o aparatos Profibus. La creación del programa de usuario es igual en PROFINET IO y en Profibus DP, puesto que para PROFINET IO se utilizan bloques ampliados y listas de estado del sistema.

Por otra parte, también es posible utilizar dispositivos IO que soportan una frecuencia de envío de 1ms en un controlador IO que funcione con una frecuencia de envío de 250µs. El tiempo mínimo de actualización de los dispositivos IO en cuestión será entonces de, como mínimo, 1ms.

5.1.4.2 PROFINET CBA

Dentro de PROFINET, PROFINET CBA (Component Based Automation) es un concepto de automatización con los siguientes puntos centrales:

- Realización de aplicaciones modulares.
- Comunicación entre máquinas.

PROFINET CBA nos permite crear una solución de automatización distribuida basada en componentes y soluciones parciales preparadas. Este concepto responde a las exigencias de tener una mayor modularización en la ingeniería de máquinas e instalaciones mediante una máxima descentralización del procesamiento inteligente.

Component Based Automation permite implementar módulos tecnológicos enteros en forma de componentes estandarizados en plantas industriales de gran tamaño.

El usuario crea los componentes modulares inteligentes PROFINET CBA en una herramienta de ingeniería que puede diferir de fabricante a fabricante. Los componentes generados a partir de dispositivos SIMATIC se crean con STEP 7 y se interconectan con la herramienta SIMATIC iMAP.

5.1.5 Redes por cable

5.1.5.1 Tecnología

5.1.5.1.1 Fast Ethernet

Con Fast Ethernet se transfieren datos a una velocidad de 100 Mbit/s. Esta tecnología utiliza para ello el estándar 100 Base-T.

5.1.5.1.2 Industrial Ethernet

Industrial Ethernet es una técnica que permite transferir datos a prueba de fallos en un entorno industrial.

Gracias a que el estándar PROFINET es abierto, se pueden utilizar componentes Ethernet estándar. Se recomienda configurar PROFINET como Industrial Ethernet.

5.1.5.2 Topología

A continuación, se muestran en síntesis las distintas posibilidades de configurar e instalar una red PROFINET.

5.1.5.2.1 Estrella

Conectando las estaciones a un switch se obtiene automáticamente una topología en forma de estrella.

En caso de que falle un solo dispositivo PROFINET, al contrario que con otras estructuras, con ésta no se producirá necesariamente un fallo de toda la red. El fallo de un solo switch provoca tan sólo el fallo de una parte de la red.

5.1.5.2.2 Árbol

Interconectando varias estructuras en forma de estrella se crea una topología en forma de árbol.

5.1.5.2.3 Línea

Todas las estaciones que intervienen en la comunicación se conectan una tras otra en línea. Cuando falla un elemento acoplador (p. ej., un switch), la comunicación ya no es posible a través de dicho elemento acoplador. Entonces se divide la red en dos segmentos parciales.

En PROFINET, la estructura en línea se realiza mediante switches que ya están incorporados en los dispositivos PROFINET. Por ello, la estructura en línea de PROFINET no es más que una variante de la estructura en árbol o en estrella. La estructura en línea tiene la ventaja de que requiere mucho menos cableado.

Subred. Todos los aparatos interconectados se encuentran en la misma red, la subred. Todos los dispositivos de una subred pueden comunicarse directamente unos con otros. La máscara de subred es idéntica en todos los dispositivos que están conectados a la misma subred. La subred se limita físicamente mediante un router.

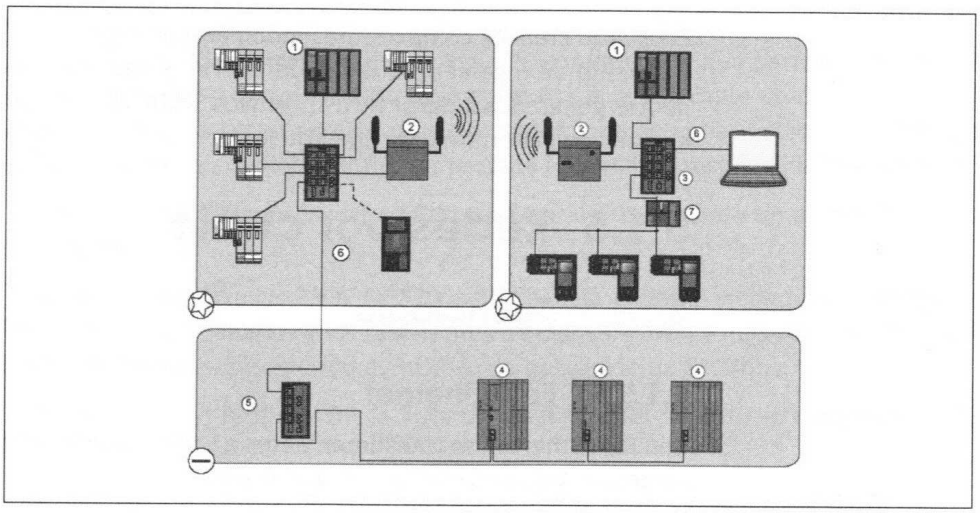
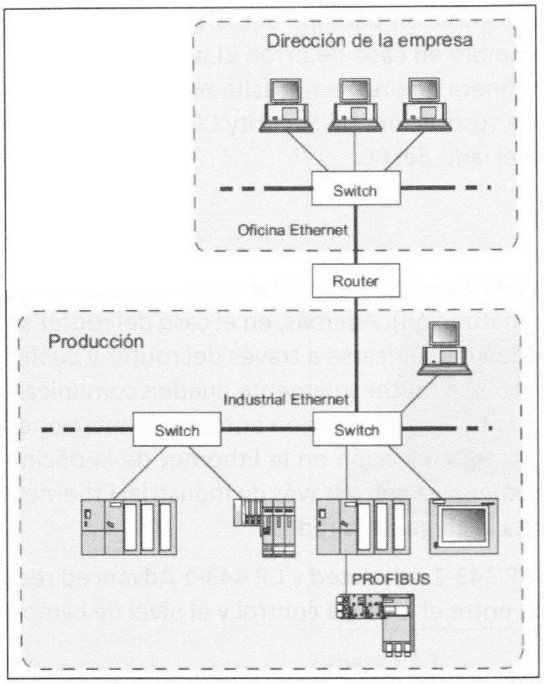


Figura 5.1.2
Diferentes topologías de red.

5.1.5.3 Optimización de PROFINET

Para optimizar una red PROFINET y permitir unas buenas prestaciones, hay que seguir las siguientes directrices:

- Hemos de colocar un router o un SCALANCE S (switch de seguridad) entre la red de las oficinas y el sistema PROFINET. A través del router puede definir exactamente quién puede acceder a su sistema PROFINET.



- Siempre que podamos, hemos de montar el sistema PROFINET con una topología en estrella.
- Reducir al máximo la profundidad en el encadenamiento de los switches. De este modo veremos mas claro el sistema PROFINET.
- Hemos de conectar nuestro supervisor IO cerca del interlocutor (p. ej.: PG e interlocutor conectados al mismo switch).

Figura 5.1.3
Unión de una red de campo y una de oficinas.

5.1.6 Switch y Routers

5.1.6.1 Switch

Los switches de sistemas PROFINET IO están disponibles en dos variantes constructivas: como switches externos con carcasa o como componente de una CPU S7 o de un CP S7, o bien de un sistema de periferia descentralizada ET 200 como switch integrado.

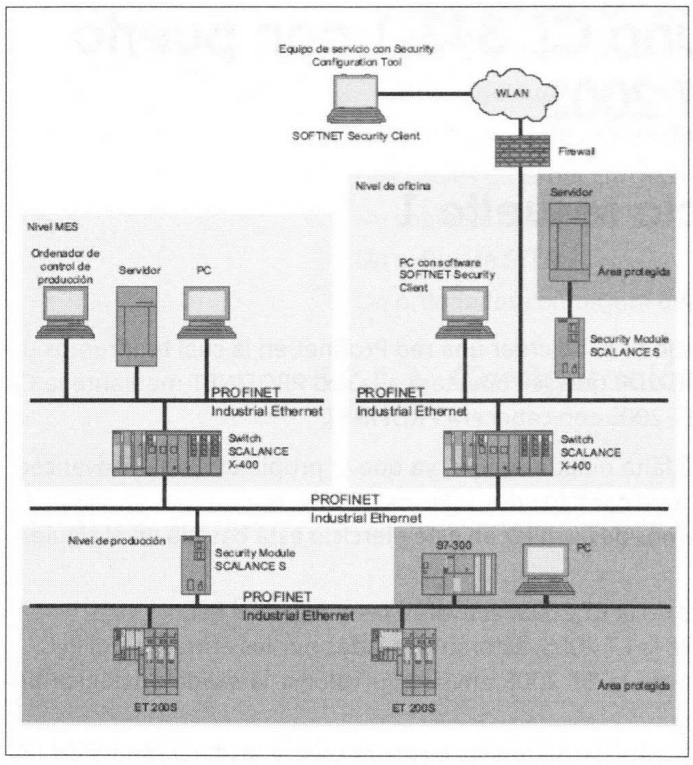


Figura 5.1.4
Comunicación segura en PROFINET.

Si una estación debe ser conectada con varios interlocutores, dicha estación se conecta al puerto de un switch. A los demás puertos del switch se pueden conectar entonces otras estaciones u otros switches. La conexión entre una estación y el switch es una conexión punto a punto.

Un switch tiene la tarea de regenerar y distribuir las señales recibidas. El switch "aprende" la dirección Ethernet de un dispositivo PROFINET conectado o de otros switches y transmite sólo las señales que van dirigidas al dispositivo PROFINET o al switch conectado.

La conexión de las redes industriales con Intranet e Internet requiere soluciones para protegerla de peligros internos y externos.

Los nuevos switch SCALANCE S ofrecen mecanismos de defensa ideales contra ataques, espionaje, manipulaciones y accesos no autorizados en todos los niveles de la red.

Poseen numerosas funciones, como p. ej., la encriptación, autenticación y control de acceso para hasta un total de 64 canales para configurar una Virtual Privat Network (VPN) y un cortafuegos o *firewall* integrado.

Los módulos contienen un plug de configuración para los datos de configuración, que se inserta en el dispositivo de recambio en caso de error. El nuevo dispositivo toma los datos automáticamente de manera que no se necesita ninguna PG o ningún PC para la programación en caso de sustitución. Un Security Client nos ayudará a instalar una comunicación segura en el lado del PC.

5.1.6.2 Router

Un router funciona de forma similar a un switch para conectar redes entre sí (p. ej., una red de oficina con una red de automatización). Además, en el caso del router se puede determinar qué estaciones pueden comunicarse a través del router y cuáles no. Las estaciones en los distintos lados de un router solamente pueden comunicarse entre sí si se ha habilitado expresamente la comunicación entre estas estaciones a través del router. El elevado grado de comunicación en la Ethernet de la oficina podría repercutir negativamente en la comunicación a través de Industrial Ethernet. El router impide que esto ocurra y limita la carga de la red.

Los procesadores de comunicaciones CP 343-1 Advanced y CP 443-1 Advanced realizan una desconexión de red integrada entre el nivel de control y el nivel de campo y ofrecen las siguientes ventajas:

- Conexiones de red separadas para el nivel de control (Gigabit Ethernet) y el nivel de campo (Fast Ethernet) en un módulo.
- Uso, más allá de los límites de la red, de servicios de TI mediante enrutamiento IP, como p. ej., el acceso a servidores web.
- Protección de acceso mediante lista de accesos configurable para IP.
- Al mismo tiempo, tiempos de reacción cortos para la conexión de equipos de campo subordinados con PROFINET.

5.2 Red PROFINET. Comunicación entre una CP 343-1 con puerto PN y ET 200S

5.2.1 Ejercicio resuelto 1

5.2.1.1 Objetivo

El objetivo de este ejercicio es el de crear una red Profinet en la cual tendremos un ordenador, una CPU 314C-2DP que se conectará a la red PROFINET mediante la CP 343-1 Advanced, y una ET 200S con cabecera PROFINET.

En este caso no nos hará falta ningún switch, ya que la propia CP 343-1 Advanced, mediante la conexión X2 que contiene dos puertos P1 y P2, realizará esa función. La comunicación que queremos desarrollar en este ejercicio está basada en el siguiente funcionamiento:

- Las entradas digitales de la ET 200S, activarán las salidas del PLC.
- Las salidas digitales de la ET 200S, estarán activadas por las entradas del PLC.
- La entrada analógica de la ET 200S enviará su valor a la salida analógica del PLC.
- La salida analógica de la ET 200S recibirá su valor de la entrada analógica del PLC.

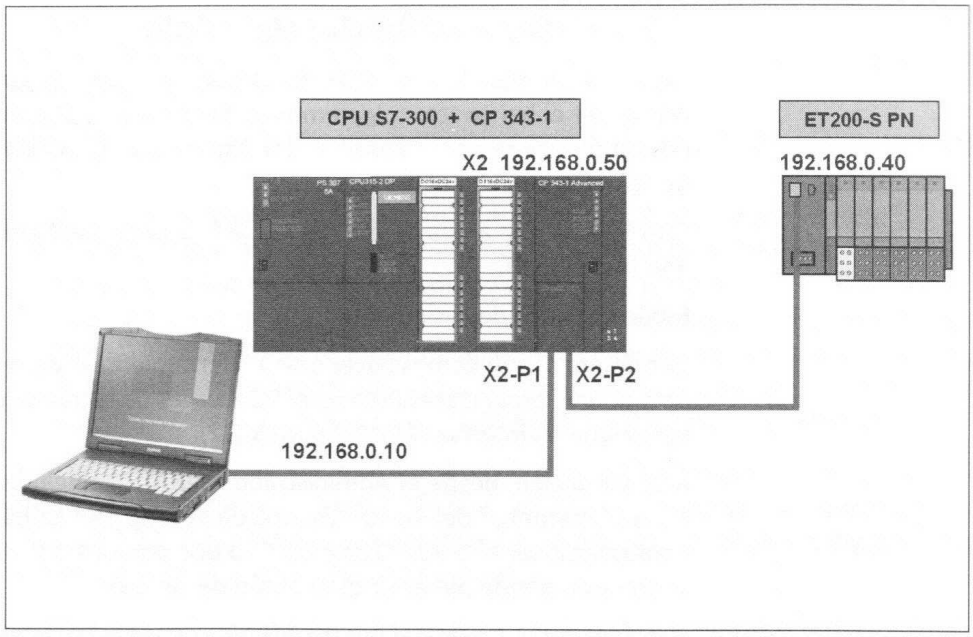


Figura 5.2.1
Cableado de PROFINET, topología en bus.

5.2.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un CPU 314C-2 DP.

Un CP 343-1 Advanced.

Un ET 200S PN compuesta de:

- Dos tarjetas de 2 entradas digitales.
- Una tarjeta de entradas analógicas.
- Una tarjeta de salidas analógicas.
- Dos tarjetas de salidas digitales.

Dos cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un ordenador con tarjeta de red Ethernet.

5.2.1.3 Configuración de la ET

Nº. SLOT	ET 200S PN (192.168.0.40)
1	Módulo de alimentación PM
2	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
3	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
4	Módulo de 2 entradas analógicas
5	Módulo de 2 salidas digitales 24 V
6	Módulo de 2 salidas digitales 24 V
7	Módulo de 2 salidas analógicas

Tabla 5.2.1

5.2.1.4 Desarrollo del ejercicio

Para poder realizar la red PROFINET, debemos realizar la configuración en STEP 7. Al configurar el hardware, colgaremos de la red la ET 200S. En esa ET encontraremos un campo donde pone "Nombre del dispositivo". El nombre que pongamos ahí ha de coincidir con el que tiene la ET.

Esto implica que antes de realizar la configuración del hardware, debo averiguar el nombre de la ET.

Eso lo haremos de la siguiente forma:

Lo primero que debemos hacer es ir a "Herramientas" y configurar la interfaz PC/PG para poder comunicar el PLC con el PC a través de la tarjeta de red del PC. Hemos de seleccionar la interfaz TCP/IP (figura 5.2.2).

A continuación, desde el Administrador SIMATIC, elegimos la opción "Editar estaciones Ethernet..." del menú "Sistema de destino". Se abrirá una ventana donde debemos accionar el botón "Examinar", lo que provocará la apertura de una segunda ventana en donde pulsaremos el botón de "Iniciar".

El ordenador, a través del puerto TCP/IP, iniciará la búsqueda de todos los elementos que se encuentren conectados a él. En este caso, como tenemos el ordenador, el PLC y la ET 200S, aparecerá la dirección IP y la MAC tanto de la ET 200S como de la CP 343-1 conectada al PLC. Observaremos que aparece un campo llamado "Nombre del equipo". Ése es el nombre que debemos colocar en el campo "Nombre del dispositivo" de la ET 200S al configurar el hardware del PLC (figura 5.2.3).

Modificamos el nombre de la ET 200S que aparece por defecto por el de "ET 200-1". Para ello, en la segunda ventana debemos seleccionar la ET 200S y pulsar "Aceptar", entonces en "Nombre de equipo" ponemos el nombre nuevo de la ET 200S y pulsamos el botón "Asignar nombre" con lo que el nuevo nombre habrá sido grabado. Para comprobar si ha realizado el cambio, pulsaríamos de nuevo "Examinar" y después "Iniciar".

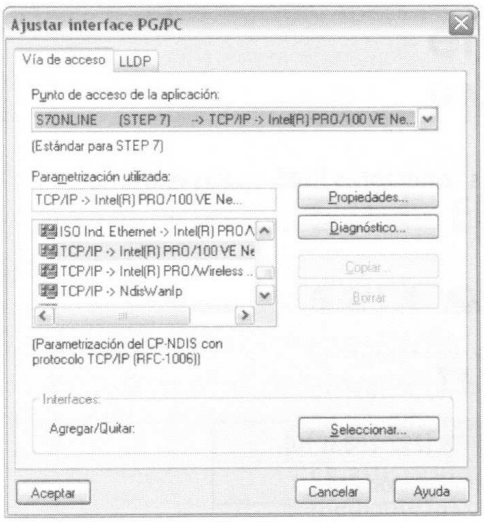


Figura 5.2.2

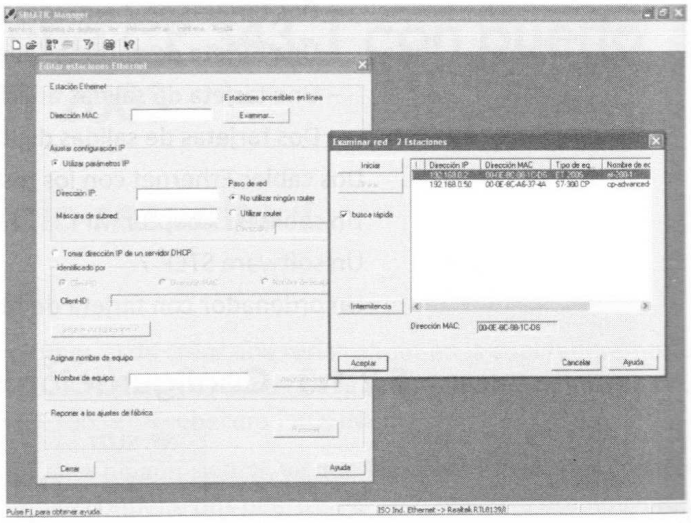


Figura 5.2.3

5.2.1.4.1 Creación del proyecto

Abrimos el administrador SIMATIC y creamos un proyecto nuevo. Le ponemos de nombre "PROFI_1" (figura 5.2.4).

Dentro de este proyecto, seleccionamos "Insertar- Equipo - SIMATIC 300". A continuación, siguiendo el mismo proceso, elegimos "Insertar – Subred -Industrial Ethernet", con lo que quedará insertada una red Ethernet en el proyecto.

A continuación, hacemos clic sobre el PLC SIMATIC 300 creado apareciendo la opción de "Hardware". Haciendo un docle clic sobre él entraremos en la aplicación HW-Config" para configurar el hardware del PLC.

Una vez abierto HW-Config, realizamos la configuración siguiendo el siguiente orden:

- Inserción del bastidor en "SIMATIC 300 – BASTIDOR 300 – Perfil soporte".
- Inserción de la CPU en el slot 2, eligiéndola desde SIMATIC 300 – CPU 300, fijándose tanto en la referencia del equipo como en la versión.
- Inserción de la tarjeta CP 343-1 Advanced en el slot 4 que la encontramos en "SIMATIC 300 - CP-300 – Industrial Ethernet". En este caso, al igual que la CPU, debemos asegurarnos de elegir la que según referencia y versión coincida con la que disponemos. En nuestro caso, 6GK7 341-1GX30-0XE0 y versión 1.0.

Al arrastrarla y dejarla sobre el slot 4, se nos abre una ventana. En ella, en "Subred", seleccionamos "Ethernet" (figura 5.2.5). En "Dirección IP" introducimos 192.168.0.50, dirección que corresponderá a la conexión X2 del propio equipo. Para finalizar, pulsamos sobre el botón "Aceptar".

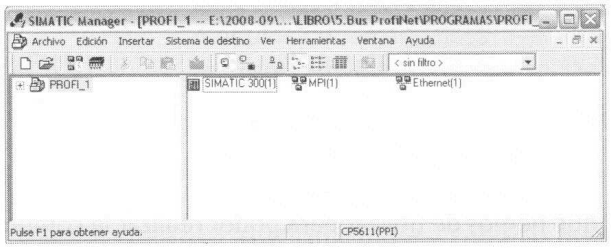


Figura 5.2.4

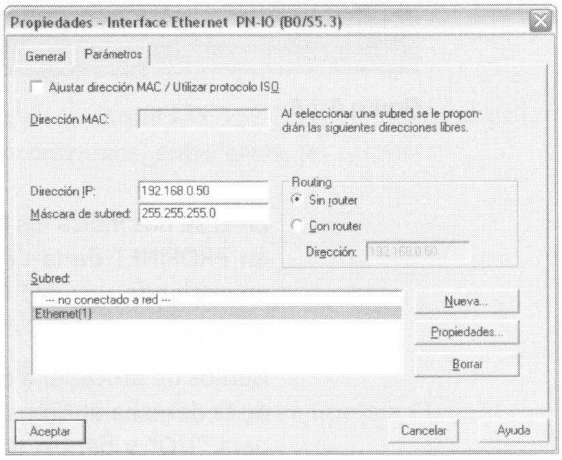


Figura 5.2.5

Aparecerá insertada en el bastidor la CP 343-1 Advanced. Hacemos un doble clic sobre la conexión X2, cuyo nombre del dispositivo por defecto es "PN-IO" (figura 5.2.6).

Ahora podemos modificarle el nombre por el de CP-ADVANCED-1" y nos aseguramos de que está configurado para trabajar en PROFINET IO y no CBA. Esto lo podemos ver en la pestaña "PROFINET" (figura 5.2.7).

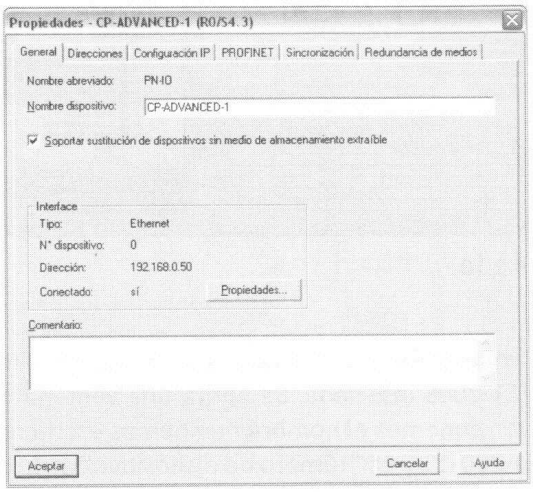


Figura 5.2.6

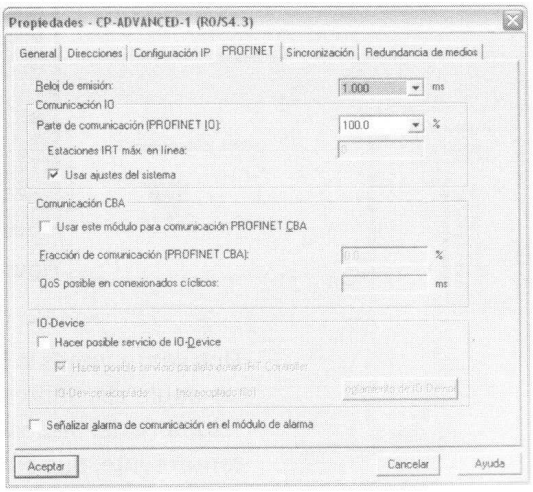


Figura 5.2.7

A continuación, pulsamos con el botón derecho del ratón sobre la conexión X2 a la que hemos puesto el nombre de "CP-ADVANCED-1" y seleccionamos "Insertar sistema PROFINET IO" (figura 5.2.8).

Aparecerá el siguiente mensaje informativo (figura 5.2.9).

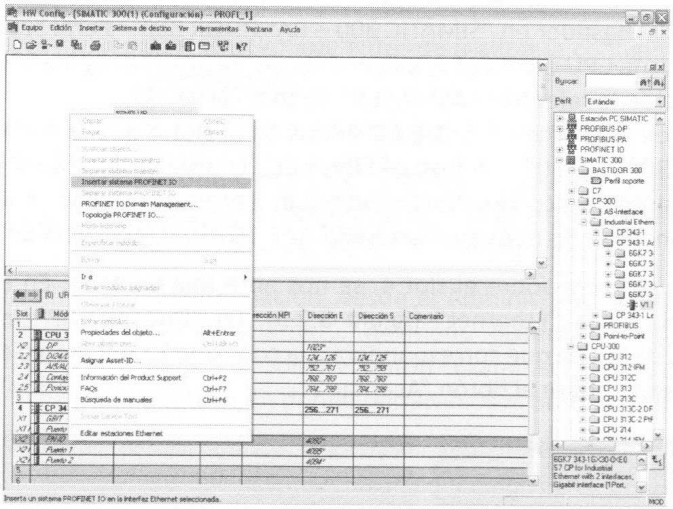


Figura 5.2.8

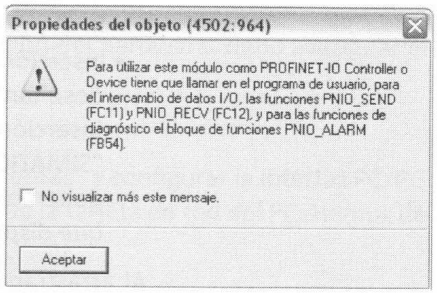


Figura 5.2.9

En él se nos indica los FC que hemos de utilizar para poder realizar la comunicación en PROFINET de la CP con la CPU. Pulsaremos el botón "Aceptar" para cerrarla, apareciendo una red PROFINET IO, en la cual ya podremos colgar la ET 200S del proyecto.

Hemos de proceder a colgar la ET 200S en la red PROFINET IO. Para ello, en el menú de la derecha abrimos la carpeta "PROFINET IO" en donde encontramos la subcarpeta "I/O" y dentro de ella "ET 200S". De ésta seleccionamos la ET 200S, que en nuestro caso es la IM151-3 PN HF V5.0, arrastrándola a continuación hasta conectarla en la red PROFINET IO creada.

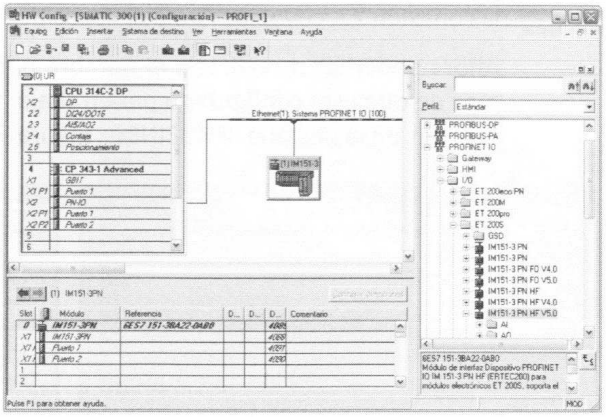


Figura 5.2.10

Una vez tenemos la ET conectada, en la pantalla sobre la red PROFINET IO, hacemos un doble clic sobre la ET 200S insertada. Se abrirá una ventana y en el apartado "Nombre del dispositivo" ponemos el nombre que hemos escrito en la ET 200S anteriormente, que es "ET 200-1", y el "Número de dispositivo" a "1", ya que la CP 343 es el "0". A continuación pulsamos el botón "Ethernet", abriéndose una ventana y

en el apartado "Dirección IP" ponemos la dirección que tendrá nuestra ET (en este caso 182.168.0.40). Para finalizar esta configuración, pulsamos el botón "Aceptar".

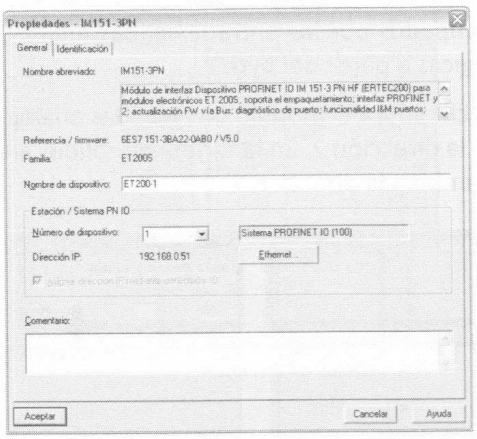


Figura 5.2.11

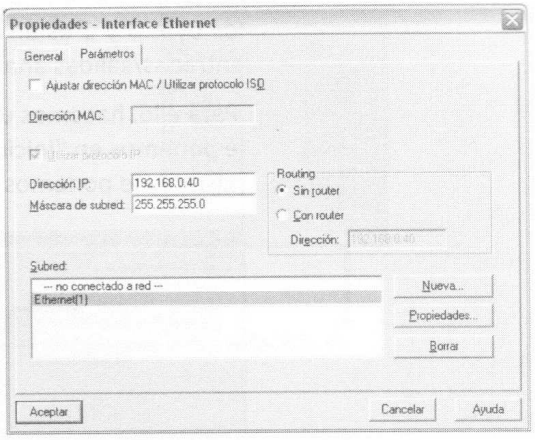


Figura 5.2.12

Para finalizar la configuración de la ET 200S se ha de ir insertando cada uno de los módulos de los que consta esa ET 200S, teniendo muy en cuenta que coincida la referencia de los módulos insertados (figura 5.2.13).

Dentro del catálogo de componentes en la carpeta IM151-3 PN HF 6.0 (que es la referencia de la cabecera de la ET), encontramos, entre otras, las carpetas:

PM. Módulos de potencia.

DI. Digital Input – Entradas digitales.

DO. Digital Output – Salidas digitales.

AI. Analog Input – Entradas analógicas.

AO. Analog Output – Salidas Analógicas.

En ellas encontramos cada uno de los módulos que configuran nuestra ET.

Se deberán ir insertando de forma ordenada tal cual se tiene configurada físicamente la ET. En nuestro caso quedará configurada la estación de la siguente forma:

Podemos comprobar que, al arrastrar los módulos que conforman la ET, se han numerado de forma directa las entradas y salidas del buffer de la CP 343, tal como se observa en la tabla inferior.

En ningún caso se deberán dejar slots vacíos en la configuración de los módulos.

Asimismo, vemos que la numeración de las entradas y salidas analógicas está por encima del byte 272 (figura 5.2.14).

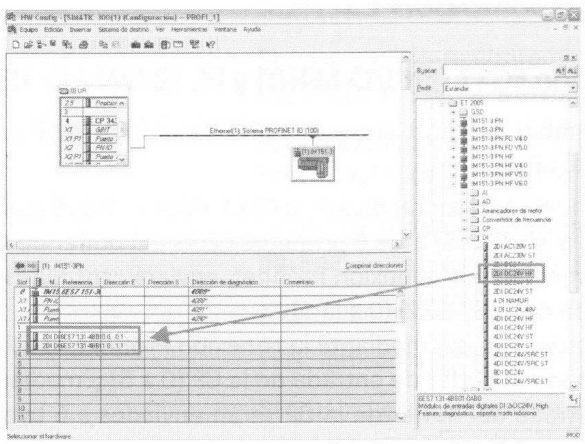


Figura 5.2.13

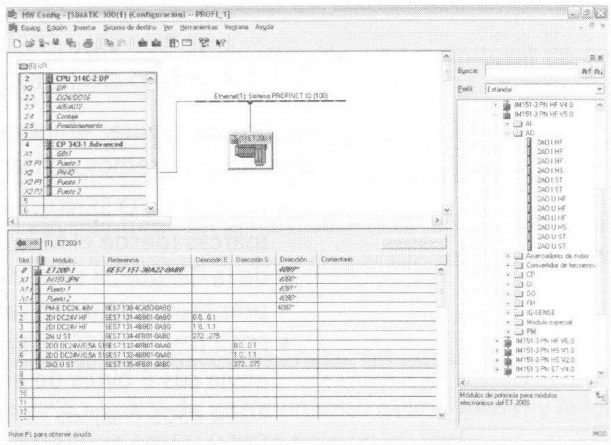


Figura 5.2.14

Para que los valores del buffer de la CP se intercambien con la CPU, sólo se puede utilizar una FC11 (PN I/O SEND) y una FC12 (PN I/O RECV), por lo que los registros del buffer de la CP los pondremos seguidos para optimizar la comunicación. Como los byte 0 y 1 están ocupados por las entrada/salidas digitales, renombramos las entradas/salidas analógicas a partir del byte 2.

Para ello, hacemos un clic sobre el módulo de entradas analógicas de la ET 200-1 y le ponemos en "Inicio" la dirección 2. En la tarjeta de salidas analógicas hacemos lo mismo y le ponemos también la dirección 2.

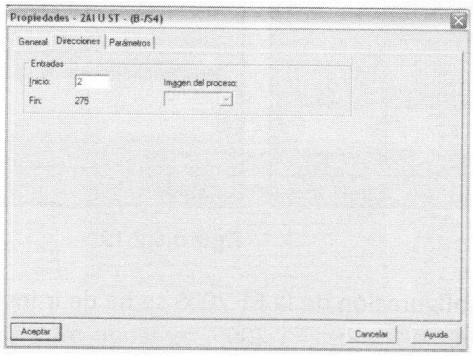


Figura 5.2.15

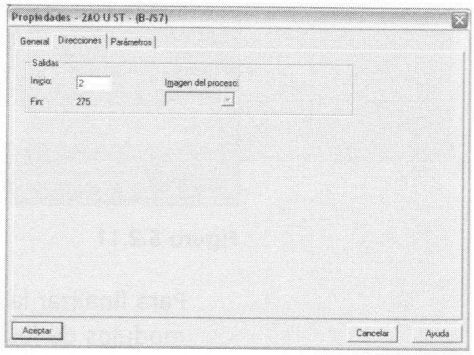


Figura 5.2.16

En la tabla se muestra la numeración que ha de tener la tarjeta de entradas y salidas de la ET.

Una vez configurado el hardware, hemos de compilarlo y enviarlo al PLC.

(1) ET200-1

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S
0	ET200-1	6ES7 151-3BA22-0AB0		
X1	IM151-3PN			
X1 P1	Puerto 1			
X1 P2	Puerto 2			
1	PM-E DC24..48V	6ES7 138-4CA50-0AB0		
2	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	0.0...0.1	
3	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	1.0...1.1	
4	2AI U ST	6ES7 134-4FB01-0AB0	2...5	
5	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		0.0...0.1
6	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		1.0...1.1
7	2AO U ST	6ES7 135-4FB01-0AB0		2...5
8				

Figura 5.2.17

5.2.1.4.2 Uso de la función FC11 (PN I/O SEND) y FC12 (PN I/O RECV)

Hemos de realizar el intercambio de datos entre el buffer de la CP y la CPU. Para ello, necesitaremos utilizar dos funciones:

- FC11 (PN I/O SEND): En nuestro caso, mediante la FC11, enviaremos 6 bytes de marcas (desde el MB100 a la MB105) a los 6 primeros bytes del buffer de salida de la CP, que, a su vez y mediante la conexión Profinet, enviará esos bytes a los primeros 6 bytes de salida de la ET 200S (0 a la 5).
- FC12 (PN I/O RECV): En nuestro caso, mediante la conexión Profinet, la ET 200S envía sus 6 bytes de entrada al buffer de entrada de la CP (0 a 5) y mediante la FC12 esos 6 bytes de entrada del buffer de la CP serán enviados a 6 bytes de marcas (desde el MB200 a la MB205) de la CPU.

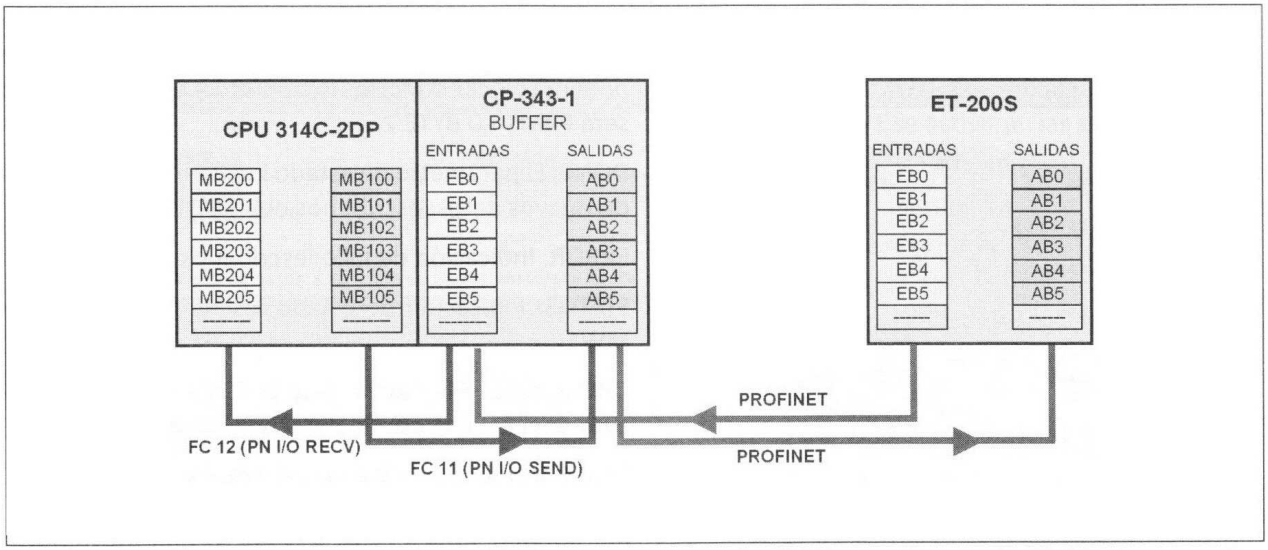


Figura 5.2.18
Relación entre ET 200, buffer de la CP y CPU.

Estas funciones las podemos encontrar en el editor de KOP, en el apartado "Librerías, SIMATIC_NET_CP", y dentro de la carpeta "CP 300".

Las entradas y las salidas utilizadas de la ET las intercambiaremos con una zona de marcas del PLC. La relación de las entradas y salidas con las marcas está asignada a continuación.

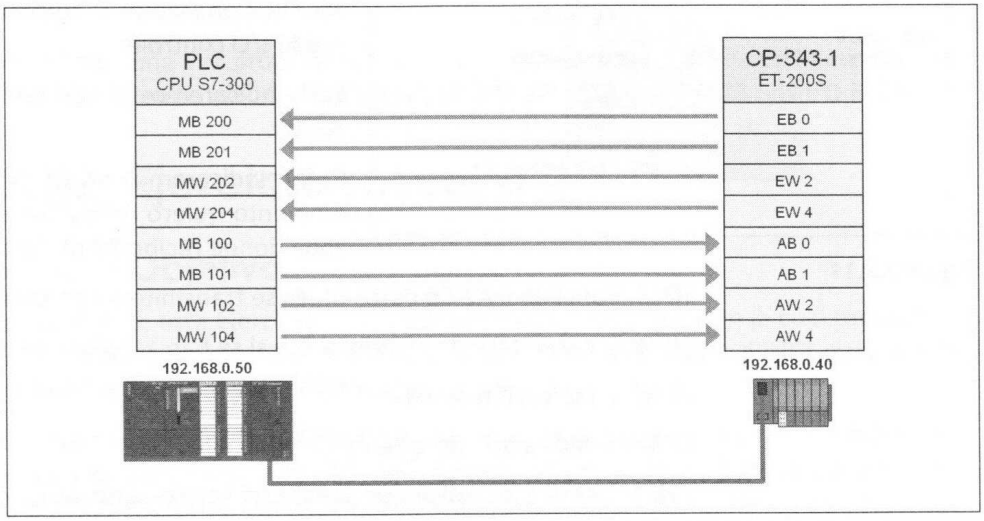


Tabla 5.2.2

5.2.1.4.3 Programaciónd del PLC

El programa lo realizaremos en el OB1 con el objetivo de enviar un total de seis bytes (del MB100 al MB105) desde la CPU a seis bytes de salidas de la ET 200.

Para ello utilizaremos la FC11 (PN I/O SEND) que encontraremos en "Librerías – SIMATIC_NET_CP – CP300" y deberemos completar los siguientes parámetros:

CPLADDR: Indicaremos la dirección que tiene en el hardware la CP en formato hexadecimal. Como la dirección es 256, pondremos ese valor en hexadecimal W#16#100.

MODE: Pondremos 0, estará en modo I/O controler.

LEN: Indicaremos el número de bytes que queremos enviar, en nuestro caso 6.

SEND: Indicaremos en formato ANY a partir de qué elemento quiero enviar y la longitud del envío, en nuestro caso será P# M100.0 BYTE 6.

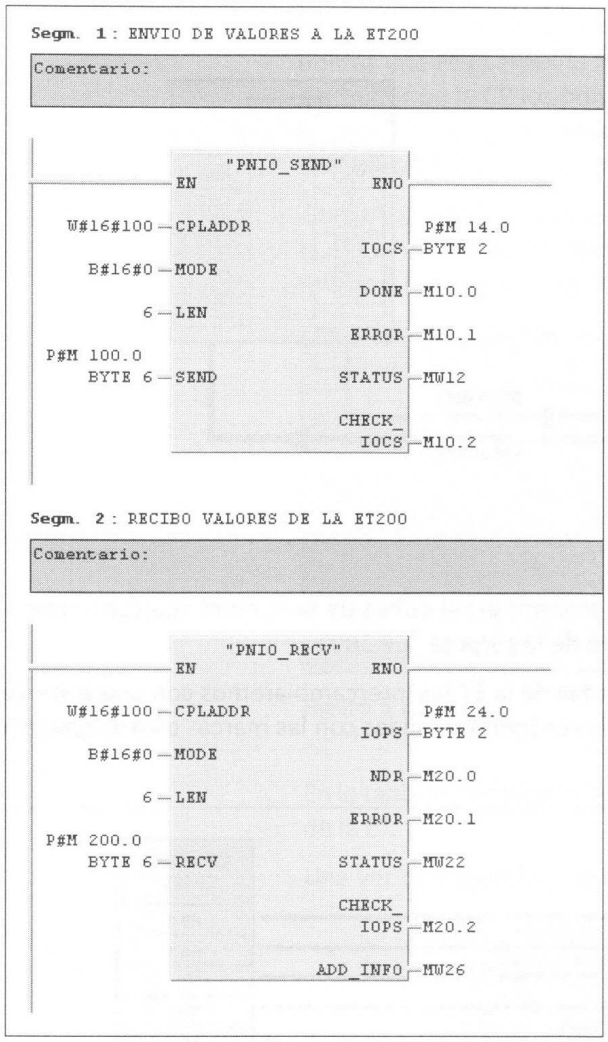


Figura 5.2.19

IOCS: Por cada byte de datos se transmite un bit de estado. Como mínimo hemos de colocar dos bytes, se deberá colocar en formato puntero y en nuestro caso será P#M14.0 BYTE 2.

DONE: El parámetro de estado indica si se han aceptado nuevos datos; escribimos el bit M10.0

ERROR: Indicación de fallo; escribimos el bit M10.1.

STATUS: Indicación de estado; escribimos la palabra MW12.

CHECK_IOCS: Bit auxiliar que señaliza si es necesario evaluar el área de estado IOCS; escribimos el bit M10.2.

Como deseamos recibir un total de seis bytes de la ET 200 en seis bytes de la CPU (del MB200 al MB205), utilizaremos la FC12 (PN I/O RECV) que encontraremos en "Librerías – SIMATIC_NET_CP – CP300" y deberemos completar los siguientes parámetros:

CPLADDR: Indicaremos la dirección que tiene en el hardware la CP en formato hexadecimal. En este caso, como la dirección es 256 pondremos ese valor en hexadecimal W#16#100.

MODE: Pondremos 0, queriendo decir que estará en modo I/O controler.

LEN: Indicaremos el número de bytes que queremos recibir.

RECV: Indicaremos en formato ANY a partir de qué elemento quiero recibir los datos y la longitud de la zona donde recibo P# M200.0 BYTE 6.

IOPS: Por cada byte de datos útiles se transmite un bit de estado.

NDR: El parámetro de estado indica si se han aceptado nuevos datos.

ERROR: Indicación de fallo.

STATUS: Indicación de estado.

CHECK_IOPS: Bit auxiliar que señaliza si es necesario evaluar el área de estado IOPS.

ADD_INFO: Información de diagnóstico adicional.

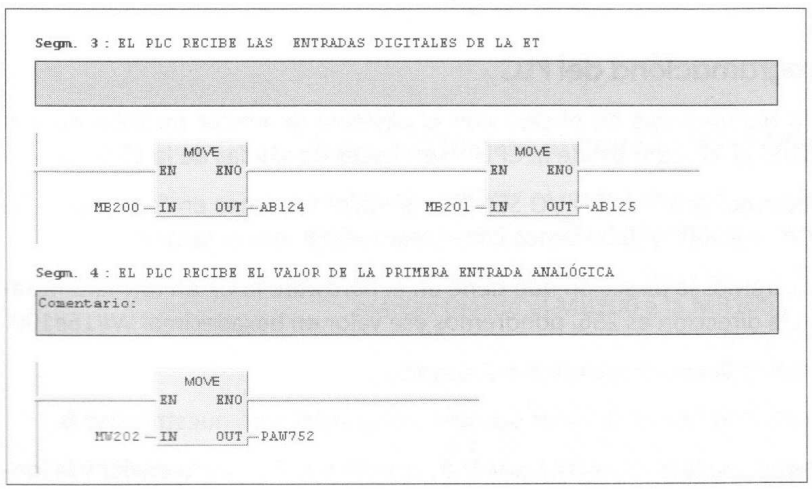


Figura 5.2.20

En el segmento 3 realizamos el programa para que los valores leídos de la ET 200S y recogidos por el buffer de comunicaciones a través de los bytes MB200 a MB205 reflejen el estado de la MB200 en la AB124 y el contenido de la MB201 en la AB125 del PLC.

Esto se traducirá en que, cuando se accione la E0.0 y la E0.1 de la ET, se activará la M200.0 y la M200.1, que, mediante la función MOVE, provocará que se activen las salidas A124.0 y A124.1.

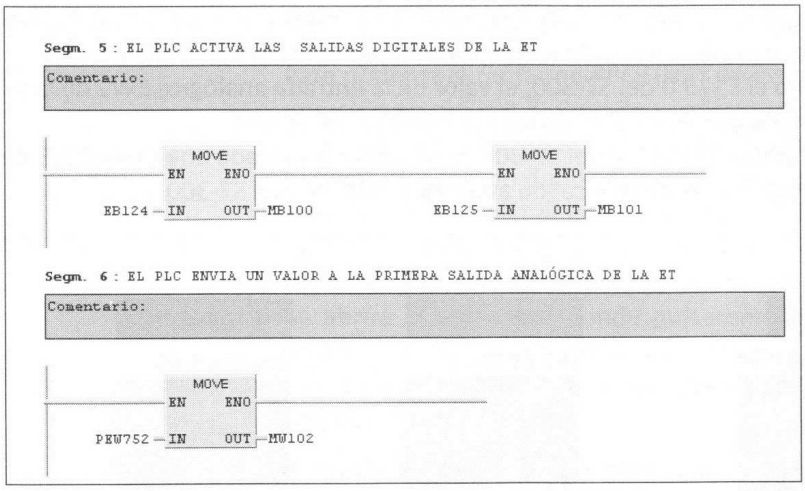


Figura 5.2.21

Por otro lado, al accionar el E1.0 y el E1.1 de la ET se activará el M201.0 y el M201.1 y mediante la función MOVE se activarán las salidas A125.0 y A125.1.

En el segmento 4, el PLC también recibirá el valor de la entrada analógica de la ET.

El valor de la entrada analógica PEW2 de la ET lo recibirá la MW202 y lo enviará a la salida analógica PAW752 del PLC.

En el segmento 5, la ET recibirá el valor de las entradas digitales del PLC.

Al accionar la E124.0 y la E124.1, se activarán el M100.0 y el M100.1. Los valores de estos dos bits activarán las salidas A0.0 y A0.1 de la ET.

Al accionar la E125.0 y la E125.1, se activarán el M101.0 y el M101.1. Los valores de estos dos bits activarán las salidas A1.0 y A1.1 de la ET.

En el segmento 6, el PLC enviara un valor a la salida analógica de la ET.

El valor de la entrada analógica PEW752 será enviado a la MW102 y vía PROFINET llegará a la salida analógica PAW2 de la ET.

Por último, una vez programado el OB1, lo guardamos y desde el Administrador SIMATIC enviamos al PLC el OB1, el FC11 (PN I/O SEND) y el FC12 (PN I/O RECV).

5.2.2 Ejercicio resuelto 2

5.2.2.1 Objetivo

El objetivo de este ejercicio es el de crear una red PROFINET en la cual tendremos un ordenador, una CPU 314C-2DP, que se conectará a la red PROFINET mediante la CP 343-1 Advanced, y dos ET200s.

En este caso no nos hará falta ningún switch, ya que la propia CP 343-1 Advanced dispone de dos puertos, P1 y P2, en la conexión X1 que realizará dicha función. También las ET disponen de ellas, por lo que quedará una configuración de PROFINET en línea o bus.

La ET 200S estará compuesta de los siguientes módulos:

- Dos tarjetas de 2 entradas digitales.
- Una tarjeta de entradas analógicas.
- Una tarjeta de salidas analógicas.
- Dos tarjetas de salidas digitales

El funcionamiento que le queremos dar es el siguiente:

- Al accionar la E0.0 de la ET 200-1 o la E6.0 de la ET 200-2 o la E124.0 del S7-300, se activarán las salidas A1.0 de la ET 200-1, A7.0 de la ET 200-2 y la A124.0 del S7-300.
- Al accionar la E0.1 de la ET 200-1 o la E6.1 de la ET 200-2 o la E124.1 del S7-300, se activarán de forma intermitente las salidas A1.1 de la ET 200-1, la A7.1 de la ET 200-2 y la A124.1 del S7-300.
- Si está activo el E1.1 de la ET 200-1, el valor de la entrada analógica PEW752 del S7-300 será enviado a la salida analógica AW2 de la ET200-1.

- Si está activo la E7.1 de la ET 200-2, el valor de la entrada analógica PEW752 del S7-300 será enviado a la salida analógica AW8 de la ET 200-2.
- Si está activo el E125.0 del S7-300, el valor de la entrada analógica EW2 de la ET 200-1 será enviado a la salida analógica PAW752 del S7-300.
- Si NO está activo el E125.0 del S7-300, el valor de la entrada analógica EW8 de la ET 200-2 será enviado a la salida analógica PAW752 del S7-300.

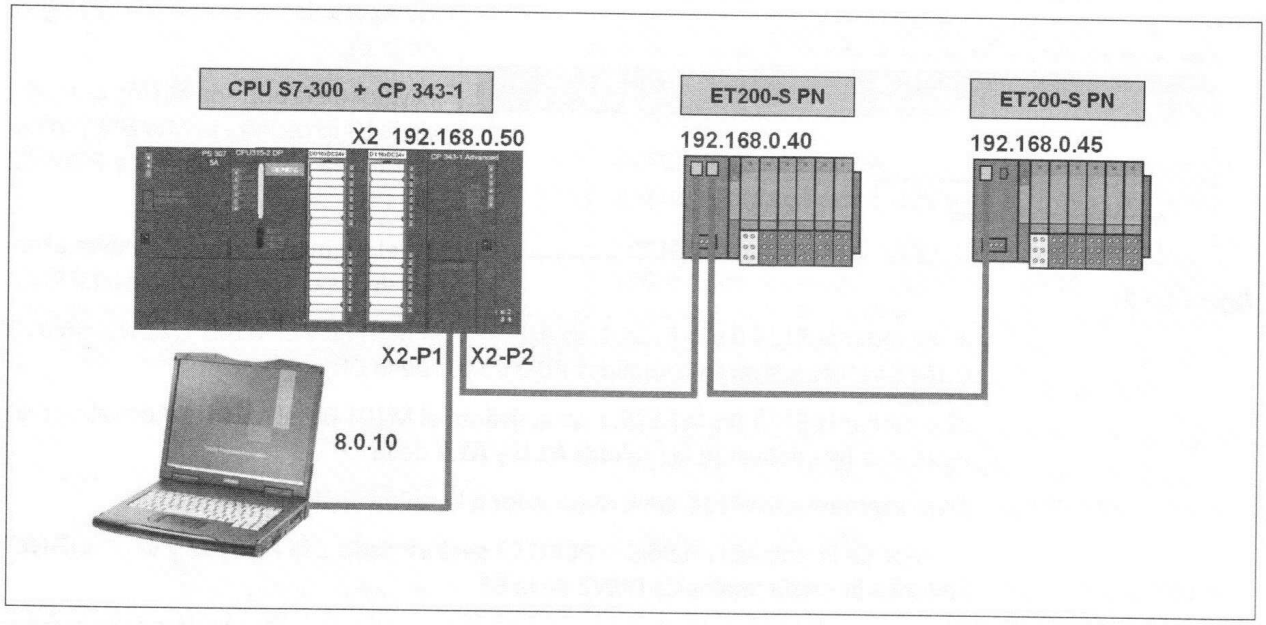


Figura 5.2.22

5.2.2.2 Material necesario para poder llevar a cabo la práctica

Un CPU 314C-2 DP.

Un CP 343-1 Advanced.

Dos ET 200S PN compuestas cada una de:

- Dos tarjetas de 2 entradas digitales.
- Una tarjeta de entradas analógicas.
- Una tarjeta de salidas analógicas.
- Dos tarjetas de salidas digitales.

Tres cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un ordenador con tarjeta de red Ethernet.

5.2.2.3 Configuración de las ET

Nº. slot	ET 200S PN (192.168.0.40)	ET 200S PN (192.168.0.45)
1	Módulo de alimentación PM	Módulo de alimentación PM
2	Módulo de 2 entradas digitales 24 V	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
3	Módulo de 2 entradas digitales 24 V	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
4	Módulo de 2 entradas analógicas	Módulo de 2 entradas analógicas
5	Módulo de 2 salidas digitales 24 V	Módulo de 2 salidas digitales 24 V
6	Módulo de 2 salidas digitales 24 V	Módulo de 2 salidas digitales 24 V
7	Módulo de 2 salidas analógicas	Módulo de 2 salidas analógicas

Tabla 5.2.3

5.2.2.4 Desarrollo del ejercicio

Para poder realizar la red PROFINET de las dos ET con la CP, realizaremos la configuración en el STEP 7. Cuando configuremos el hardware, insertaremos en la red PN las dos ET 200S. En esas ETs, como hemos visto en el ejercicio anterior, encontraremos un campo donde pone "Nombre del dispositivo". El nombre que pongamos ahí ha de coincidir con el que tiene la ET. Por tanto, lo primero que haremos será poner nombres a las ETs. Para ello, iremos al Administrador Simatic desde el menú "Sistema de destino" y seleccionaremos "Editar estaciones Ethernet...". Se abrirá una ventana donde pulsaremos sobre el botón "Examinar". Entonces se abrirá otra ventana donde aparecerán las dos ETs y la CP con sus nombres y sus direcciones MAC. Les cambiamos el nombre por el de ET 200-1 y ET 200-2, respectivamente.

Procederemos a crear un proyecto nuevo. Insertamos un PLC S7-300, configuramos el hardware insertando un bastidor y dentro de él procedemos a colocar la CPU en el slot 2, al que configuraremos la marca de ciclo. Para ello, basta con hacer un doble clic sobre la CPU y seleccionar la pestaña "Ciclo/Marca de ciclo". Dentro encontramos la casilla "Byte de Marcas", pondremos el byte 255 (será nuestro generador de impulsos). A continuación, insertamos la CP 341-1 Advanced en el slot 4, de forma que en la conexión X2 de la CP pondremos la dirección 192.168.0.50, después sobre la conexión X2, hemos de insertar el "Sistema PROFINET IO" para que aparezca la red. Para finalizar, insertamos sobre la red "PROFINET IO" las dos ET y dentro de ellas arrastraremos los módulos que van insertados en sus slots. Para ello, seguiremos el procedimiento del ejercicio anterior, asignando a cada módulo las entradas y salidas presentadas en las siguientes tablas:

ET200-1 IP 192.168.0.40

(1) ET200-1

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección...
0	ET200-1	6ES7 151-3BA22-0AB		
X1	IM151-3PN			
X1 P1	Puerto 1			
X1 P2	Puerto 2			
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0		
2	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	0.0...0.1	
3	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	1.0...1.1	
4	2AI U HS	6ES7 134-4FB50-0AB0	2...5	
5	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		0.0...0.1
6	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		1.0...1.1
7	2AO U HF	6ES7 135-4LB00-0AB0		2...5

ET200-2 IP 192.168.0.45

(2) ET200-2

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Direcció...
0	ET200-2	6ES7 151-3BA22-0AB		
X1	IM151-3PN			
X1 P1	Puerto 1			
X1 P2	Puerto 2			
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0		
2	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	6.0...6.1	
3	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	7.0...7.1	
4	2AI U HS	6ES7 134-4FB50-0AB0	8...11	
5	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		6.0...6.1
6	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		7.0...7.1
7	2AO U HF	6ES7 135-4LB00-0AB0		8...11

Figura 5.2.23
Configuración de las entradas/salidas de las ET.

Una vez configurado el hardware, lo hemos de compilar y, a continuación, lo enviaremos el hardware al PLC

5.2.2.4.1 Uso de la función FC11 (PN I/O SEND) y el FC12 (PN I/O RECV)

Hemos de realizar el intercambio de datos entre el buffer de la CP y la CPU. Para ello, necesitaremos utilizar dos funciones:

FC11 (PN I/O SEND) : En nuestro caso, mediante la FC11 enviaremos 12 bytes del DB10 (del DBB0 al DBB11) a las dos ET. Primero irán al buffer de salida de la CP, que, a su vez y mediante la conexión PROFINET, lo enviará por la red.

FC12 (PN I/O RECV) : En nuestro caso, mediante la conexión PROFINET, las ET 200

enviarán sus 6 bytes de entrada al buffer de entrada de la CP, y mediante la FC12 los 12 bytes de entrada de las dos ET que están en el buffer de la CP serán enviados a 12 bytes del DB11 (del DBB0 al DBB11) de la CPU.

Nota: Mediante estas funciones sólo podemos enviar y recibir el número de bytes que tengan configurados las ET. Si enviásemos más, nos daria un error. En este caso, como tenemos 12 entre las dos ET, no podemos enviar más de 12 bytes.

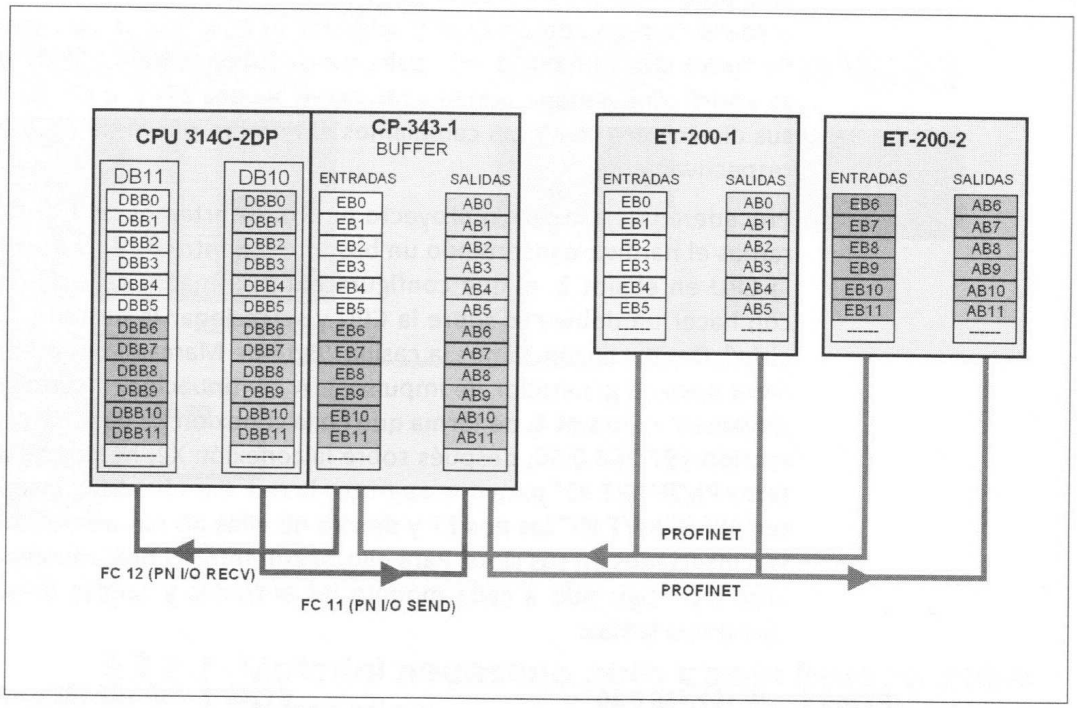
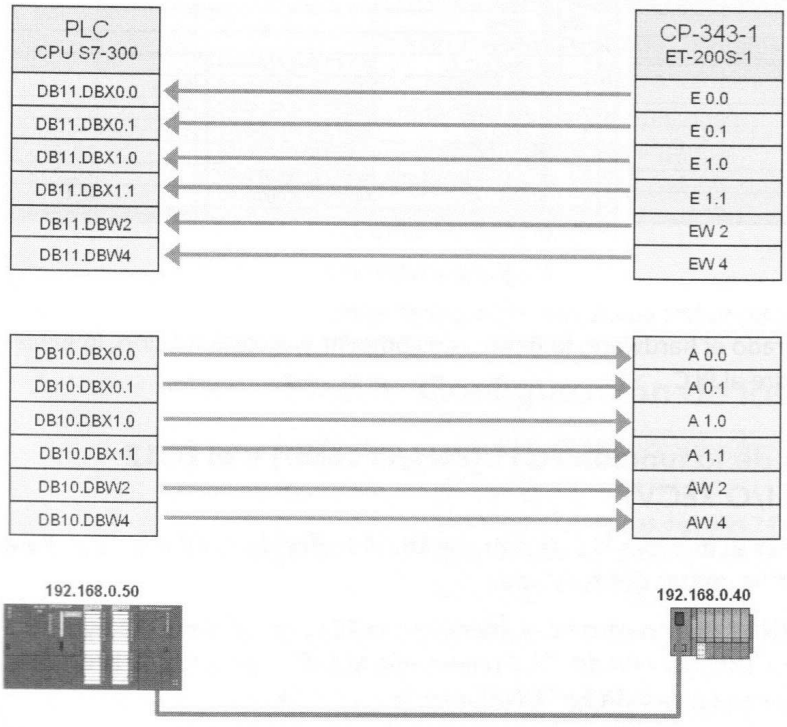
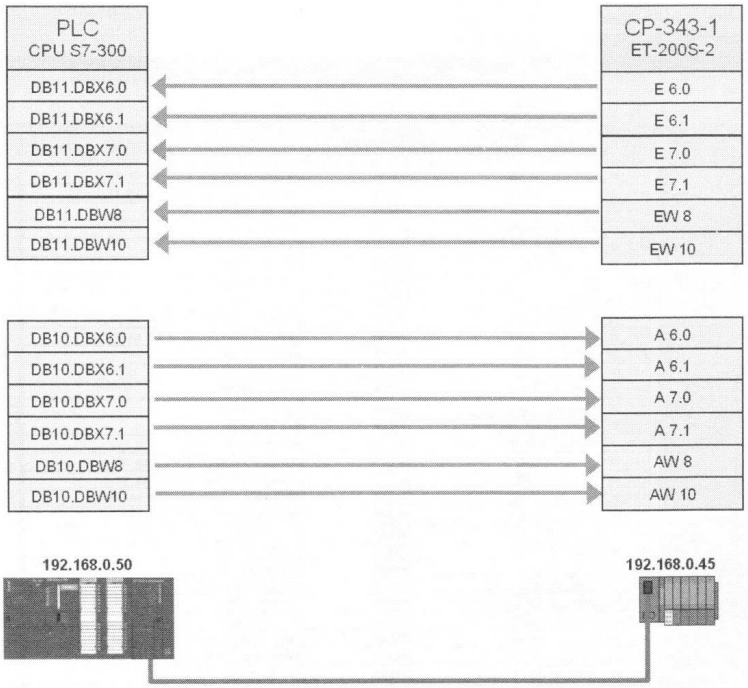


Figura 5.2.24
Relación entre las dos ET 200, buffer de la CP y CPU.



Ésta es la relación que tendrán las entradas y las salidas utilizadas de la ET 200-1con los DB del PLC.

Tabla 5.2.4



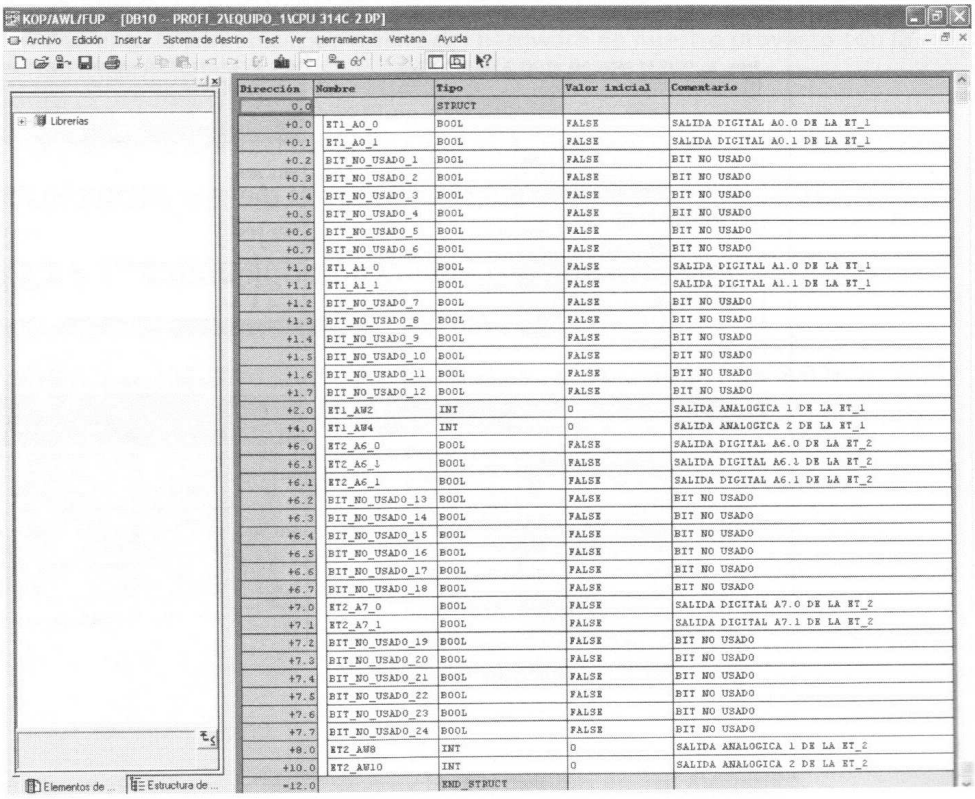
Ésta es la relación que tendrán las entradas y las salidas utilizadas de la ET 200-2con los DB del PLC.

Tabla 5.2.5

5.2.2.4.2 Edición del programa

Como queremos que el intercambio de datos del S7-300 con las dos ET lo haga con bloques de datos, lo primero que haremos sera ir al Administrador Simatic y crear el DB10 y el DB11. En los registros del DB10 pondremos los datos que queremos que reciban las salidas de las ET. Configuraremos los DB tal como está a continuación.

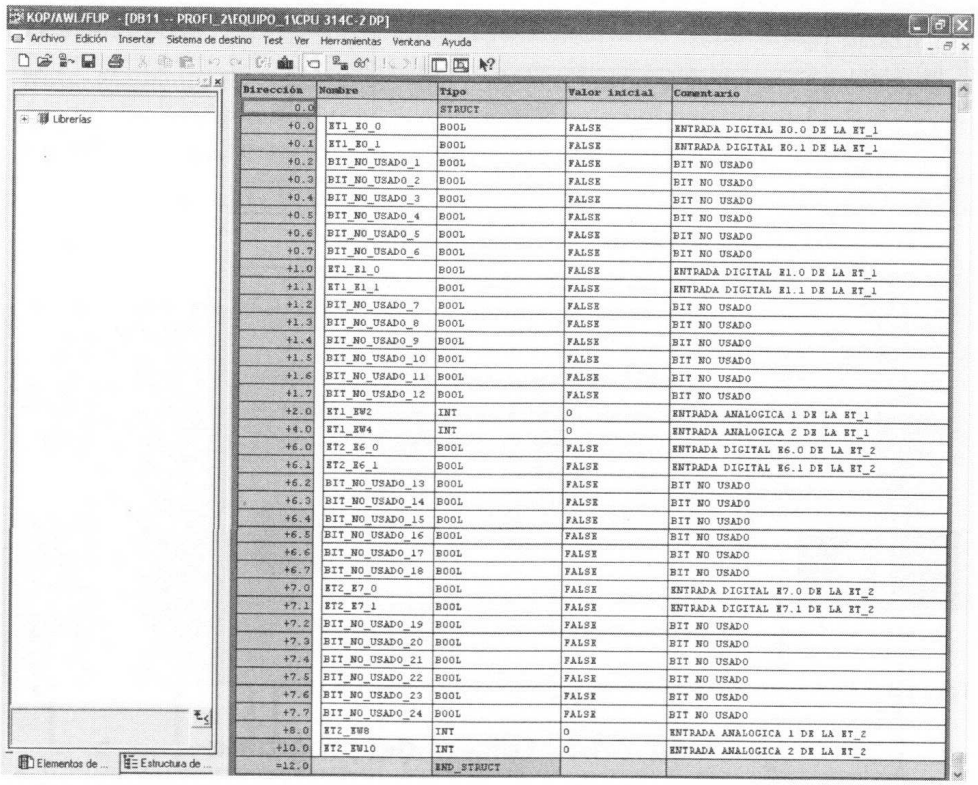
- **Edición del DB10.**



Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	ET1_A0_0	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A0.0 DE LA ET_1
+0.1	ET1_A0_1	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A0.1 DE LA ET_1
+0.2	BIT_NO_USADO_1	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.3	BIT_NO_USADO_2	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.4	BIT_NO_USADO_3	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.5	BIT_NO_USADO_4	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.6	BIT_NO_USADO_5	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.7	BIT_NO_USADO_6	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.0	ET1_A1_0	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A1.0 DE LA ET_1
+1.1	ET1_A1_1	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A1.1 DE LA ET_1
+1.2	BIT_NO_USADO_7	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.3	BIT_NO_USADO_8	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.4	BIT_NO_USADO_9	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.5	BIT_NO_USADO_10	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.6	BIT_NO_USADO_11	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.7	BIT_NO_USADO_12	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+2.0	ET1_AW2	INT	0	SALIDA ANALOGICA 1 DE LA ET_1
+4.0	ET1_AW4	INT	0	SALIDA ANALOGICA 2 DE LA ET_1
+6.0	ET2_A6_0	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A6.0 DE LA ET_2
+6.1	ET2_A6_1	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A6.1 DE LA ET_2
+6.1	ET2_A6_1	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A6.1 DE LA ET_2
+6.2	BIT_NO_USADO_13	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.3	BIT_NO_USADO_14	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.4	BIT_NO_USADO_15	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.5	BIT_NO_USADO_16	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.6	BIT_NO_USADO_17	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.7	BIT_NO_USADO_18	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.0	ET2_A7_0	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A7.0 DE LA ET_2
+7.1	ET2_A7_1	BOOL	FALSE	SALIDA DIGITAL A7.1 DE LA ET_2
+7.2	BIT_NO_USADO_19	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.3	BIT_NO_USADO_20	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.4	BIT_NO_USADO_21	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.5	BIT_NO_USADO_22	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.6	BIT_NO_USADO_23	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.7	BIT_NO_USADO_24	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+8.0	ET2_AW8	INT	0	SALIDA ANALOGICA 1 DE LA ET_2
+10.0	ET2_AW10	INT	0	SALIDA ANALOGICA 2 DE LA ET_2
=12.0		END_STRUCT		

Figura 5.2.25

- **Edición del DB11.**



Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	ET1_E0_0	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E0.0 DE LA ET_1
+0.1	ET1_E0_1	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E0.1 DE LA ET_1
+0.2	BIT_NO_USADO_1	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.3	BIT_NO_USADO_2	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.4	BIT_NO_USADO_3	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.5	BIT_NO_USADO_4	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.6	BIT_NO_USADO_5	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+0.7	BIT_NO_USADO_6	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.0	ET1_E1_0	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E1.0 DE LA ET_1
+1.1	ET1_E1_1	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E1.1 DE LA ET_1
+1.2	BIT_NO_USADO_7	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.3	BIT_NO_USADO_8	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.4	BIT_NO_USADO_9	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.5	BIT_NO_USADO_10	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.6	BIT_NO_USADO_11	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+1.7	BIT_NO_USADO_12	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+2.0	ET1_EW2	INT	0	ENTRADA ANALOGICA 1 DE LA ET_1
+4.0	ET1_EW4	INT	0	ENTRADA ANALOGICA 2 DE LA ET_1
+6.0	ET2_E6_0	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E6.0 DE LA ET_2
+6.1	ET2_E6_1	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E6.1 DE LA ET_2
+6.2	BIT_NO_USADO_13	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.3	BIT_NO_USADO_14	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.4	BIT_NO_USADO_15	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.5	BIT_NO_USADO_16	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.6	BIT_NO_USADO_17	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+6.7	BIT_NO_USADO_18	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.0	ET2_E7_0	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E7.0 DE LA ET_2
+7.1	ET2_E7_1	BOOL	FALSE	ENTRADA DIGITAL E7.1 DE LA ET_2
+7.2	BIT_NO_USADO_19	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.3	BIT_NO_USADO_20	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.4	BIT_NO_USADO_21	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.5	BIT_NO_USADO_22	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.6	BIT_NO_USADO_23	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+7.7	BIT_NO_USADO_24	BOOL	FALSE	BIT NO USADO
+8.0	ET2_EW8	INT	0	ENTRADA ANALOGICA 1 DE LA ET_2
+10.0	ET2_EW10	INT	0	ENTRADA ANALOGICA 2 DE LA ET_2
=12.0		END_STRUCT		

Figura 5.2.26

- **Edición del OB1**

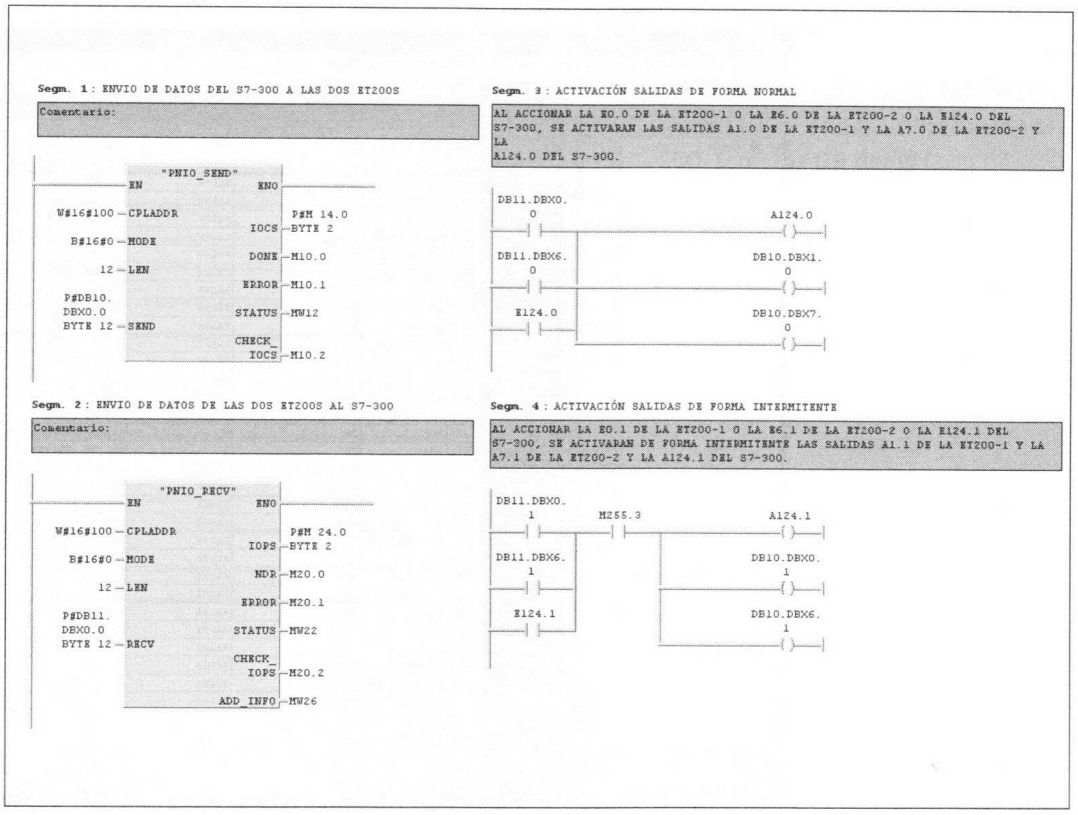


Figura 5.2.27

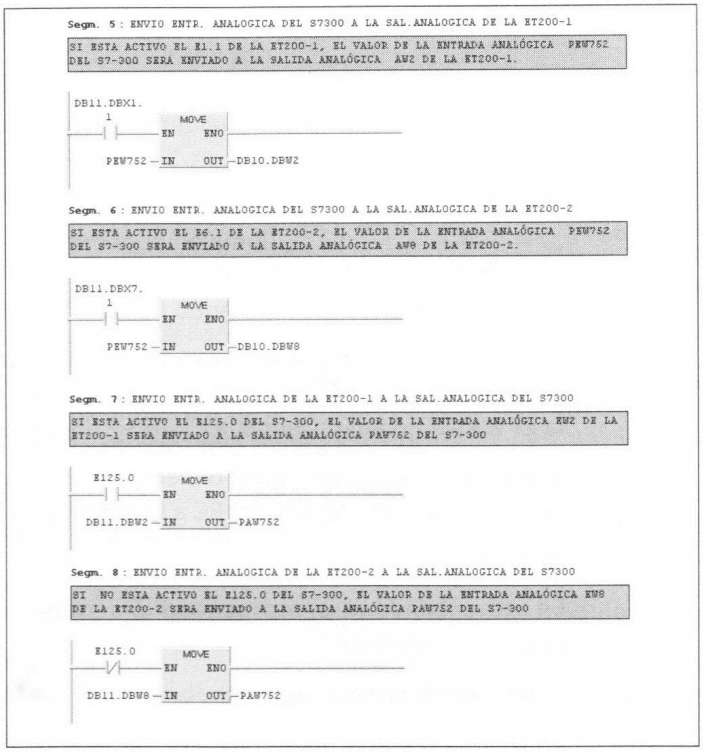


Figura 5.2.28

Una vez editados y guardados los DB10, DB11 y el OB1, procederemos a enviarlos al PLC. Lo haremos desde el Administrador Simatic y también enviaremos el FC11 (PN I/O SEND) y el FC12 (PN I/O RECV).

5.2.2.5 Diagnosis de PROFINET

La diagnosis en PROFINET puede realizarse de varias maneras:

- Mediante la comunicacion online del hardware de nuestro proyecto con la red PROFINET.
- Mediante la página Web de diagnosis que lleva incorporada la CP.
- Mediante la función FB54 (PNIO_ALARM).

A continuación, veremos como se hace la diagnosis de las dos primeras maneras.

5.2.2.5.1 Comunicación Online del hardware

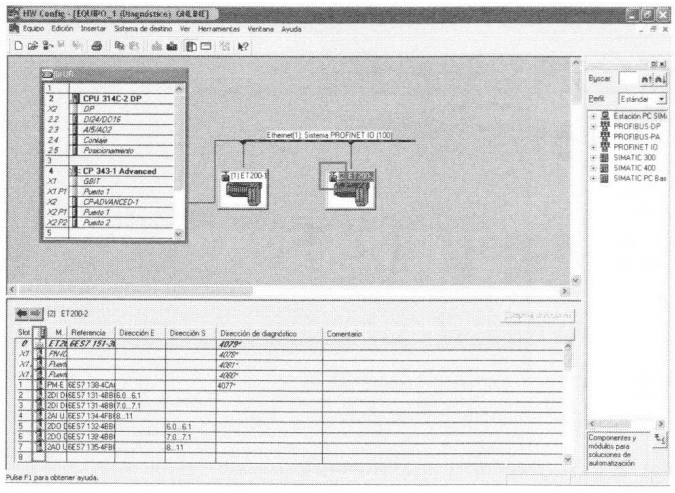


Figura 5.2.29

AVERÍA 1.

En este caso, provocamos una averia quitando la alimentación a la ET 200-2.

Para ver el fallo, abrimos el hardware de nuestro proyecto y pulsamos en el tercer icono empezando por la izquierda (Offline < >Online).

El sistema se pone Online y comprobamos que sale una pequeña raya roja sobre la ET 200-2. Seleccionando este componente observamos cómo también aparece otra marca roja sobre todos sus módulos. Eso nos indica que el S7-300 ve una diferencia entre su configuración teórica y la real que hay en ese momento.

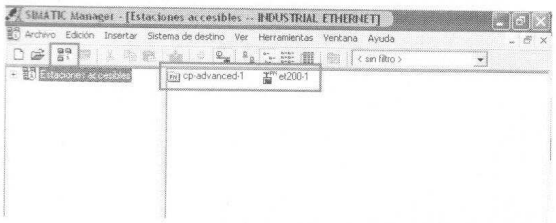


Figura 5.2.30

Al devolverle la alimentación al equipo y tras unos segundos de inicialización, se observa cómo todo vuelve a la normalidad. Para poder visualizar el nuevo estado, debemos actualizar la pantalla del hardware pulsando directamente la tecla "F5" del ordenador o seleccionando la opción "Actualizar" del menú "Ver" de HW-Config.

También podemos detectar el primer fallo si vamos al Administrador Simatic y desde allí nos ponemos Online con la opción "Estaciones accesible" (tercer icono empezando por la izquierda).

Al pulsar este botón, aparecerán en pantalla las estaciones que detecta como conectadas a la red PROFINET. En ese caso, vemos que sólo aparece la CP Advanced y la ET 200-1, no apareciendo la ET 200-2 que fallaba en ese momento.

Nota: Para poder hacer esto, debemos tener ajustado la interfaz PC/PG como TCP/IP y tener conectado nuestro PC a la red PROFINET.

AVERÍA 2.

En este segundo caso, provocamos una avería en la ET 200-1. La avería consiste en quitar el módulo de 2 entradas del slot 3.

Repetimos el proceso anterior abriendo el hardware y poniéndolo en "Online".

En este caso comprobaremos que sale una pequeña marca roja sobre la ET 200-1 y otra marca roja sobre el módulo que hemos quitado. El S7-300 detecta que ese módulo no responde.

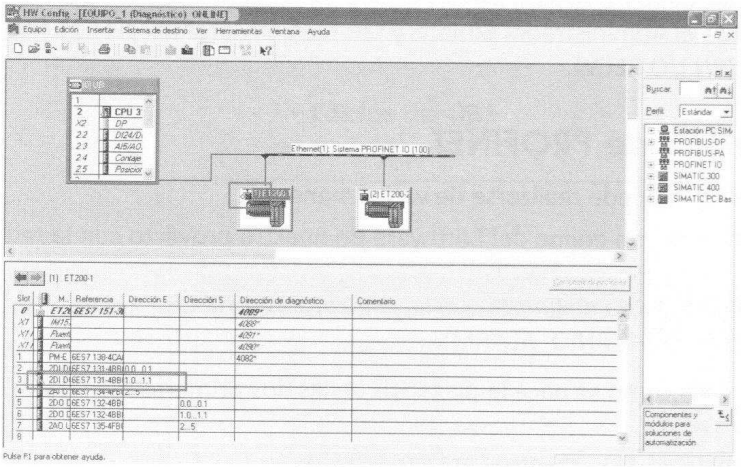


Figura 5.2.31

En este caso, y mediante la opción "Módulos defectuosos..." del menú "Sistema de destino" de HW-Config, podemos conocer con mayor detalle el error producido (figura 5.2.32).

Si, además, lo seleccionamos y pulsamos el botón "Información del módulo...", aparece la siguiente ventana en donde, en la pestaña "Diagnóstico dispositivos IO", nos informa de que el módulo está ausente (figura 5.2.33).

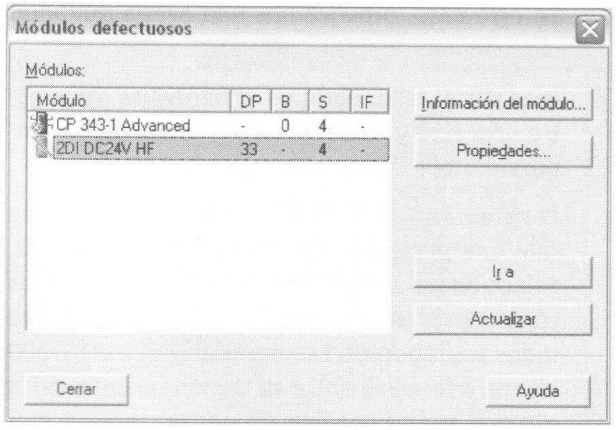


Figura 5.2.32

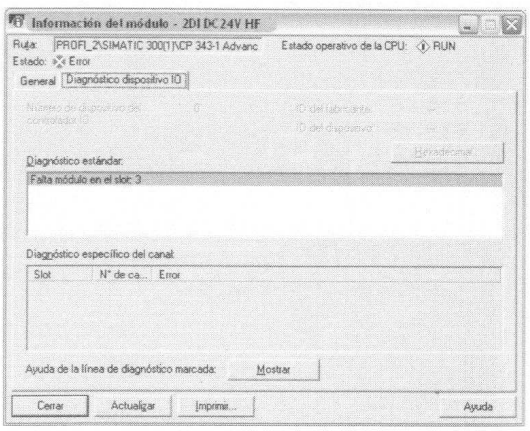


Figura 5.2.33

5.2.2.5.2 Página Web de diagnosis de la CP

Al igual que cuando queremos acceder a PROFINET desde "Estaciones accesibles", para que la CP pueda leer la página Web de diagnosis, debemos tener ajustado el PC Adapter a TCP/IP.

Para leer la diagnosis, debemos abrir el navegador de Internet y escribir en su barra de direcciones la dirección de la CP, en este caso, www.192.168.0.50. Esto será válido siempre que dentro de la CP no exista ninguna página que se llame index.htm. Si existe, para acceder a la página de diagnóstico de la CP deberemos escribir www.192.168.0.50/Portal0000.htm.

En esta pantalla tenemos el resultado de haber reproducido la AVERÍA 1, es decir, desconectar la alimentación de la ET 200-2. Lo que reflejará la página es el fallo de la ET, poniéndola de color rojo (figura 5.2.34).

En este caso quitamos, como hemos hecho anteriormente en la AVERÍA 2, la tarjeta de dos entradas digitales que está colocada en el slot 3 de la ET 200-1.

Comprobamos que ahora el fallo lo indica sobre la ET 200-1, pero a diferencia del caso anterior sólo nos sale marcado, como es lógico, el módulo que ha fallado.

Una vez comprobado el fallo, reinserto el módulo en su sitio y a los pocos segundos, cuando la pagina web se refresque, podremos ver que el error quedará borrado (figura 5.2.35).

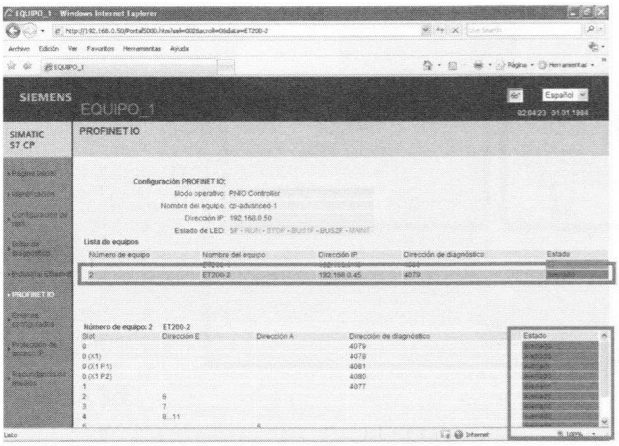


Figura 5.2.34

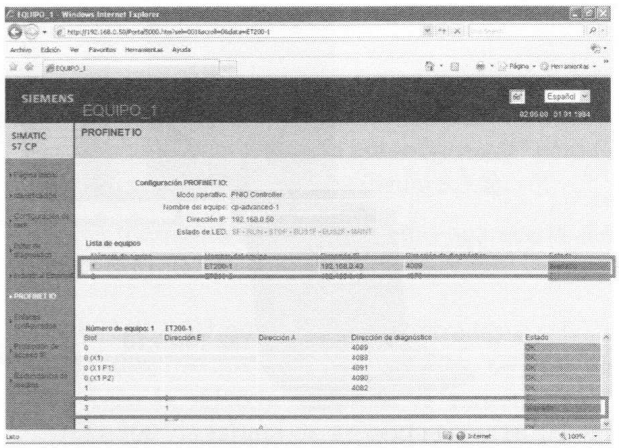


Figura 5.2.35

5.3 Red PROFINET entre un PLC con puerto PN integrado y dos ET 200S

5.3.1 Ejercicio resuelto 1

5.3.1.1 Objetivo

El objetivo de este ejercicio es el de crear una red PROFINET en la que haya un ordenador, una CPU 315-2PN/DP y dos ET 200S.

Este ejercicio es igual que el anterior, con la salvedad de que la propia CPU tiene puerto integrado de PROFINET y, por lo tanto, no tendremos que usar la CP 343-1

Advance, y tampoco serán necesarias las funciones FC11 (PN I/O SEND) y FC12 (PN I/O RECV).

Las entradas y salidas de las ET se asignan de forma directa en el registro de entradas (PAE) y de salida (PAA) de la CPU.

La ET estará compuesta de los siguientes módulos:

- Dos tarjetas de 2 entradas digitales.
- Dos tarjetas de 2 salidas digitales.

La comunicación que queremos desarrollar en este ejercicio está basada en el siguiente funcionamiento:

- Al accionar la E0.0 de la ET 200-1 o la E6.0 de la ET 200-2 o la E124.0 del S7-300, se activarán las salidas A1.0 de la ET 200-1, la A7.0 de la ET 200-2 y la A124.0 del S7-300.
- Al accionar la E0.1 de la ET 200-1 o la E6.1 de la ET 200-2 o la E124.1 del S7-300, se activarán de forma intermitente las salidas A1.1 de la ET 200-1, la A7.1 de la ET 200-2 y la A124.1 del S7-300.

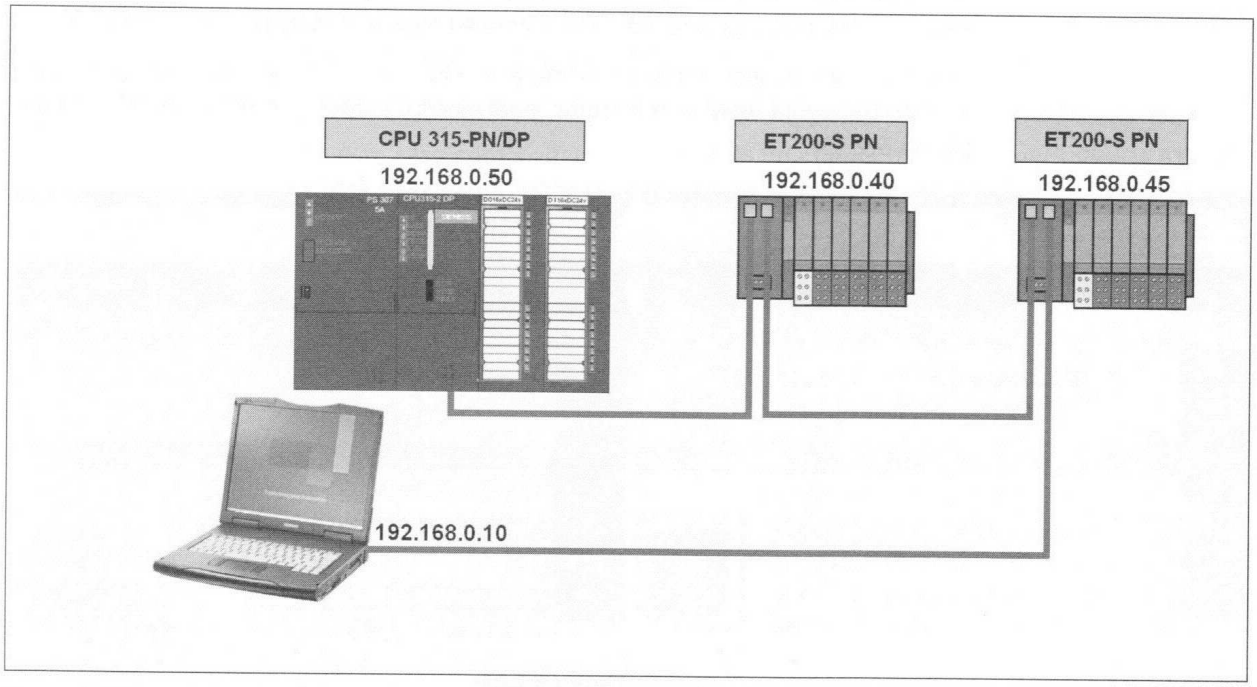


Figura 5.3.1
PROFINET con CPU con puerto integrado.

5.3.1.2 Equipos a utilizar

Relación de los equipos a utilizar en este ejercicio:

Un CPU 3145-2PN/DP.

Dos ET 200S PN compuestas cada una de:

- Dos tarjetas de 2 entradas digitales.
- Dos tarjetas de 2 salidas digitales.

Tres cables Ethernet con los respectivos conectores RJ45 en sus extremos.

Un cable PC Adapter MPI.

Un software STEP 7.

Un ordenador con tarjeta de red Ethernet.

5.3.1.3 Configuración de las ET

Nº. slot	ET 200S PN (192.168.0.40)	ET 200S PN (192.168.0.45)
1	Módulo de alimentación PM	Módulo de alimentación PM
2	Módulo de 2 entradas digitales 24 V	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
3	Módulo de 2 entradas digitales 24 V	Módulo de 2 entradas digitales 24 V
4	Módulo de 2 salidas digitales 24 V	Módulo de 2 salidas digitales 24 V
5	Módulo de 2 salidas digitales 24 V	Módulo de 2 salidas digitales 24 V

Tabla 5.3.1

5.3.1.4 Desarrollo del ejercicio

5.3.1.4.1 Creación del hardware

Procederemos a crear un proyecto nuevo. Insertamos un PLC S7-300 y una red Ethernet.

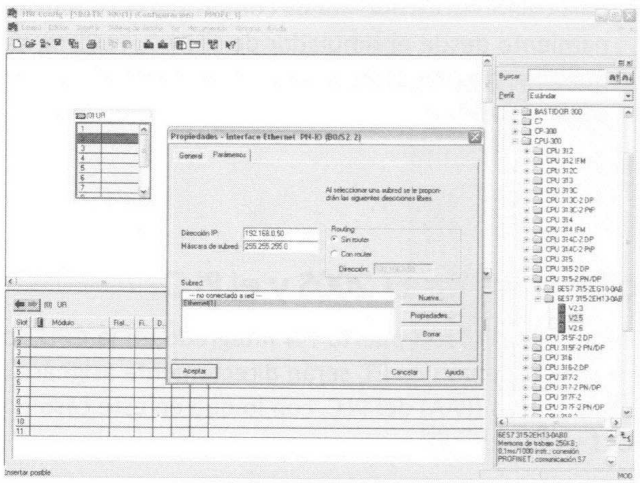


Figura 5.3.2

Abriremos el hardware, insertaremos un bastidor y dentro de él insertamos la CPU 315-2PN/DP en donde coincida su referencia y versión con la que se disponga. En este caso, la 315-2EH13-0AB0, v:2.6 en el slot 2.

Se nos abrirá una ventana donde seleccionaremos "Ethernet" y le asignamos la dirección IP 192.168.0.50. A continuación, pulsamos el botón "Aceptar" para finalizar y cerrar dicha ventana (figura 5.3.2).

En ese momento se observa cómo aparece la red "PROFINET IO" de la conexión X2.

Como esta CPU no dispone de entradas y salidas integradas, hemos de colocarle una tarjeta. En este caso la seleccionamos de la carpeta "SM", "DI/DO-300" la tarjeta de 16 entradas y 16 salidas (323-1LB00-0AA0) y la arrastramos al slot 4.

Por defecto, se direcciona con las direcciones 0 y 1. Para poder trabajar con los mismos registros del ejercicio del capítulo anterior, hacemos un clic encima de la tarjeta y le pondremos la dirección 124 y 125 tanto de entradas como de salidas.

A continuación, vamos a la carpeta "PROFINET IO" y dentro arrastramos las dos ET 200 encima de red PROFINET (figura 5.3.3).

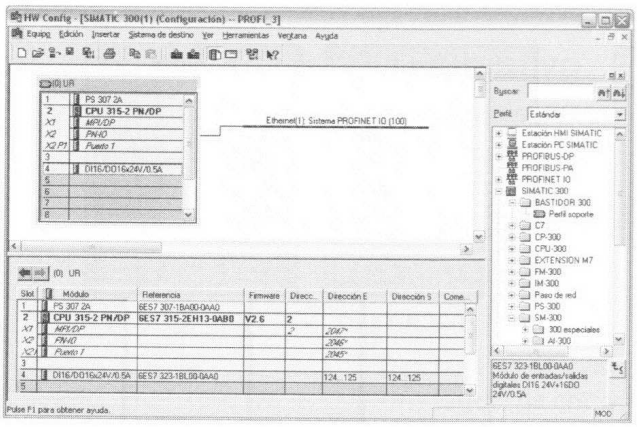


Figura 5.3.3

Colocamos las tarjetas de entradas y salidas tal como está indicado. A continuación, podemos modificar las direcciones de entradas/salidas, pero al no utilizar las funciones FC5 y FC6 dichas direcciones no tienen por qué ser correlativas, y por tanto se podrían dejar tal como aparecen por defecto. A modo de indicación se presentan las direcciones utilizadas en este ejercicio en las siguientes tablas.

ET200-1 IP 192.168.0.40

(1) ET200-1

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S
0	*ET200-1*	*6ES7 151-3BA22-0AB0*		
X1	*IM151-3PN*			
X1 P1	*Puerto 1*			
X1 P2	*Puerto 2*			
1	PM-E DC24..48V	6ES7 138-4CA50-0AB0		
2	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	0.0...0.1	
3	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	1.0...1.1	
4	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		1.0...1.1
5	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		0.0...0.1
6				

ET200-2 IP 192.168.0.45

(2) ET200-2

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S
0	*ET200-2*	*6ES7 151-3BA22-0AB0*		
X1	*IM151-3PN*			
X1 P1	*Puerto 1*			
X1 P2	*Puerto 2*			
1	PM-E DC24..48V	6ES7 138-4CA50-0AB0		
2	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	6.0...6.1	
3	2DI DC24V HF	6ES7 131-4BB01-0AB0	7.0...7.1	
4	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		6.0...6.1
5	2DO DC24V/0,5A HF	6ES7 132-4BB01-0AB0		7.0...7.1
6				

Figura 5.3.4
Configuración de las entradas/salidas de las ET.

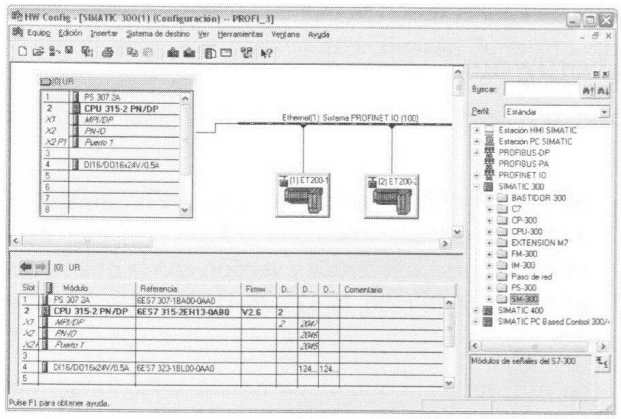


Figura 5.3.5

Una vez configurado todo el hardware con las ET así como todos sus módulos, lo hemos de compilar para posteriormente enviarlo al PLC mediante el botón de "Cargar en PG".

Este ejercicio, tal y como ha sido diseñado, tiene la particularidad de que puede comprobarse su funcionamiento desde el simulador de STEP 7, PLCSim, ya que todas las variables pasan por su memoria de entradas y salidas.

5.3.1.4.2 Comunicación entre las ET 200S y el PLC

En este ejercicio hemos utilizado una CPU con puerto PN integrado en la CPU, lo que implica que las entradas y salidas de las dos ET, serán directamente asignadas en el registro de entradas (PAE) y salidas (PAA) del PLC, con lo que en este caso no se necesitan las funciones (FC11 y FC12).

Ésta sería la relación de las entradas y salidas de las ET en la PAE (registro de entradas) y la PAA (registro de salidas) de la CPU:

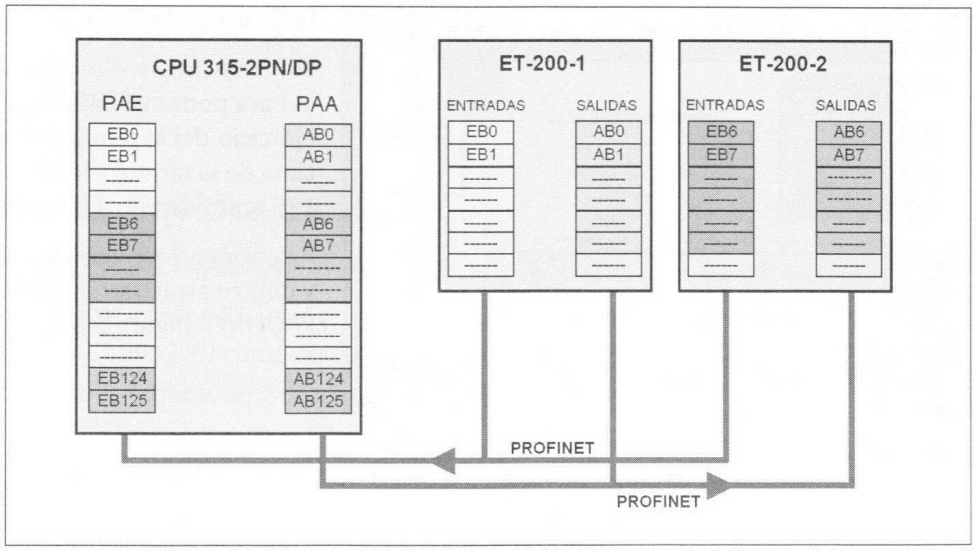
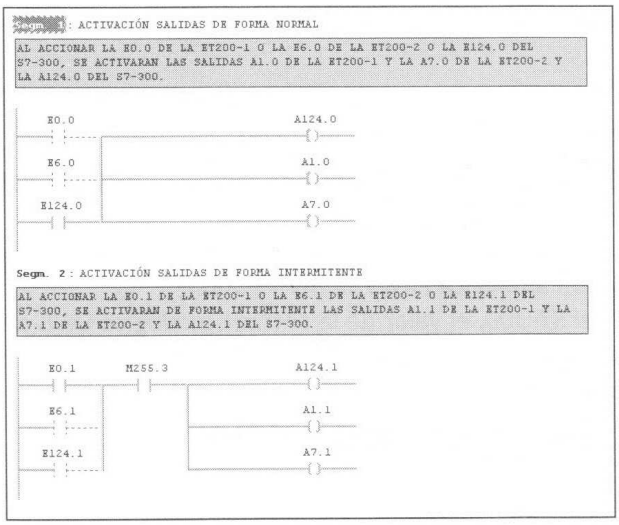


Figura 5.3.6

5.3.1.4.2.1 Edición del OB1



El programa cargado en la CPU para comprobar el correcto funcionamiento del enunciado propuesto puede ser el que se acompaña a continuación:

Figura 5.3.7

Como se ha comentado anteriormente, existe la posibilidad de poder comprobar el funcionamiento utilizando el simulador de STEP 7, PLCSim.

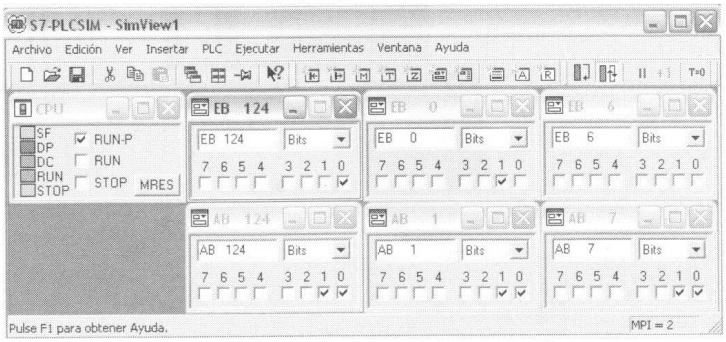


Figura 5.3.8

5.3.2 Ejercicio propuesto

5.3.2.1 Objetivo

El objetivo de este ejercicio es el de completar el ejercicio anterior añadiendo unas tarjetas analogicas a las ETs y enviando los valores entre ellas y el PLC.

5.3.2.2 Equipos a utilizar

Un CPUs 3145-2PN/DP

Dos ET 200S PN compuestas cada una de:

- Dos Tarjetas de 2 entradas digitales.
- Una tarjeta de entradas analógicas.
- Una tarjeta de salidas analógicas.
- Dos tarjetas de salidas digitales

Tres cables ethernet

Un cable PC Adapter MPI.

Un sofware Step 7 V 5.4 SP4

Un PC con tarjeta de red

5.3.2.3 Funcionamiento

El funcionamiento sera el mismo que el ejercicio resuelto 1, debiendo cumplir ademas lo siguiente:

- Si esta activo el E1.1 de la ET200-1, el valor de la entrada analógica PEW752 del S7-300 sera enviado a la salida analógica AW2 de la ET200-1.
- Si está activo el E7.1 de la ET200-2, el valor de la entrada analógica PEW752 del S7-300 será enviado a la salida analógica AW8 de la ET200-2.
- Si está activo el E125.0 del S7-300, el valor de la entrada analógica EW2 de la ET200-1 será enviado a la salida analógica PAW752 del S7-300
- Si NO está activo el E125.0 del S7-300, el valor de la entrada analógica EW8 de la ET200-2 será enviado a la salida analógica PAW752 del S7-300

5.3.3 Esquema del conexionado

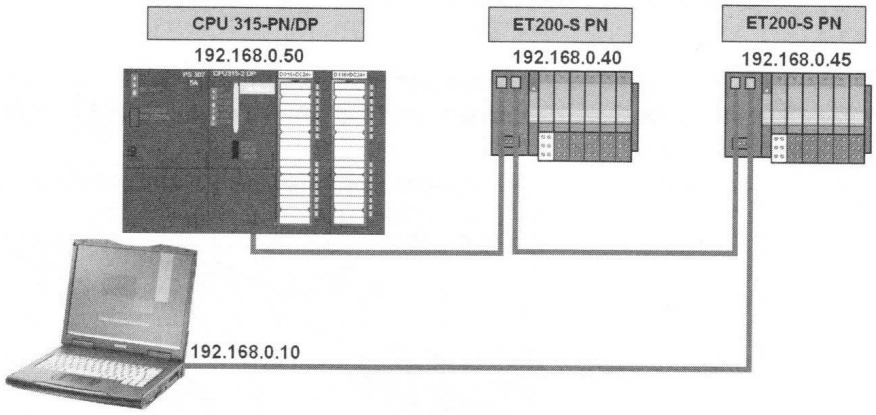


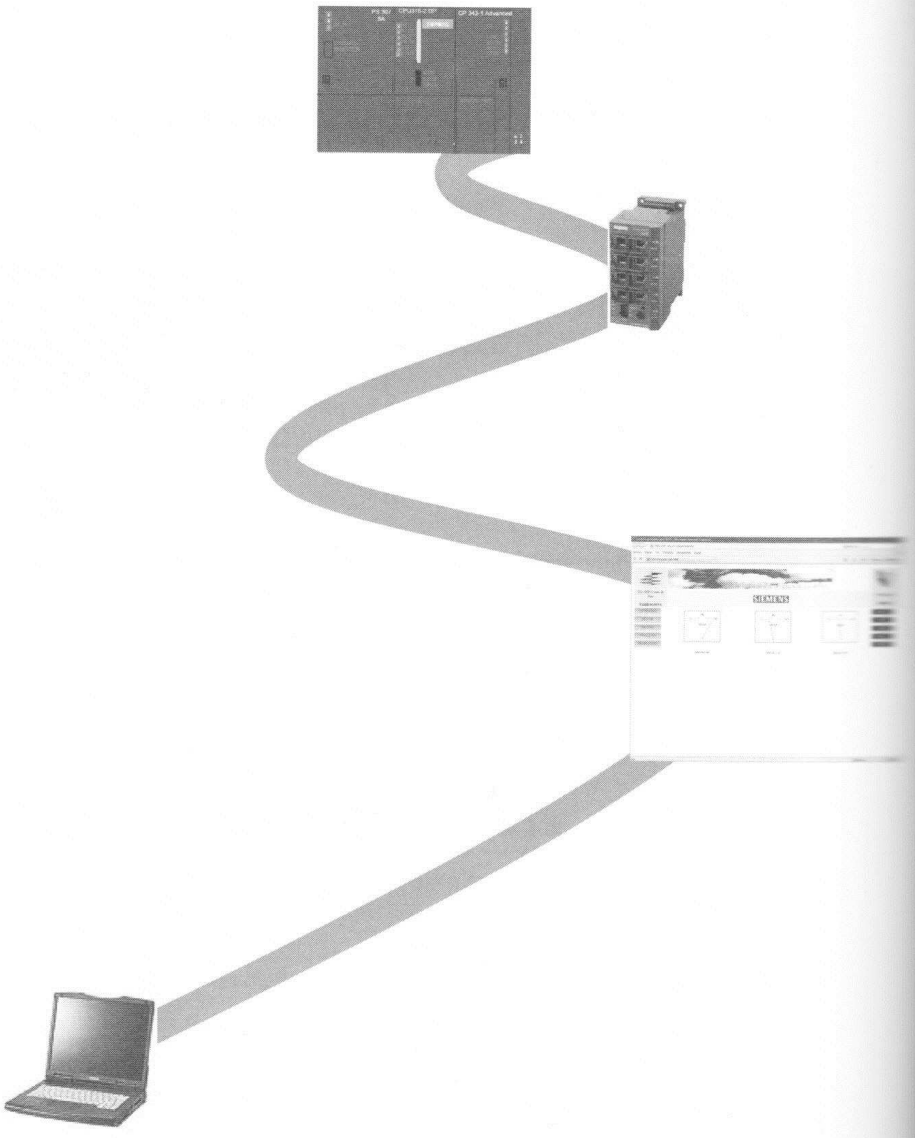
Figura 5.3.9
ETs con entradas y salidas analógicas

5.3.4 Configuración de las ETs

Nº SLOT	ET200-S PN (192.168.0.40)	ET200-S PN (192.168.0.45)
1	Modulo de alimentación PM	Modulo de alimentación PM
2	Modulo de 2 Entradas digitales 24 V	Modulo de 2 Entradas digitales 24 V
3	Modulo de 2 Entradas digitales 24 V	Modulo de 2 Entradas digitales 24 V
4	Modulo de 2 Entradas analógicas	Modulo de 2 Entradas analógicas
5	Modulo de 2 Salidas digitales 24 V	Modulo de 2 Salidas digitales 24 V
6	Modulo de 2 Salidas digitales 24 V	Modulo de 2 Salidas digitales 24 V
7	Modulo de 2 salidas analógicas	Modulo de 2 salidas analógicas

Tabla 5.3.2

Unidad 6 Páginas web integradas de control



En este capítulo:

6.1 Introducción y características de la Web

6.2 Funciones de diagnóstico de dispositivos mediante una Web integrada

6.3 Configuración de una página Web de control

6.1 Introducción y características de la Web

Las CP-IT de Ethernet Industrial, como la 343-1 Advanced, disponen de la función de servidor web para el acceso a ella a través de un navegador de internet. Para ello, se guardan determinadas informaciones en la zona de memoria de la CP. Esta zona de memoria para las funciones Web de la CP se utiliza para guardar las páginas HTML. También contiene unas páginas de diagnóstico donde se pueden observar informaciones acerca del estado de funcionamiento tanto de la CP como de la CPU.

Para el acceso a las páginas HTML en el CP es necesario un navegador de internet. Los siguientes navegadores son adecuados, entre otros, para la comunicación con el CP:

- Internet Explorer (versión recomendada: 6.0 o superior).
- Opera (versión recomendada: 9.2 o superior).
- Firefox (versión recomendada: 2.0 o superior).

Estos navegadores de internet admiten todos los requisitos tomados como base durante la realización de las funciones IT (Implementación de referencia de Java – se admite Java Development Kit 1.1.x) del CP.

Debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Las funciones de diagnóstico y de los módulos en las páginas web de la CP sólo están disponibles para el acceso en modo de lectura.
- Las páginas web de diagnóstico no se pueden modificar.
- Las entradas en el buffer de diagnóstico, que se muestran en las páginas de diagnóstico, sólo están en inglés. Esto es independiente del idioma seleccionado para la representación de las páginas web.

Por defecto en la configuración de la CP, la función de servidor web está activada. La función de servidor web se puede activar o desactivar en el registro "Protección de acceso IP" del diálogo de propiedades, en la configuración de hardware de STEP 7.

La CP-IT pone a nuestra disposición la función de un servidor de web para el acceso a través de un navegador de web. Para ello, la CP proporciona un área de memoria (RAM o flash) donde se pueden guardar archivos. Esta área se utiliza para guardar páginas HTML y S7–Applets. También podríamos guardar otros archivos tipo txt, doc o pdf, si nos interesara.

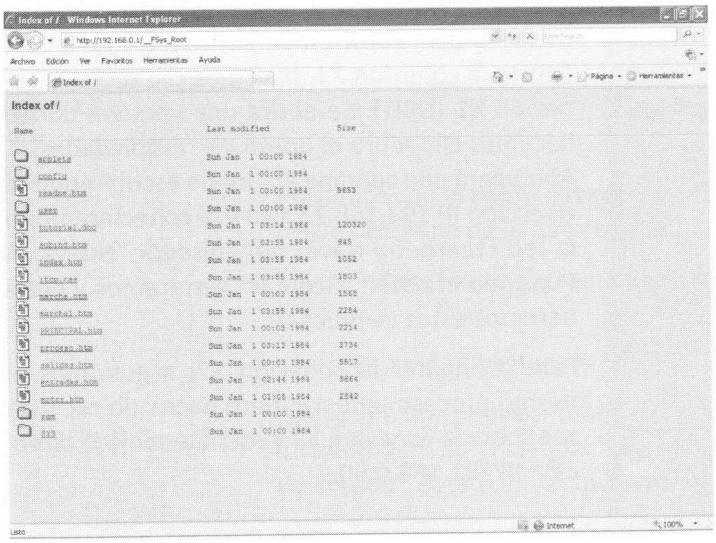


Figura 6.1.1

Las páginas HTML sirven para la transmisión y la representación de informaciones en un navegador de páginas web. Los S7–Applets son applets de Java hechos a la medida de SIMATIC S7, que permiten el acceso de escritura o lectura a los registros de la CPU S7.

La configuración por defecto de fábrica de la CP-IT, el sistema de archivos con el que cuenta, está formado por páginas en formato HTML, S7–Applets, S7–Beans y otras informaciones.

6.1.1 Conexión a la red del PLC

La CP 343-1 Advanced tiene dos conexiones de red:

- X1: Es una conexión de 1 gigabit. Tiene un puerto, el P1, que es una especie de bridge.
- X2: Es una conexión que actúa como un switch. Tiene dos puertos, el P1 y el P2.

Mediante la conexión X2 puedo montar una subred local (campo) que puedo ampliar conectando otros switch.

Mediante la conexión X1 (1 gigabit) puedo comunicar esa subred a nivel de campo con elementos de otra subred a nivel de oficinas. Por lo tanto, la conexión X1 nos hace de pasarela de una red a otra.

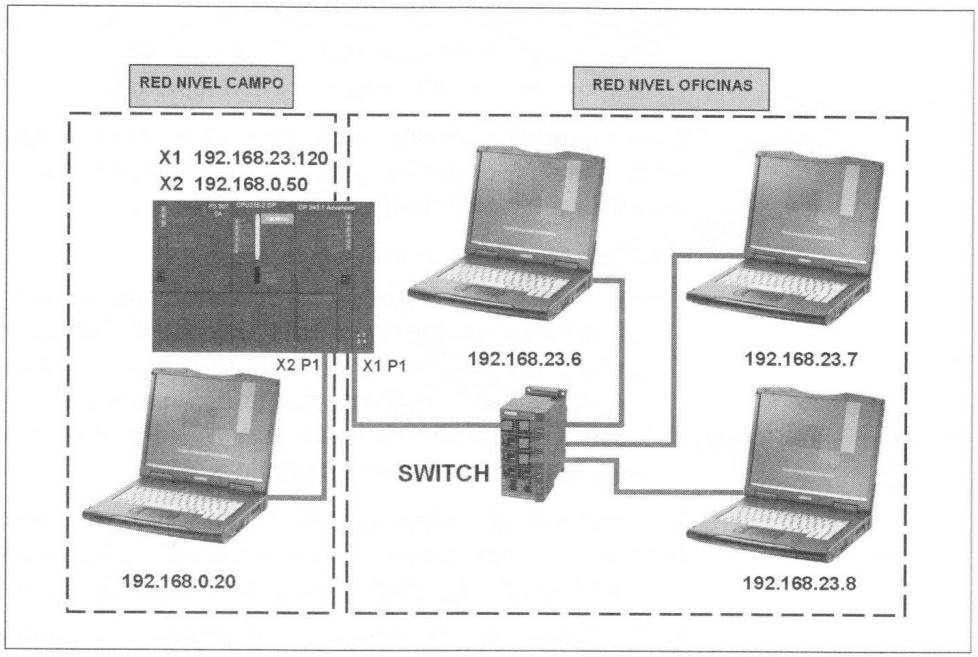


Figura 6.1.2
Acceso desde dos redes a la página web.

Cuando configuremos el hardware de nuestro PLC, pondremos en la conexión de X1 la dirección 192.168.23.120, y en X2 la dirección 192.168.0.50.

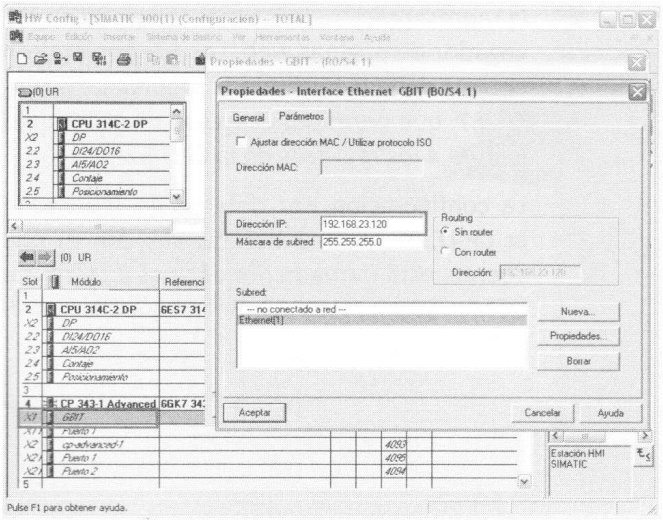


Figura 6.1.3

Desde la configuración de hardware y para configurar la conexión X1, hacemos clic sobre la conexión X1 (GBIT). Se abrirá una ventana donde hacemos clic sobre el botón de "Propiedades...". Aparecerá una ventana en donde escribiremos la dirección IP 192.168.23.120 y la conectaremos a la red Ethernet a través del pulsador "Nueva...". Pulsando el botón "Aceptar" cerraremos y guardaremos estos cambios.

Para configurar la conexión X2, seguiremos el mismo proceso anterior, pero haciendo clic esta vez sobre la conexión X2 y escribiéndole la dirección IP 192.168.0.50.

Forma de comunicar con el PLC:

- Red nivel campo. Para comunicar con el PLC desde un PC que esté conectado a la red local, pondremos en la barra de direcciones del navegador de Internet la dirección http://192.168.0.50
- Red nivel oficinas. Para comunicar con el PLC desde un PC que esté conectado a una red a nivel de oficinas, accederemos al PLC a través de la conexión X1 (1 gigabit) escribiendo en la barra de direcciones del navegador de Internet la dirección http://192.168.23.120. Esa red tendrá varios PC cuya dirección en este caso estarán en el rango 23.

6.1.2 Integración del ordenador dentro de la red del PLC

Para poder conectar nuestro PC en la red campo, hemos de configurar su dirección para que se encuentre en el mismo rango que el PLC.

Le podemos poner una dirección como 192.168.0.20, aunque podría ser otra diferente en la que la última cifra está comprendida entre 0 y 255, manteniendo el resto igual. De esta forma estaremos dentro del mismo rango de direcciones que el PLC. Lógicamente no podrá coincidir con la dirección asignada al PLC, 192.168.0.50.

Para ello, dentro de Windows, iremos a "Mi PC" y allí seleccionaremos "Mis sitios de Red" (figura 6.1.4).

Seleccionamos "Ver conexiones de red" (figura 6.1.5).

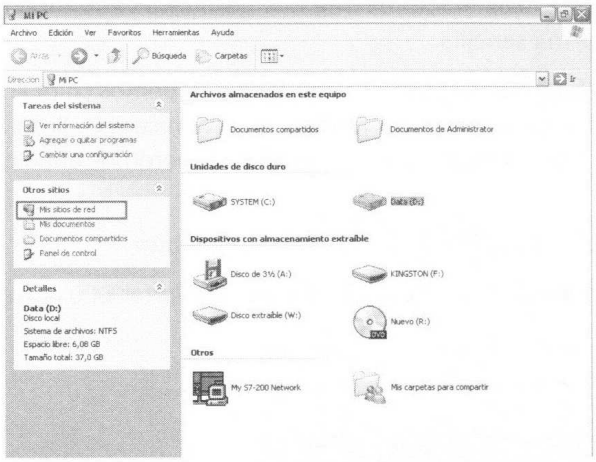


Figura 6.1.4

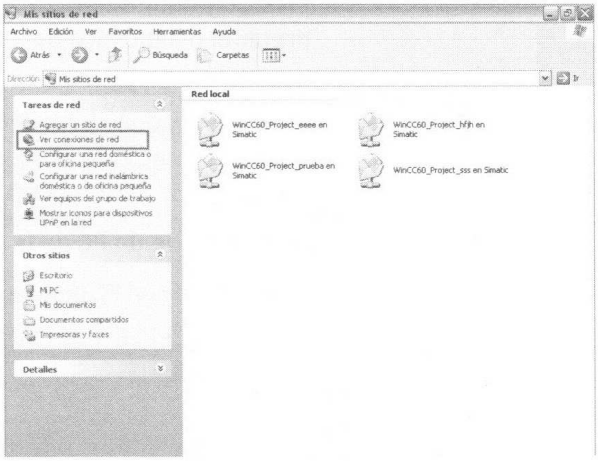


Figura 6.1.5

Pulsamos con el botón derecho del ratón sobre "Local Area Connection", apareciendo una ventana de la que seleccionaremos "Propiedades".

En ese momento se abre una ventana llamada "Propiedades de Local Area Connection".

Seleccionamos "Internet Protocol (TCP/IP)" y pulsamos sobre "Propiedades".

Aparecerá una nueva ventana para introducir la dirección IP. Escribimos la siguiente: 192.168.0.20 en el campo "Dirección IP" y "255.255.255.0" en el campo "Máscara de subred". Para finalizar, pulsaremos el botón "Aceptar" (figura 6.1.6).

Ahora podemos comprobar cómo tanto desde un ordenador dentro del área de campo como del área de oficinas podemos acceder al contenido web de la CP-IT.

Una vez realizada la configuración de la dirección IP del ordenador, accedemos a la dirección IP 192.168.0.50, apareciendo la web integrada en la CP (figura 6.1.7).

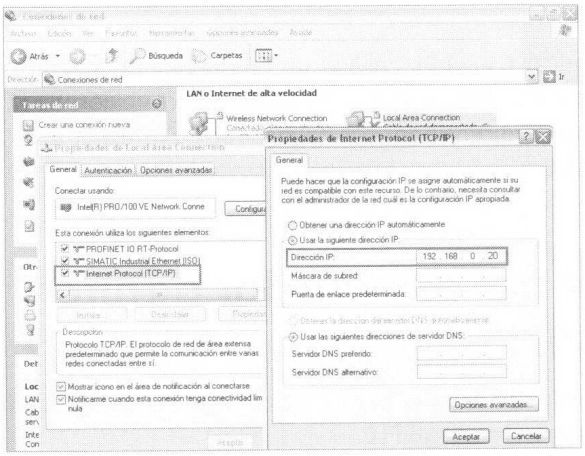


Figura 6.1.6

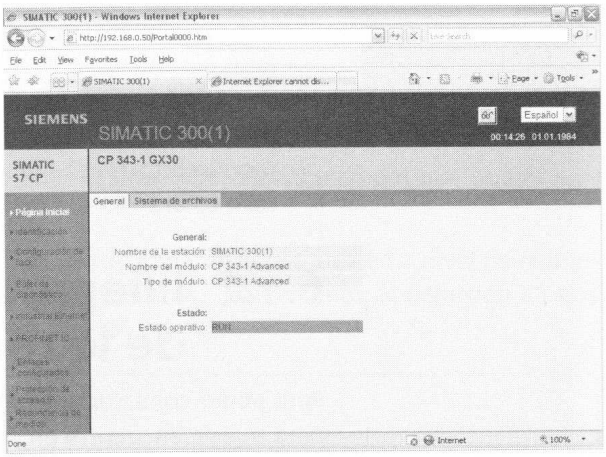


Figura 6.1.7

6.2 Función de diagnóstico de dispositivos mediante la Web integrada

El servidor web tiene toda una serie de posibilidades de diagnóstico donde, además, se puede seleccionar, de forma fácil, el idioma que nos permitirá ver e interpretar el diagnóstico del PLC de forma sencilla.

Para poder acceder al servidor web de diagnóstico de una CP, sólo debemos colocar en el navegador que usemos la dirección IP de esa tarjeta de comunicación. Si tuviéramos dentro de ella algún archivo con el nombre index.htm, deberemos añadir a la dirección "Portal0000.htm".

Acceso desde un PC de la red local: http://192.168.0.50/Portal0000.htm

Acceso desde un PC de una red de nivel oficinas: http://192.168.23.120/Portal0000.htm

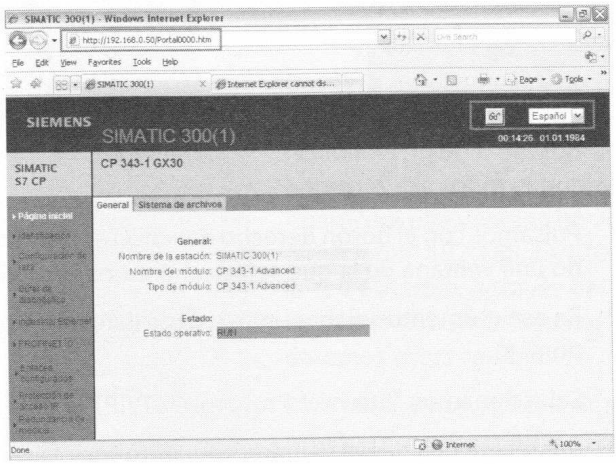


Figura 6.2.1

Dependiendo de la funcionalidad de la CPU de la familia S7, el servidor web integrado nos proporciona una serie de posibilidades de diagnóstico. Desde el menú que aparece en la parte izquierda podemos acceder a:

"**Página inicial**" con información general acerca de la CPU con dos pestañas, como son:

- Pestaña general (figura 6.2.2):
  - o Nombre de la estación.
  - o Nombre del módulo.
  - o Estado operativo.
  - o Tipo del módulo.
- Pestaña sistema de archivos (figura 6.2.3) (haciendo clic encima de RAM o flash) podremos ver:
  - o Los ajustes.
  - o Los archivos que tenemos dentro.
  - o La capacidad de la memoria usada.
  - o La capacidad de la memoria libre, etc.

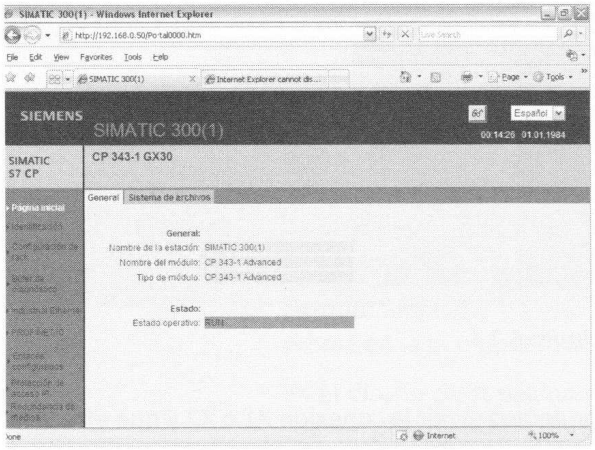


Figura 6.2.2

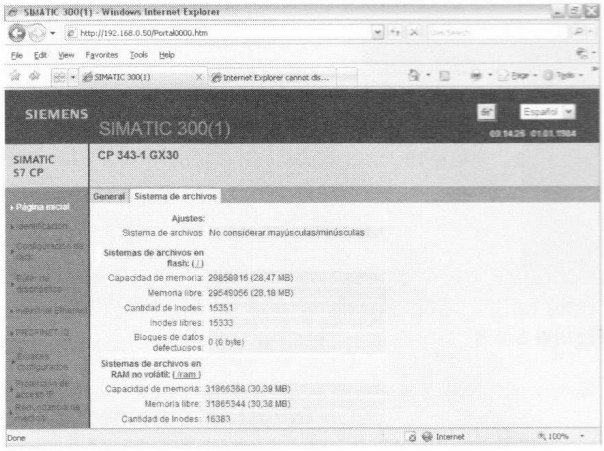


Figura 6.2.3

En la figura 6.2.3 hacer click encima de "flash" y después encima de "applets". Para que funcione de forma correcta la página web han desalir los siguientes cuatro applets: s7api.jar, s7gui.jar, s7util.jar y s7applets.jar.

"**Identificación**". Información identificativa del módulo, como:

- Número de serie.
- Número de referencia del producto.
- Versión del hardware y firmware del aparato.

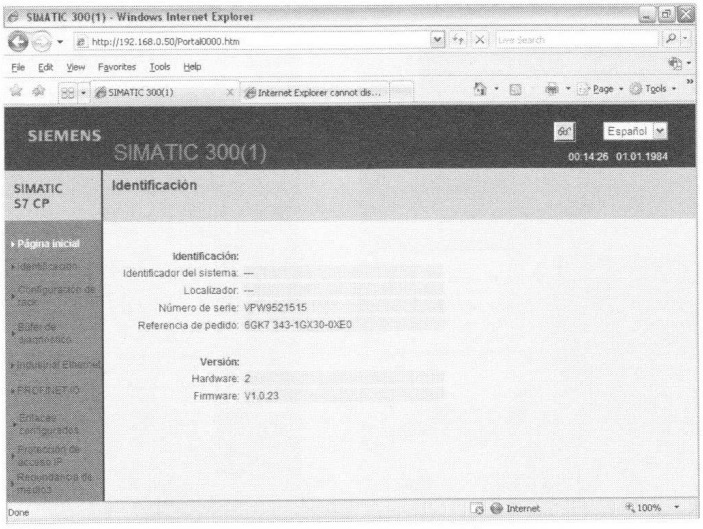


Figura 6.2.4

"**Configuración del rack**", con información como:

- Número de módulo de la CPU y de la CP.
- Dirección de la CP.
- Estado de la CPU y de la CP.

"**Buffer de diagnóstico**", en el que los mensajes, independientemente del idioma elegido, aparecerán en inglés. Está formado por dos pestañas, como son:

- Buffer de diagnóstico de la CPU.
- Buffer de diagnóstico de la CP.

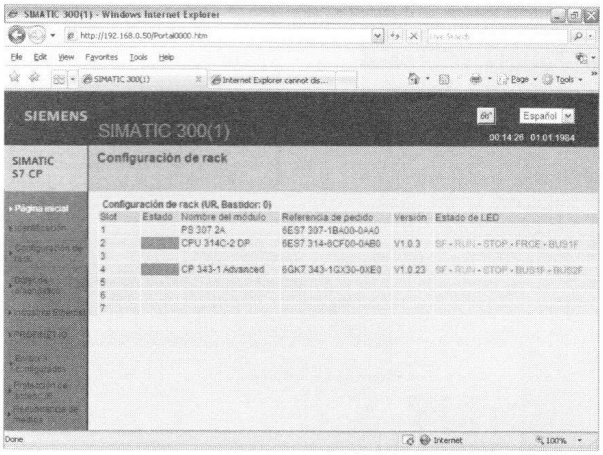


Figura 6.2.5

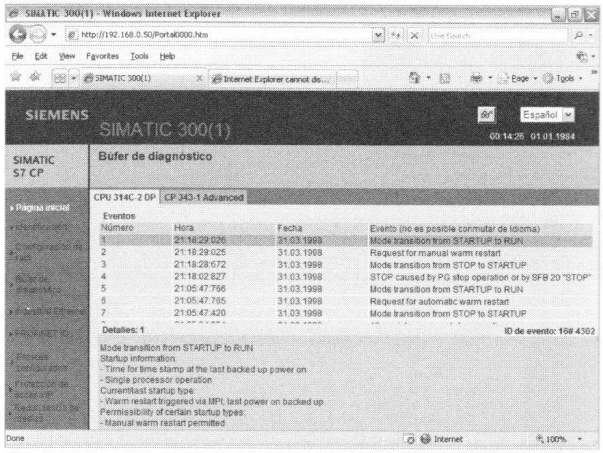


Figura 6.2.6

"**Industrial Ethernet**", en donde podemos elegir la conexión X1 o X2 y que ofrece la siguiente información en las diferentes pestañas:

- Parámetros de la CP y de sus puertos.
- Estadista sobre los paquetes de datos enviados y recibidos.
- Conexiones TCP establecidas con las IP y los puertos.
- Conexiones UDP.

"**PROFINET IO**". Se observa la siguiente información:

- Configuración.
- Lista de equipos en la red.
- Direcciones de entrada/salida y estado. En este caso indica que falla el módulo 2 de la ET, cuyo nombre es ET 200-1.

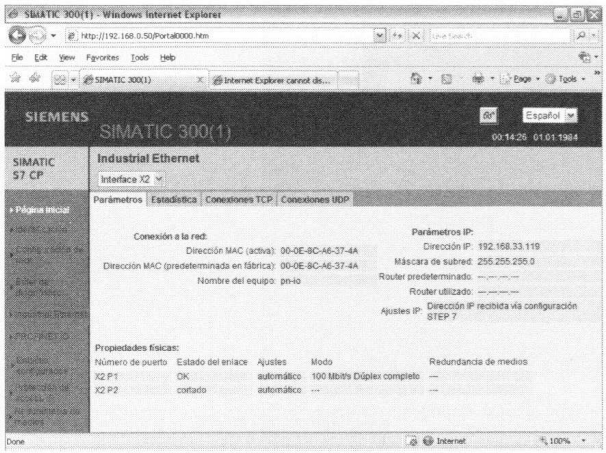


Figura 6.2.7

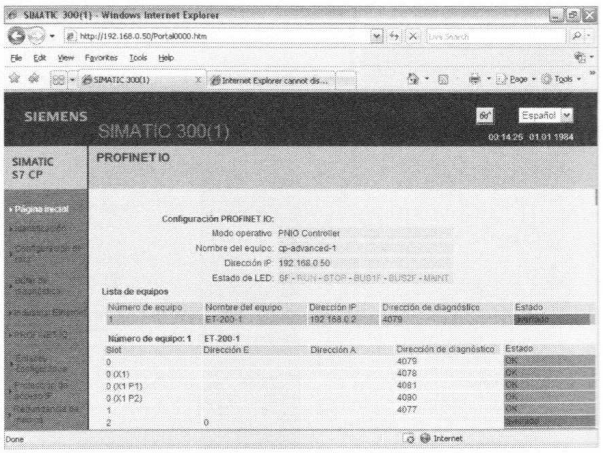


Figura 6.2.8

Otros menús con más información:

Accesos configurados.
Protección de acceso IP.
Redundancia de medios.

6.3 Configuración de una página Web de control

6.3.1 Introducción

En este capítulo se va a practicar en la realización de pequeñas páginas web de control, en donde el objetivo no es otro que el de poder interactuar desde la web diseñada con diferentes registros del PLC. Está claro que el mundo del diseño de páginas web es muy amplio y existen potentes herramientas de software para poder realizar diseños verdaderamente impresionantes, pero esto lo dejamos para otro tipo de bibliografías. Lo que en este capítulo intentamos conseguir es mostrar cómo añadir unos objetos específicos que, previamente configurados, se podrán incluir en sencillas o en espectaculares páginas web.

La CP 343-1 Advanced, aparte de la página de diagnóstico que lleva incorporada, permite ampliarla a gusto del usuario. Por tanto, se puede añadir una página web propia en la que podemos comunicarla con registros del PLC.

En el diseño de la página web se pueden incluir elementos que permitan tanto visualizar como escribir datos del/al PLC.

Para poder incluir en la página personal diseñada elementos que permitan la lectura/escritura de registros del PLC, se utilizan unos componentes, conocidos como applets, realizados en Java. La configuración de estos applets se puede realizar utilizando un programa gratuito suministrado por Siemens llamado **HTML Code Generador** (HCG), y para que puedan ser visualizados en el navegador de Internet el ordenador deberá tener instalada la **máquina virtual de Java**.

- **El software HCG** es un software que nos permite, de forma fácil, generar un código html. Con este código, y en combinación con los applets que tiene cargados la CP, conseguiremos leer o escribir registros del PLC.

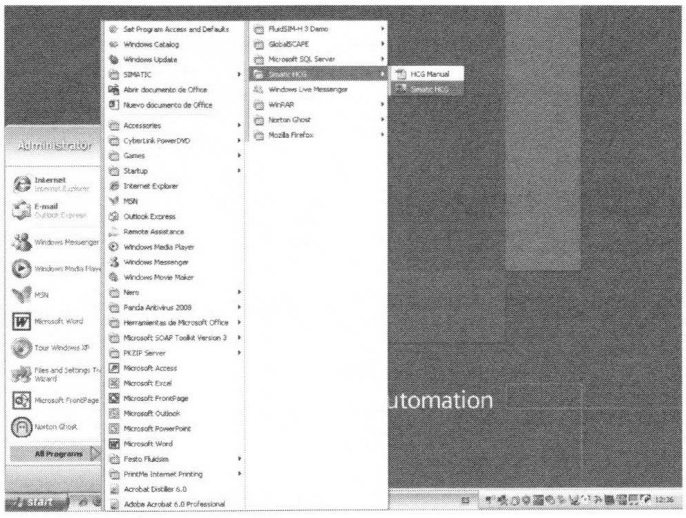


Figura 6.3.1

Una vez se ha generado el código, el mismo programa HCG realizará las funciones de servidor ftp y podrá cargar en la CP el código dentro de una página web con el nombre indicado. Tendremos que escribir una clave de acceso que antes habremos escrito en el hardware de la CP (esta clave de acceso deberá haber sido configurada previamente en el hardware del CP dentro de la pestaña "Usuario").

- **La máquina virtual Java** es necesaria porque los applets son de Java y, por lo tanto, el software ha de estar instalado en el PC para que, al cargarse la página web, funcionen correctamente.

Por tanto, hemos de proceder a la instalación de los dos programas suministrados en el CD.

6.3.2 Acceso a las páginas web

Como se explicó anteriormente, el acceso a las páginas de diagnóstico será realizado con tan sólo poner la dirección IP en el navegador, mientras que el acceso a las páginas web creadas por el usuario se deberá hacer mediante una clave de paso. La CP permite configurar diferentes perfiles de usuario con diferentes privilegios. Con ello lograremos restringir el acceso mediante privilegios.

Para crear un nuevo usuario, se deberá seguir los seguir los siguientes pasos (figura 6.3.2):

- Creamos en STEP 7 un nuevo proyecto.
- Insertamos un PLC tipos S7-300.
- Abrimos el hardware del PLC e insertamos la CPU y la CP-343-1 Advanced.
- Hacemos un doble clic con el botón izquierdo sobre "CP 343-1 Advanced", con lo que aparecerá un cuadro de diálogo.
- En el cuadro de diálogo hemos de seleccionar la pestaña de "Usuario" y mediante la opción "Agregar" definimos un usuario con sus privilegios (en este caso le autorizamos a todo) y su password.
- Ponemos como nombre de usuario "USUARIO_1" y como contraseña ponemos "USUARIO_1".

A continuación, se deben configurar las direcciones IP de las conexiones X1 y X2 de nuestra CP.

Para ello, una vez dentro del hardware, hacemos un doble clic en la conexión "X2" que está dentro de la CP.

Se abrirá una ventana, en la que pulsaremos el boton de "Propiedades...". Se abrirá una nueva ventana, y en el apartado "Subred" seleccionaremos "Ethernet" y en el campo "Dirección IP" ponemos la dirección de la conexión X2 que será 192.168.0.50 (figura 6.3.3).

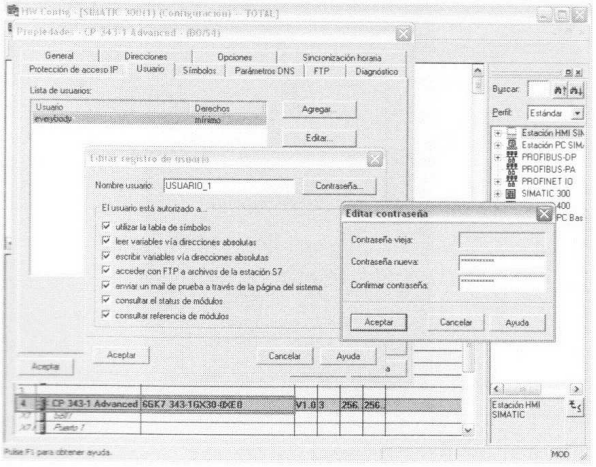


Figura 6.3.2

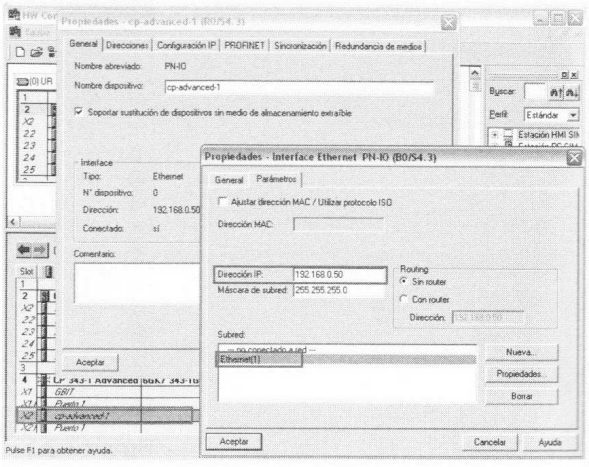


Figura 6.3.3

A continuación, configuramos la dirección de X1(1 gigabit).

Para ello, una vez dentro del hardware, hacemos un doble clic en la conexión "X1" que está dentro de la CP.

Se abrirá una ventana, en la que pulsamos el botón de "Propiedades..." y se abrira una nueva ventana. En el apartado "Subred" seleccionaremos "Ethernet" y en el campo "Dirección IP" ponemos la dirección de la conexión X1 que será 192.168.23.120.

Para finalizar, pulsamos el botón "Aceptar" en todas las ventanas, y posteriormente "Guardar y compilar". Ahora ya estamos en disposición de transferir el hardware al PLC mediante la opción "Cargar en módulo" (figura 6.3.4).

Una vez realizada la transferencia, la CP ya tiene asignada una dirección IP, en nuestro caso 192.168.0.50.

Comprobaremos si existe comunicación entre nuestro PC y el PLC. Para ello haremos una prueba. En Windows, pulsamos el botón de "Inicio" y del menú principal seleccionamos "Ejecutar". Veremos que se nos abre una pequeña ventana, pondremos "ping 192.168.0.50, en donde el valor es la dirección IP asignada a la CP. Para finalizar, pulsar el botón "Aceptar" (figura 6.3.5).

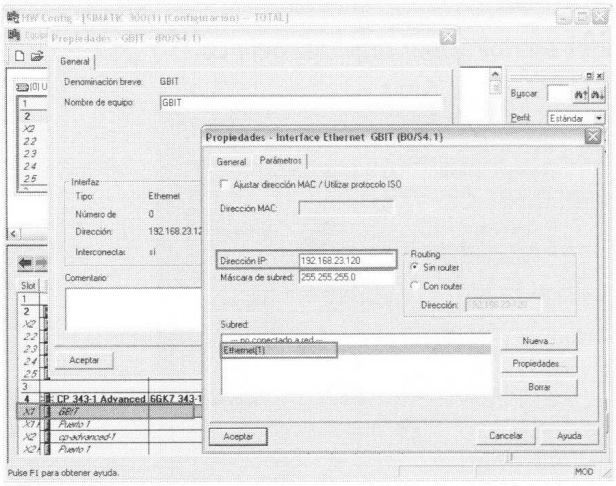


Figura 6.3.4

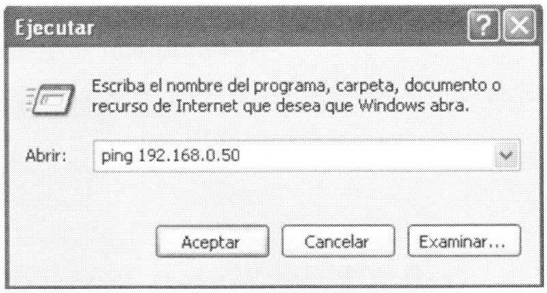


Figura 6.3.5

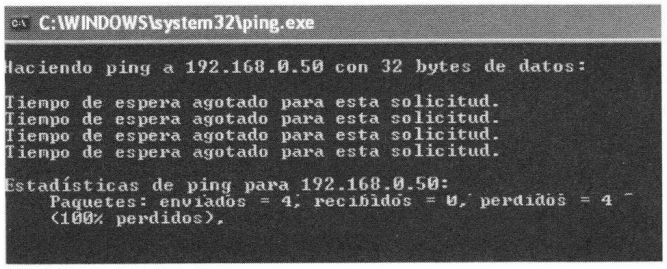


Figura 6.3.6

A continuación se observa cómo se abre una ventana en MS-DOS donde aparecerá si comunica o no.

En este caso sale el mensaje de "Tiempo agotado para esta solicitud", lo que indica que no ha conseguido comunicar.

Hemos de comprobar las conexiones y mirar la configuración hasta conseguir comunicar.

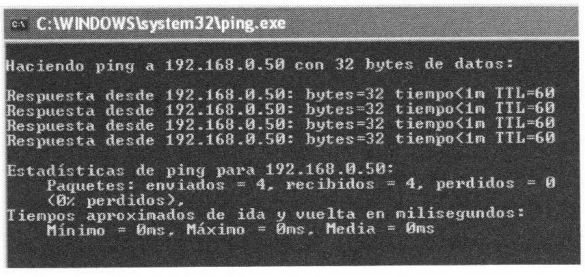


Figura 6.3.7

Si cuando ejecuto el comando "ping" aparecen unos mensajes muy similares a los visualizados en la figura de la izquierda, quiere decir que ha comunicado de forma correcta y nuestro ordenador ha conseguido enlazar con el elemento cuya IP es 192.168.0.50

6.3.3 Visualización y escritura de datos con el software HCG

A continuación se muestra un ejemplo para poder utilizar una página web a modo de SCADA y por tanto, a través de ella poder interactuar con el PLC. En este ejemplo realizamos una configuración para:

- Visualizar el estado del Byte EB124.
- Forzar valores al byte de salidas AB124.

Para esta sencilla configuración desde el software HCG, se deberá configurar las pestañas "S7 Get Applet" y "S7 Put Applet".

S7 Get Applet sirve para poder leer un valor en dos formatos diferentes, formato numérico o formato gráfico.

Si queremos trabajar en formato gráfico, debemos activar la casilla "Use Graphic Display?", con lo cual el valor de ese registro lo podremos ver en forma de:

- Medidor analógico (CLTacho).
- Nivel en un depósito (CLLevel).
- Nivel en un termómetro (CLThermo).

S7 Put Applet se utiliza para poder escribir y leer registros del PLC.

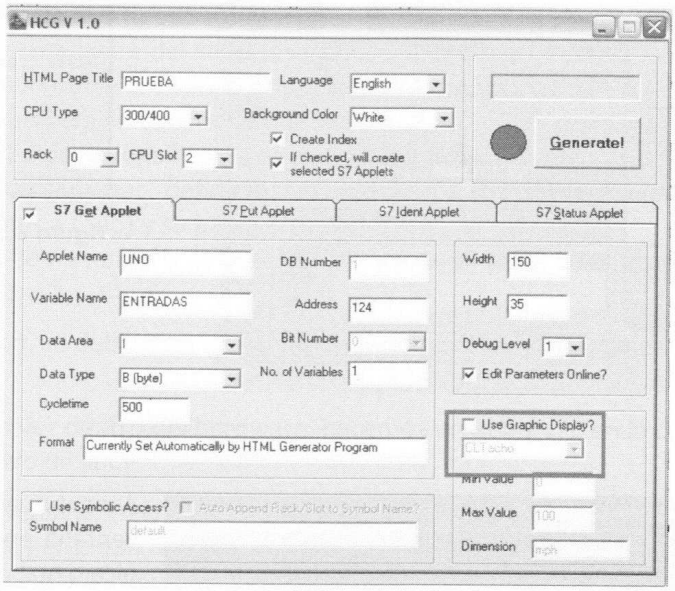


Figura 6.3.8

6.3.4 Significado de las opciones de S7 Get Applet

La pestaña S7 Get Applet dispone de unos campos y opciones para su configuración. A continuación, se detalla la función de cada una de ellas:

- *Applet Name*: Será el nombre del objeto. Podemos poner el nombre que queramos.
- *Variable Name:* Es el nombre simbólico de la variable que queremos visualizar. Le podemos colocar el nombre que queramos, por ejemplo "Temperatura". Aparecerá cuando no se encuentra activa la opción "Use Graphic Display?"
- *Data Área:* Indicamos el área de datos de la variable a visualizar, que puede ser: Entradas (I), Salidas (Q), Marcas (M) o Bloques de datos (DB).

- *Data Type*: Indicamos el tipo de datos del registro a visualizar, que puede ser bit, byte, word, doble word, integer, real, etc.
- *Cycletime*: Indicamos cuál será el tiempo de refresco que deseamos tenga el registro seleccionado. Este tiempo estará expresado en milisegundos.
- *DB Number:* Cuando se haya seleccionado el tipo de datos DB en el campo "Data Área" es cuando este campo estará activo y se indicará el número del DB del registro.
- *Address*: Dirección del registro a visualizar.
- *Bit number*: Sólo se utilizará cuando se haya seleccionado "bit" en el campo "Data Type".
- *No of Variables*: Indicamos el número de variables que queremos ver en ese applet.
- *Width:* Altura del objeto. *Height*: Anchura del objeto.
- *Edit Parameters Online?:* Si tenemos activa esta opción, nos permitirá modificar algunos parámetros de este registro desde la propia página web.
- *Use Graphic Display?*: Si activamos esta casilla, en lugar de ver el registro en forma numérica, tendremos la opción de verlo en forma de medidor analógico, en forma de nivel en un depósito o en forma de nivel en un termómetro. Al activar esta opción permite la modificación de otros parámetros, como son:
  - o *Min. Value:* Valor mínimo del registro configurado y que podrá ser representado.
  - o *Max. Value*: Valor máximo del registro configurado y que podrá ser representado.
  - o *Dimension*: Pondremos un texto que indique la unidad de ese elemento (Presión, temperatura, Velocidad, etc).

6.3.5 Significado de las casillas S7 Put Applet

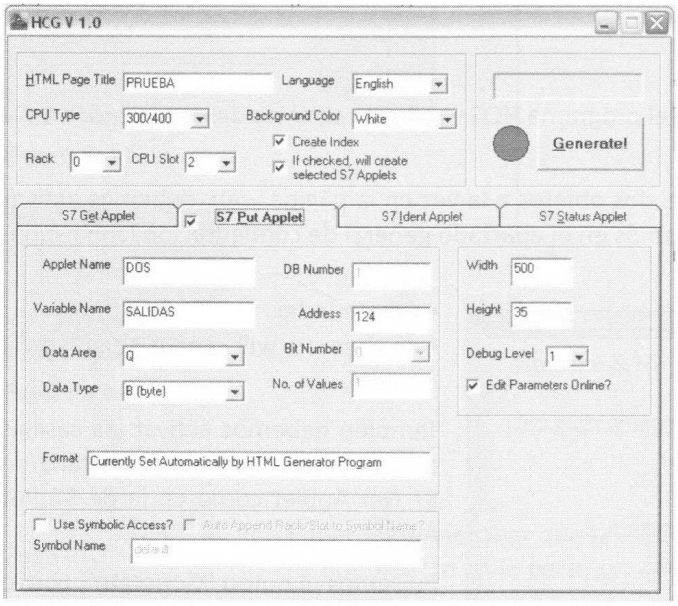


Figura 6.3.9

- *Applet Name*: Será el nombre del objeto. Podemos poner el nombre que queramos.
- *Variable Name*: Es el nombre simbólico de la variable con la que se desea trabajar. Le podemos colocar el nombre que queramos, por ejemplo "Consigna".
- *Data Área*: Indicamos el área de datos de la variable. Puede ser: Entradas (I), Salidas (Q), Marcas (M) o Bloques de Datos (DB).
- *Data Type*: Tipo de datos del registro. Puede ser: bit, byte, word, doble word, integer, real, etc.
- *DB Number*: Cuando se haya seleccionado el tipo de datos DB en el campo "Data Área" es cuando este campo estará activo y se indicará el número del DB del registro.
- *Address:* Dirección física del registro.
- *Bit number*: Sólo se utilizará cuando se haya seleccionado "bit" en el campo "Data Type".
- *Width*: Altura del objeto. *Height*: Anchura del objeto.
- *Edit Parameters Online?:* Si tenemos activa esta opción nos permitirá modificar algunos parámetros de este registro desde la propia página web.

6.3.6 Ejercicio resuelto

6.3.6.1 Objetivos

Crearemos una página web cuyo nombre será "inicial.htm", y al título de la página le llamaremos PRUEBA. En ella queremos visualizar el valor en decimal del byte de entradas EB124 y queremos escribir valores en decimal en el byte de salidas AB124.

El aspecto de la página será el que se presenta a continuación:

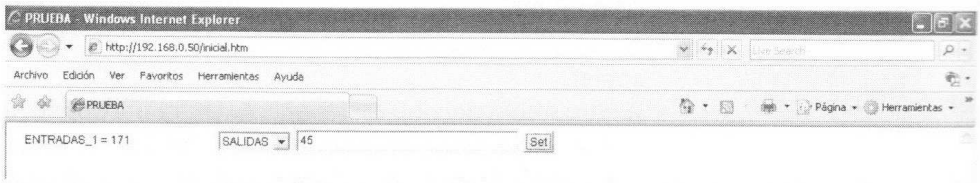


Figura 6.3.10

Para poder generar el código necesario y posterior creación de esta página, colocaremos los siguientes datos en el programa HCG:

	S7 Get Applet	S7 Put Applet
Html Page Title	PRUEBA	
Applet Name	UNO	DOS
Variable Name	ENTRADAS	SALIDAS
Data area	I	Q
Data type	B (Byte)	B (Byte)
Address	124	124
Cycletime	500	

Tabla 6.3.1

Primero deberemos abrir el programa HCG y rellenar en él los datos indicados en la tabla anterior.

Para que podamos ver los dos objetos a la vez en la página web, debemos activar las opciones que encontramos en el apartado general de configuración (zona superior):

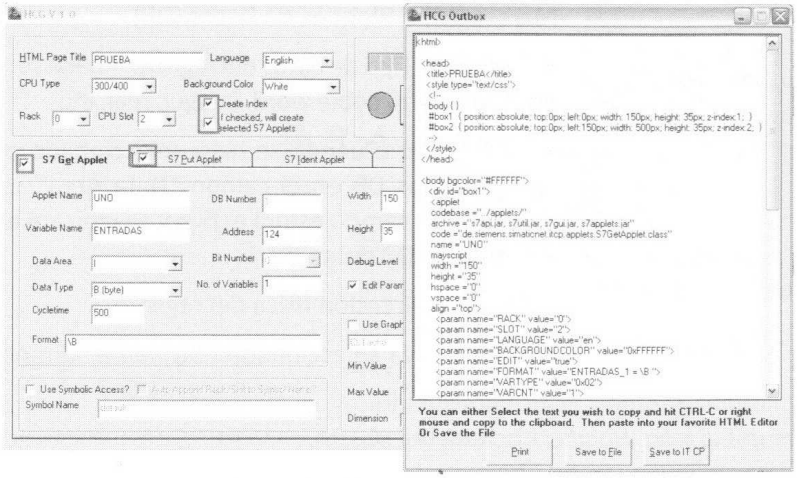


Figura 6.3.11

- Create Index.
- If checked will create selected S7 Applets.

También debemos activar las casillas que aparecen tanto en la pestaña de S7 Get Applet como en la de S7 Put Applet.

Pulsamos el botón "Generate", con lo cual el programa generará un código en html en la "**HCG Outbox**" que será el que enviemos a la página web.

Para poder cargar esos objetos en la página web, debemos pulsar sobre el botón "Save to IT CP".

A continuación, se abrirá una ventana donde pondremos la IP de la "CP 343-1 Advanced" a la que queremos transferir tanto el Nombre de Usuario (User Name) como la contraseña (Password) definida en la pestaña "Usuario" de las propiedades de la CP (figura 6.3.12).

Asimismo, indicaremos el nombre que tendrá la página web dentro de la CP y, a continuación, pulsaremos el botón "Transfer File". El programa creado será enviado a la CP dentro del archivo "inicial.htm", apareciendo al finalizar la siguiente ventana informativa que indica que la transferencia se ha realizado. La cerraremos pulsando el botón "Aceptar" (figura 6.3.13).

Éste es el momento de comprobar el funcionamiento. Para ello, abrimos el navegador de internet y en la barra de direcciones introducimos la dirección de la página web creada (figura 6.3.14):

http://192.168.0.50/inicial.htm

Para la red a nivel de campo, o bien desde una red de nivel oficinas, sería:

http://192.168.23.120/inicial.htm

Esta página web está protegida; por tanto, será necesario introducir tanto el nombre de usuario como la contraseña en una ventana destinada a ello. En nuestro caso introducimos en ambos campos "USUARIO_1", ya que es lo que se ha configurado en el hardware de la CP dentro de la pestaña "Usuario".

Introducidos los datos, pulsaremos el botón "OK" y aparecerá la página web cargada.

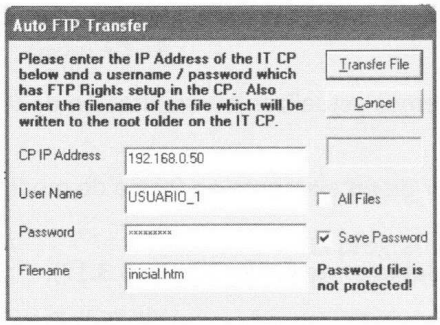


Figura 6.3.12

Figura 6.3.13

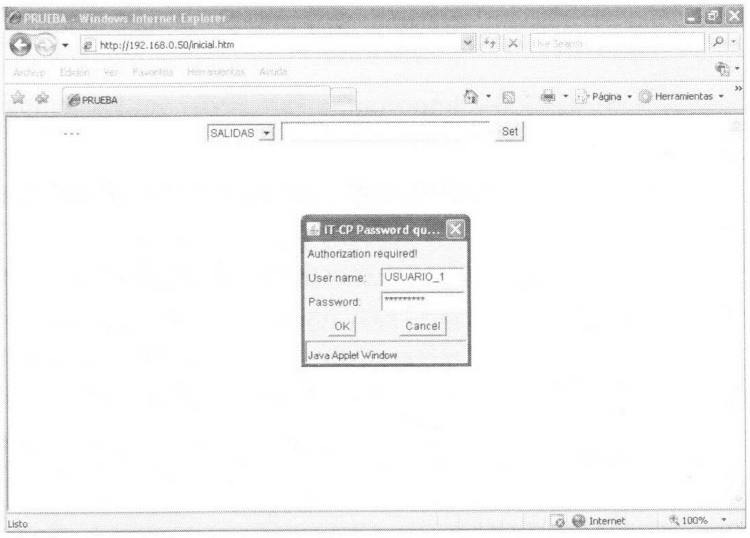


Figura 6.3.14

Podemos comprobar que tal como se había definido con el "S7 Get Applet", aparece por defecto en la parte superior izquierda de la pantalla el valor del Byte 124 de entradas.

Si se va modificando el estado de las entradas correspondientes al EB124, comprobaremos cómo se va actualizando su valor en decimal.

A su derecha, tal como habíamos definido con el "S7 Put Applet", podemos escribir un valor de 0 a 255 y cuando activemos el botón "Set" ese valor será cargado en el Byte de salidas AB124.

La posición en la que queramos colocar esos elementos la podemos definir en el código html, como ya veremos más adelante.

La parte superior izquierda del componente define su posición en píxeles sobre el eje "x" (left) y sobre el eje "y" (top).

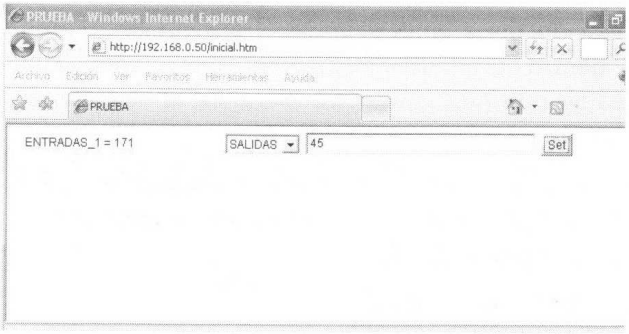


Figura 6.3.15

Vamos a ver otras opciones de poder visualizar el valor de un componente definido con la función S7 Get Applet (figura 6.3.16).

Marcamos la opción "Use Grapic Display?" y seleccionamos en la ventana inferior "CLTacho".

Pulsamos de nuevo el botón "Generate", con lo que se generará el código fuente en la ventana del HCG Outbox.

Pulsamos sobre el botón "Save to IT CP" e introducimos los datos del usuario, contraseña, así como el nombre que tendrá la página en la CP, para, a continuación, pulsar sobre el botón "Transfer File".

Importante: Para poder ver los cambios, debemos actualizar la visualización de la página web.

La opción CLTacho sirve para poder ver el valor de un elemento en forma de medidor analógico.

Éste es el aspecto que tendrá la visualización del valor de EB124 (figura 6.3.17).

En la ficha que hemos rellenado anteriormente estaba activada la casilla "Edit Parameters Online?". Eso quiere decir que si pulso encima del medidor, se me abrirá una ventana en la que podré cambiar propiedades de ese medidor (figura 6.3.18).

Por ejemplo, pondremos en "Max. Value" 255 y en "Dimension" pondremos RPM y pulsaremos "OK".

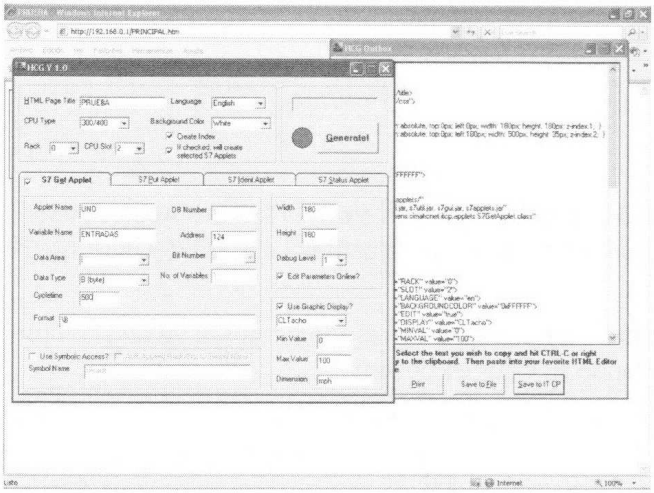


Figura 6.3.16

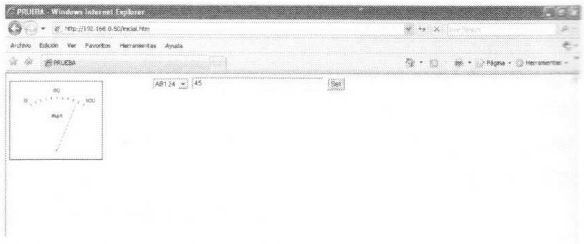


Figura 6.3.17

Éste es el aspecto que tendrá el medidor después de los cambios (figura 6.3.19).

La opción CLLevel nos mostrará el valor de un registro en forma de nivel gráfico sobre un depósito (figura 6.3.20).

Para conseguirlo, debemos repetir el proceso anterior, y con la opción "Use Grapic Display?" marcada, seleccionaremos en "Use Graphic Display" la opción "CLLevel". A continuación, generamos el código de nuevo y enviamos los cambios a la CP para actualizar su contenido, con lo que ese objeto nos aparecerá con el aspecto mostrado en la figura.

Repetimos el proceso con la opción "CLThermo" y comprobaremos en este caso cómo el valor del registro se visualiza en una barra gráfica sobre un termómetro (figura 6.3.21).

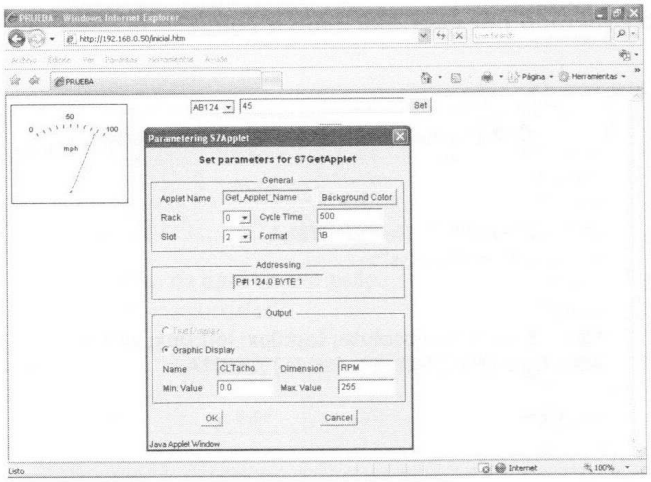


Figura 6.3.18

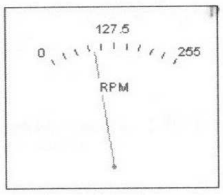


Figura 6.3.19

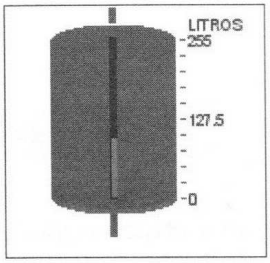


Figura 6.3.20

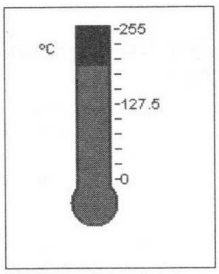


Figura 6.3.21

6.3.6.2 Significado del código generado

El programa HCG nos genera un código que sólo nos permite visualizar el valor de un registro y escribir sobre el valor de otro. Analizando los códigos generados por el programa HCG y utilizándolo como base, podemos crear más objetos, modificarlos y generar nuestro propio código.

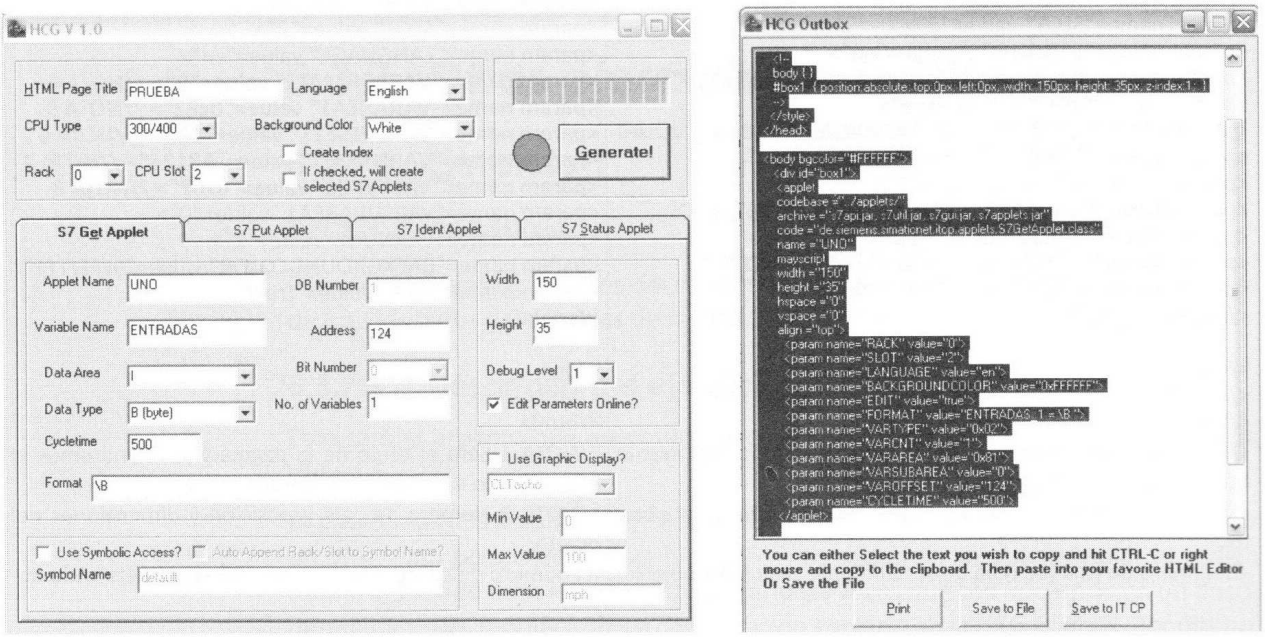


Figura 6.3.22

Para poder analizarlos, procederemos de la siguiente forma:

Rellenaremos sólo la opción S7 Get Applet con los datos de la tabla 1 y, a continuación, generamos el código.

- Seleccionamos el código que se nos ha creado. Lo copiamos y lo pegamos en un documento de Word.

Repetimos el proceso sólo con la opción S7 Put Applet y los datos de la tabla 1. Generamos el código.

- Seleccionamos el código que se nos ha creado. Lo copiamos y lo pegamos en un documento de Word.

Aquí podemos ver el código generado por esas funciones y cómo se puede interpretar según las notas.

Código creado con S7 GET APPLET (leer)	Código creado con S7 PUT APPLET (escribir)

<html>
<head>
<title>PRUEBA</title> //NOTA 1
<style type="text/css">
<!--
body { }
#box1 { position:absolute; top:0px; left:0px; width: 150px; height: 35px; z-index:1; } //NOTA 2
-->
</style>
</head>
 	
<body bgcolor="#FFFFFF">
** ** //NOTA 2
<applet
codebase ="../applets/"
archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
name ="UNO" //NOTA 3
mayscript
width ="150"
height ="35"
hspace ="0"
vspace ="0"
align ="top">
<param name="RACK" value="0">
<param name="SLOT" value="2">
<param name="LANGUAGE" value="en">
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
<param name="EDIT" value="true">
<param name="FORMAT" value="ENTRADAS_1 = \B "> //NOTA 4
<param name="VARTYPE" value="0x02"> //NOTA 5
<param name="VARCNT" value="1">
<param name="VARAREA" value="0x81"> //NOTA 6
<param name="VARSUBAREA" value="0">
<param name="VAROFFSET" value="124"> //NOTA 7
<param name="CYCLETIME" value="500">
</applet>
 	
</body>
</html>
//NOTA 1 Será el título de la página web. Pondremos el mismo título en todos los objetos.
//NOTA 2 Número de caja y posición y dimensiones del objeto.
-El número de caja (box) ha de ser diferente para cada objeto.
	<html>
	<head>
	<title>PRUEBA</title> //NOTA 1
	<style type="text/css">
	<!--
	body { }
	#box1 { position:absolute; top:0px; left:0px; width: 500px; height: 35px; z-index:1; } //NOTA 2
	-->
	</style>
	</head>
	
	<body bgcolor="#FFFFFF">
	** ** //NOTA 2
	<applet
	codebase ="../applets/"
	archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
	code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class"
	name ="DOS" //NOTA 3
	mayscript
	width ="500"
	height ="35"
	hspace ="0"
	vspace ="0"
	align ="top">
	<param name="RACK" value="0">
	<param name="SLOT" value="2">
	<param name="LANGUAGE" value="en">
	<param name="VARFORMAT1" value="B"> //NOTA 4
	<param name="VARAREA1" value="0x82"> //NOTA 5
	<param name="VAROFFSET1" value="124"> //NOTA 6
	<param name="VARNAME1" value="AB124"> //NOTA 7
	<param name="VARTYPE1" value="0x02"> //NOTA 8
	<param name="VARSUBAREA1" value="0">
	<param name="VARNUM" value="1">
	<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
	<param name="EDIT" value="true">
	</applet>
	
	</body>
	</html>
	//NOTA 1 Será el título de la página web. Pondremos el mismo título en todos los objetos.
	//NOTA 2 Número de caja y posición y dimensiones del objeto.
	-El número de caja (box) ha de ser diferente para cada objeto.

-*Top*: Indica en píxeles en qué posición estará el objeto partiendo desde arriba (eje vertical).
-*Left*: Indica en píxeles en qué posición estará el objeto partiendo desde la izquierda (eje horizontal).
-Los puntos top y left se toman de la parte superior izquierda del objeto.
-*Width:* Indica el ancho del objeto en píxeles.
-*Heigth:* Indica la altura del objeto en píxeles.
//NOTA 3 Es el nombre del objeto. En cada uno pondremos un nombre diferente.
//NOTA 4 Texto que queremos que salga en el lado izquierdo del objeto (información sobre el registro) y después de la contrabarra indica el tipo de dato.

Y(0,ON,OFF)	Bit	DW	DWord
B	Byte	L	Dinteger
Z	Carácter	F	Real
W	Word	W	S5Time
I	Int		Counter

//NOTA 5 Tipo de dato en expresado en formato hexadecimal. Éstos son los mas usuales

0x01	Bit	0x06	DWord
0x02	Byte	0x07	Dinteger
0x03	Carácter	0x08	Real
0x04	Word	0x0C	S5Time
0x05	Int	0x1C	Counter

/NOTA 6 Tipo de áreas de memoria expresadas en formato hexadecimal.

0x81	Entradas	0x83	Marcas
0x82	Salidas	0x84	DB

//NOTA 7 Número del registro que queremos ver.

-*Top:* Indica en píxeles en qué posición estará el objeto partiendo desde arriba (eje vertical).
-*Left:* Indica en píxeles en qué posición estará el objeto partiendo desde la izquierda (eje horizontal).
- Los puntos top y left se toman de la parte superior izquierda del objeto.
-*Width:* Indica el ancho del objeto en píxeles.
-*Heigth:* Indica la altura del objeto en píxeles.
//NOTA 3 Es el nombre del objeto. En cada uno pondremos un nombre diferente.
//NOTA 4 Tipo de dato.

Y(0,ON,OFF)	Bit	DW	DWord
B	Byte	L	Dinteger
Z	Carácter	F	Real
W	Word	W	S5Time
I	Int		Counter

//NOTA 5 Tipo de áreas de memoria expresadas en formato hexadecimal.

0x81	Entradas	0x83	Marcas
0x82	Salidas	0x84	DB

//NOTA 6 Número del registro sobre el que queremos escribir.
//NOTA 7 Texto que queremos que salga en el lado izquierdo del objeto (información sobre cómo se llama el registro).
//NOTA 8 Tipo de dato expresado en formato hexadecimal. Éstos son los más usuales.

0x01	Bit	0x06	DWord
0x02	Byte	0x07	Dinteger
0x03	Carácter	0x08	Real
0x04	Word	0x0C	S5Time
0x05	Int	0x1C	Counter

Tabla 6.3.2

6.3.7 Otros ejercicios resueltos

6.3.7.1 Ejercicio 1

6.3.7.1.1 Objetivos

Queremos visualizar a través del servidor web de la CP 343-1 Advanced los valores de los tres bytes de entradas de la CPU 314C 2DP (EB124, EB125 y EB126).

6.3.7.1.2 Desarrollo del ejercicio

Éste será el aspecto que queremos que tenga la página web una vez programada (figura 6.3.23).

El programa HCG sólo nos permite editar el poder leer un registro y poder escribir en otro. Para poder leer o escribir sobre más registros, se puede copiar el código fuente generado en la HCG Outbox, pegarlo las veces que sea necesario en un documento de texto, modificarlo y a continuación copiarlo en la HCG Outbox. Por último, enviarlo a la página web que deseemos.

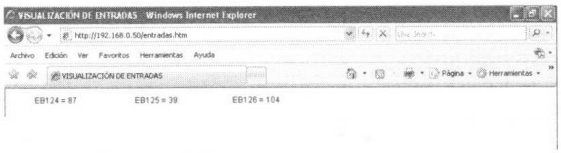
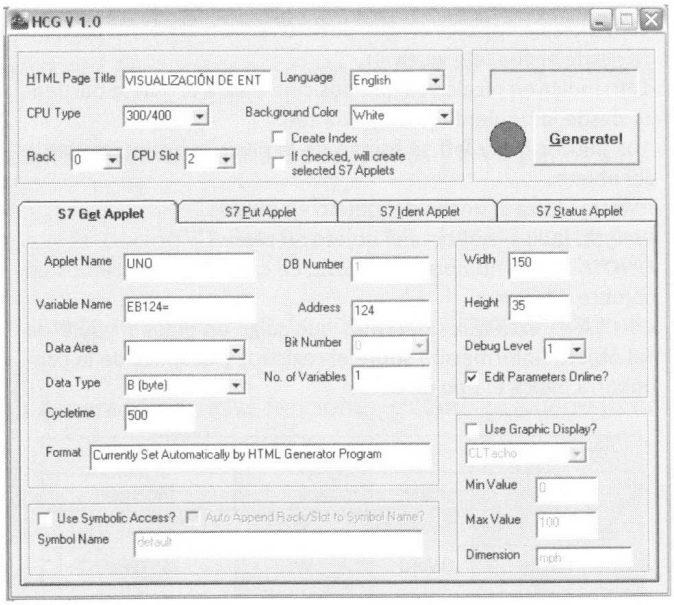


Figura 6.3.23



En nuestro caso, rellenaremos los campos del HCG para poder ver el byte EB124 y pulsaremos "Generate!".

	S7 Get Applet
Html Page Title	VISUALIZACIÓN DE ENTRADAS
Applet Name	UNO
Variable Name	EB124=
Data area	I
Data type	B (Byte)
Address	124
Cycletime	500

A continuación, copiaremos tres veces el código creado por S7 Get Applet en un documento de texto y modificaremos en cada una de las copias **SÓLO** lo marcado en amarillo.

El EB124 lo visualizaremos en la posición (top 0,left 0), el EB125 en la (top 0,left 150) y el EB126 en la (top 0, left 300) .

LEER EL VALOR DEL BYTE EB124

```
<html>
<title>VISUALIZACIÓN DE ENTRADAS</title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box1 { position:absolute; top:0px; left:0px; width: 150px;
  height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box1">
  <applet
codebase ="../applets/"
archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
name ="UNO"
mayscript
width ="150"
```

LEER EL VALOR DEL BYTE EB125

```
<html>
<title> VISUALIZACIÓN DE ENTRADAS </title>
<style type="text/css">
<!--
body { }
#box2 { position:absolute; top:0px; left:150px; width:
150px; height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box2">
  <applet
  codebase ="../applets/"
  archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
  name ="DOS"
  mayscript
  width ="150"
```

```
height ="35"
hspace ="0"
vspace ="0"
align ="top">
  <param name="RACK" value="0">
  <param name="SLOT" value="2">
  <param name="LANGUAGE" value="en">
  <param name="BACKGROUNDCOLOR"
  value="0xFFFFFF">
  <param name="EDIT" value="true">
  <param name="FORMAT" value="EB124 = \B ">
  <param name="VARTYPE" value="0x02">
  <param name="VARCNT" value="1">
  <param name="VARAREA" value="0x81">
  <param name="VARSUBAREA" value="0">
  <param name="VAROFFSET" value="124">
  <param name="CYCLETIME" value="500">
</applet>
</div>
</body>
</html>
```

```
  height ="35"
  hspace ="0"
  vspace ="0"
  align ="top">
    <param name="RACK" value="0">
    <param name="SLOT" value="2">
    <param name="LANGUAGE" value="en">
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="FORMAT" value="EB125 = \B ">
    <param name="VARTYPE" value="0x02">
    <param name="VARCNT" value="1">
    <param name="VARAREA" value="0x81">
    <param name="VARSUBAREA" value="0">
    <param name="VAROFFSET" value="125">
    <param name="CYCLETIME" value="500">
  </applet>
</div>
</body>
</html>
```

Tabla 6.3.3

LEER EL VALOR DEL BYTE EB126

```
<html>
<title> VISUALIZACIÓN DE ENTRADAS </title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box3 { position:absolute; top:0px; left:300px; width: 150px;
  height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box3">
  <applet
  codebase ="../applets/"
  archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
  name ="TRES"
  mayscript
  width ="150"
  height ="35"
  hspace ="0"
  vspace ="0"
  align ="top">
    <param name="RACK" value="0">
    <param name="SLOT" value="2">
    <param name="LANGUAGE" value="en">
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="FORMAT" value="EB126 = \B ">
    <param name="VARTYPE" value="0x02">
    <param name="VARCNT" value="1">
    <param name="VARAREA" value="0x81">
    <param name="VARSUBAREA" value="0">
    <param name="VAROFFSET" value="126">
    <param name="CYCLETIME" value="500">
  </applet>
</div>
</body>
</html>
```

Tabla 6.3.4

- Una vez modificado, lo seleccionamos todo, lo copiamos y lo pegamos dentro del "HCG Outbox".
- A continuación se deberá pulsar el botón "Save to IT CP", con lo que aparecerá la ventana en donde se nos pedirá el password y la página donde se van a enviar los códigos. En la página ponemos "entradas.htm".

Ahora ya podemos abrir el navegador de internet. Ponemos en la barra de direcciones la siguiente dirección, http://192.168.0.50/entradas.htm (Red nivel campo) o bien, si entramos desde una red de nivel oficinas, con la siguiente dirección http://192.168.23.120/entradas.htm.

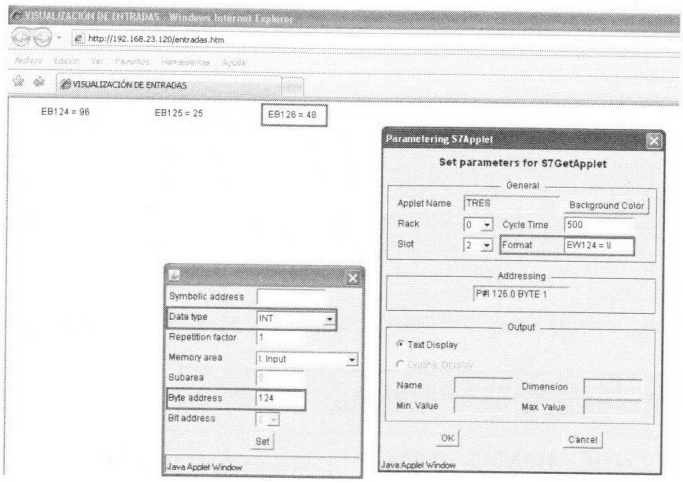


Figura 6.3.24

Si nos interesa, podemos editar un applet de los que tengamos programado y poder ver en él cualquier otro registro diferente al original y en otro formato.

En este caso, en el applet donde visualizo el EB126 queremos ver la palabra de entradas EW124. Para poder hacer esto, debemos clicar con el ratón encima del applet. Se abrirá la ventana "Set parameters for S7GetApplet". Clicamos encima de "Adressing" y se abrirá una segunda ventana.

En "Data type" pondremos "INT" y en "Byte address" pondremos "124".

En el apartado "Format" de la primera ventana pondremos el texto que queramos que salga y el formato del tipo de variable (Entero) "EW124= /I".

Este cambio sólo es válido mientras mantengamos cargada esa página web. Si cierro la página y la abro de nuevo, se me volverá a cargar el applet original.

Siguiendo este sistema, si modifico un applet del tipo "S7 Get Applet" puedo visualizar el registro que me interese (Marcas, DB, Temporizadores, Contadores, etc.) y en el formato que me interese. Si modifico un applet del tipo "S7 Put Applet", podré enviar valores a diferentes registros.

6.3.7.2 Ejercicio 2

6.3.7.2.1 Objetivos

Queremos, mediante un solo objeto, poder escribir valores a los siguientes registros:

- Byte de salidas AB124.
- Byte de salidas AB125.
- Salida analógica PAW752. En esta salida no podemos escribir directamente. El valor que se desee enviar a la PAW752 lo escribiremos en la web en la palabra

de marcas MW40. Completamos el ejercicio con un programa en STEP 7, en donde en el bloque OB1, y mediante una función "MOVE", enviaremos el valor del MW40 a la PAW752. Por tanto, cuando en la web se introduzca un valor en el MW40, automáticamente será escrito en la PAW752.

Este objeto deberá estar situado en las coordenadas (top 200, left 0).

Además, se desea poder leer en objetos individuales los siguientes registros:

- Byte de salidas AB124, situado en las coordenadas (top 0, left 0).
- Byte de salidas AB125, situado en las coordenadas (top 0, left150).
- Salida analógica PAW752 como medidor (leeré su valor del MW40), situado en las coordenadas (top 0, left 300).

Éste será el aspecto que deberá tener la página web cuando esté programada.

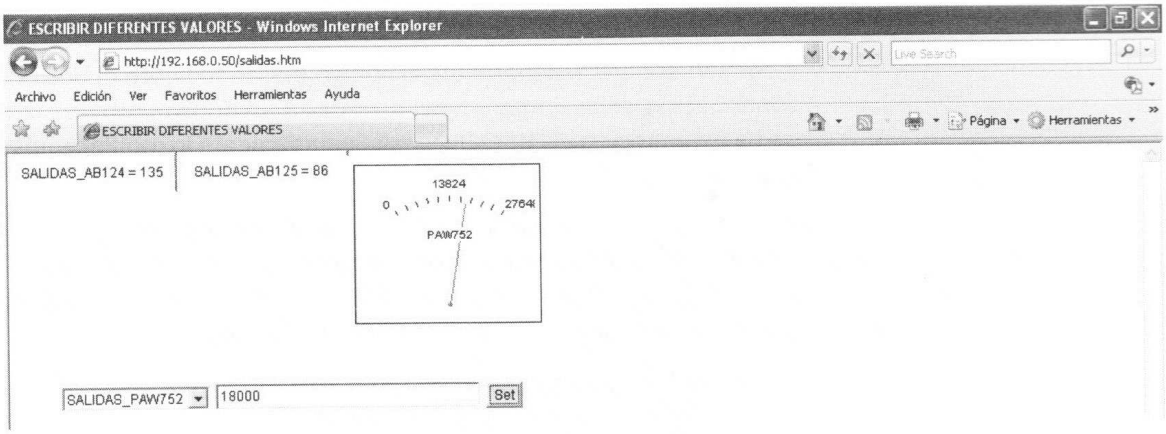


Figura 6.3.25

6.3.7.2.2 Desarrollo del ejercicio

6.3.7.2.2.1 Creación del programa en STEP 7

Dentro del proyecto creado anteriormente, desde el Administrador Simatic crearemos el FC1. Una vez editado, se deberá realizar la llamada desde el OB1.

FC1

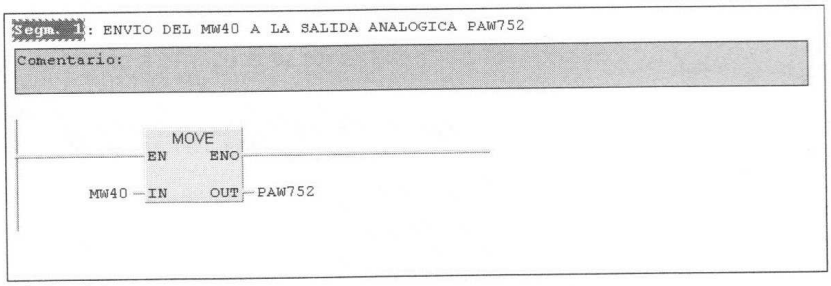


Figura 6.3.26

6.3.7.2.2.2 Programación de la página web

Desde la página web queremos tener acceso a dos componentes:

- Uno, poder escribir sobre un solo objeto en los registros AB124, AB125 y MW40.
- Otro, para poder leer en objetos diferentes los registros AB124, AB125 y MW40. Los dos primeros en valor numérico y el MW40 con un medidor analógico.

Escribir sobre AB124, AB125 y PEW752 (un solo objeto).

Para poder escribir, completamos la pestaña S7 Put Applet con los siguientes datos:

	S7 Put Applet
Html Page Title	ESCRIBIR DIFERENTES VALORES
Applet Name	ESCRIBIR
Variable Name	SALIDAS_AB124
Data área	Q
Data type	B (Byte)
Address	124

Tabla 6.3.5

Una vez editado el objeto, generamos el código pulsando sobre el botón "Generate!". A continuación, seleccionamos y copiamos en un documento de texto el código que se ha generado en el "HCG Outbox". Seguidamente lo modificamos tal como se indica a continuación.

Para poder escribir varias variables en el mismo objeto, debemos copiar (por cada variable nueva) estas líneas de código generadas por el "S7 Put Applet". Donde aparece un "1", justo a continuación de VAR..., cuando hagamos la copia lo modificamos por un "2", y si existe una tercera copia, un "3", etc.

```
<param name="VARFORMAT1" value="B">
<param name="VARAREA1" value="0x82">
<param name="VAROFFSET1" value="124">
<param name="VARNAME1" value="SALIDAS_AB124">
<param name="VARTYPE1" value="0x02">
<param name="VARSUBAREA1" value="0">
```

Tabla 6.3.6

A continuación, debo pegar las detrás de la última línea, <param name="VARSUBAREA1" value="0"> y posteriormente modificar los parámetros de cada una de las variables. En este caso, debemos pegar ese grupo de líneas 2 veces.

Y por último, añadir la siguiente línea (<param name="VARNUM" value="3">), en donde se le indica el número de variables que tendrá este objeto; en este caso serán tres.

deberá quedar finalmente se presenta a continuación:

ESCRIBIR SOBRE AB124, AB125 Y PAW752

```
<html>
<title>ESCRIBIR DIFERENTES VALORES</title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box1 { position:absolute; top:200px; left:0px; width: 500px;
  height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box1">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class"
    name ="ESCRIBIR"
```

```
    mayscript
    width ="500"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="VARFORMAT1" value="B">
      <param name="VARAREA1" value="0x82">
      <param name="VAROFFSET1" value="124">
      <param name="VARNAME1" value="SALIDAS_AB124">
      <param name="VARTYPE1" value="0x02">
      <param name="VARSUBAREA1" value="0">
      <param name="VARFORMAT2" value="B">
      <param name="VARAREA2" value="0x82">
      <param name="VAROFFSET2" value="125">
      <param name="VARNAME2" value="SALIDAS_AB125">
      <param name="VARTYPE2" value="0x02">
      <param name="VARSUBAREA2" value="0">
      <param name="VARSUBAREA3" value="0">
      <param name="VARFORMAT3" value="I">
      <param name="VARAREA3" value="0x83">
      <param name="VAROFFSET3" value="40">
      <param name="VARNAME3" value="SALIDAS_PAW752">
      <param name="VARTYPE3" value="0x05">
      <param name="VARSUBAREA3" value="0">
      <param name="VARNUM" value="3">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="false">
    </applet>
      </div>
  </body>
</html>
```

Tabla 6.3.7

Lectura del AB124, AB125 y PEW752.

Para poder leer esos registros, completamos los campos de S7 Get Applet para poder visualizar un solo registro. Deseamos que este objeto esté situado en las coordenadas (top200, left 0). Los registros a completar contendrán la siguiente configuración:

	S7 Get Applet
Html Page Title	ESCRIBIR DIFERENTES VALORES
Applet Name	AB124
Variable Name	SALIDAS_AB124
Data area	Q
Data type	B (Byte)
Address	124
Cicletime	500

Tabla 6.3.8

Una vez editado el objeto, podemos generar el código mediante la pulsación del botón "Generate!", a continuación aparece la ventana "HCG Outbox" con el código generado; lo seleccionamos y lo copiamos tres veces en un documento de texto para posteriormente modificarlo hasta dejarlo tal como se indica a continuación.

LEER EL VALOR DEL BYTE AB124

```
<html>

  <title> ESCRIBIR DIFERENTES VALORES</title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box2 { position:absolute; top:0px; left:0px; width: 150px;
  height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
  </head>

<body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box2">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.
    class"
    name ="AB124"
    mayscript
    width ="150"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR"
value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="SALIDAS_AB124 = \B ">
      <param name="VARTYPE" value="0x02">
      <param name="VARCNT" value="1">
      <param name="VARAREA" value="0x82">
      <param name="VARSUBAREA" value="0">
      <param name="VAROFFSET" value="124">
      <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>

    </div>
  </body>

</html>
```

LEER EL VALOR DEL BYTE AB125

```
<html>
  <title> ESCRIBIR DIFERENTES VALORES</title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box3 { position:absolute; top:0px; left:150px; width:
  150px; height: 35px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>

<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box3">
  <applet
  codebase ="../applets/"
  archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.
  class"
  name ="AB125"
  mayscript
  width ="150"
  height ="35"
  hspace ="0"
  vspace ="0"
  align ="top">
    <param name="RACK" value="0">
    <param name="SLOT" value="2">
    <param name="LANGUAGE" value="en">
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="FORMAT" value="SALIDAS_AB125 = \B ">
    <param name="VARTYPE" value="0x02">
    <param name="VARCNT" value="1">
    <param name="VARAREA" value="0x82">
    <param name="VARSUBAREA" value="0">
    <param name="VAROFFSET" value="125">
    <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>
    </div>
  </body>

</html>
```

LEER EL VALOR DE LA SALIDA ANALÓGICA PAW752

```
<html>
  <title> ESCRIBIR DIFERENTES VALORES</title>
  <style type="text/css">
  <!--
  body { }
  #box4 { position:absolute; top:0px; left:300px; width:
  180px; height: 180px; z-index:1; }
  -->
  </style>
</head>
```

```
<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box4">
  <applet
  codebase ="../applets/"
  archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
  name ="PAW752"
  mayscript
  width ="180"
  height ="180"
  hspace ="0"
  vspace ="0"
  align ="top">
    <param name="RACK" value="0">
    <param name="SLOT" value="2">
    <param name="LANGUAGE" value="en">
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="DISPLAY" value="CLTacho">
    <param name="MINVAL" value="0">
    <param name="MAXVAL" value="27648">
    <param name="DIMENSION" value="PAW752">
    <param name="FORMAT" value="SALIDAS_PAW752 = \I ">
    <param name="VARTYPE" value="0x05">
    <param name="VARCNT" value="1">
    <param name="VARAREA" value="0x83">
    <param name="VARSUBAREA" value="0">
    <param name="VAROFFSET" value="40">
    <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>
    </div>
  </body>
</html>
```

Tabla 6.3.9

Una vez modificado, lo seleccionamos todo, lo copiamos y lo pegamos dentro de la ventana del "HCG Out box". A continuación, se deberá pulsar el botón "Save to IT CP", momento en el que se abrirá la ventana donde se nos pedirá el password y la página donde se van a enviar los códigos. En este caso le decimos que se llamará "salidas.htm".

Ahora ya podemos abrir el navegador y escribir en la barra de direcciones la dirección de nuestra página web, que es http://192.168.0.50/salidas.htm. Si se conecta a través de una red a nivel campo, o bien http://192.168.23.120/salidas.htm si se conecta desde una red a nivel oficinas.

6.3.7.3 Ejercicio 3

6.3.7.3.1 Objetivos

Se desea controlar la cantidad de piezas que pasan por un proceso de producción y determinar cuántas piezas se han fabricado, cuántas han sido buenas y cuántas han sido malas.

Para ello se disponen de tres contadores:

- Un primer contador con sólo contaje ascendente para contar las piezas totales (Z1).
- Un segundo contador con contaje ascendente (registrará todas las piezas) y contaje descendente (registrando las malas). Por tanto, éste contendrá el valor de las piezas buenas (Z2).
- Un tercer contador con sólo contaje ascendente para contar las piezas malas (Z3).

El valor de los contadores se cargará a su vez en las palabras de marcas MW100, MW102 y MW104 respectivamente.

Además, se dispondrán de dos detectores:

- Uno detectará todas las piezas que pasen (E125.0).
- Otro detectará sólo las piezas malas (E125.1).

Se tendrá, además, un pulsador de reset (E125.2) para que en cualquier momento el responsable de producción pueda poner a cero todos los contadores. También se deberá configurar la página web para poder poner a cero todos los contadores desde ésta activando la marca M10.2.

Éste será el aspecto que tendrá la página web cuando esté programada:

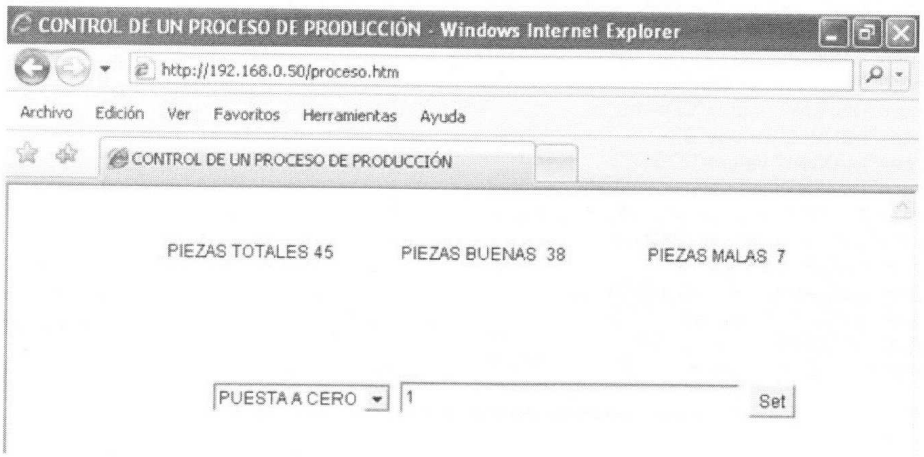


Figura 6.3.27

6.3.7.3.2 Desarrollo del ejercicio

6.3.7.3.2.1 Creación del programa en STEP 7

En el proyecto del Administrador Simatic creamos el bloque FC2. Una vez creado, realizaremos la llamada desde el OB1.

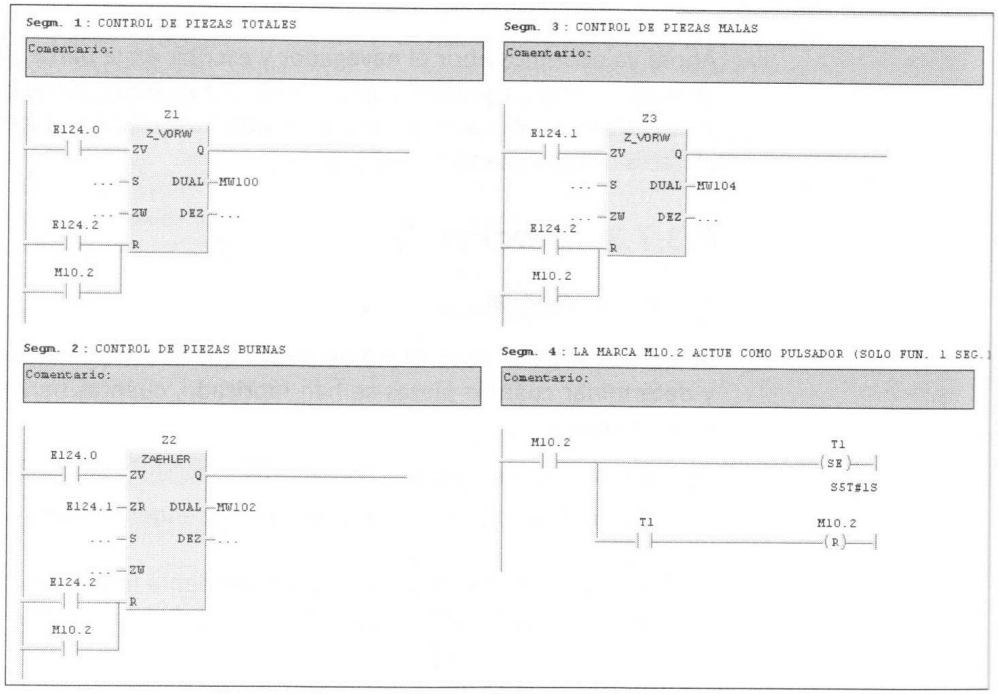


Figura 6.3.28

El FC2 contendrá tres segmentos en donde se tendrán programados los tres contadores de piezas totales, buenas y malas. Estos contadores, a su vez, cargan su valor en binario en las palabras de marcas MW100, MW102 y MW104 respectivamente. Estas palabras de marcas serán las que visualizaremos en la página web.

En el cuarto segmento programado hacemos que la marca M10.2, que será actuado desde la página web, actúe como si fuera un pulsador que, al tenerlo accionado durante 1 segundo, realiza la función de puesta a cero de los contadores y que a su vez desactivará la propia marca forzada desde la web.

6.3.7.3.3 Desarrollo del ejercicio

6.3.7.3.3.1 Programación de la página web

Desde la página web se desean realizar dos cosas:

La visualización del valor de los tres contadores (MW100, MW102 y MW104).

La posibilidad de poder hacer el reset de los tres contadores. Eso lo conseguiremos activando desde la web la marca M10.2. Ésta funcionará durante un segundo y se desactivará automáticamente como ha quedado justificado en el punto anterior.

Para poder leer los tres registros, abrimos el HCG, completamos los campos de S7 Get Applet con los valores que se indican a continuación y seguidamente se pulsa el botón "Generate!".

	S7 Get Applet
Html Page Title	CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN
Applet Name	TOTALES
Variable Name	PIEZAS TOTALES
Data área	M
Data type	Int (Integer)
Address	100
Cicletime	500

Tabla 6.3.10

Copiamos en un documento de texto tres veces el código que se ha generado en el "HCG Outbox" y modificamos **SÓLO** lo marcado en amarillo, tal como se indica a continuación:

LEER EL VALOR DEL MW100 (PIEZAS TOTALES)

```
<html>

  <head>
    <title>CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box1 { position:absolute; top:100px; left:100px; width:
    150px; height: 35px; z-index:1; }
    -->
    </style>
  </head>
  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box1">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.
  class"
    name ="TOTALES"
```

LEER EL VALOR DEL MW102 (PIEZAS BUENAS)

```
<html>

  <head>
    <title>CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box2 { position:absolute; top:100px; left:260px; width:
    150px; height: 35px; z-index:1; }
    -->
    </style>
  </head>
  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box2">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.
  class"
    name ="BUENAS"
```

```
    mayscript
    width ="150"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="PIEZAS TOTALES \I ">
      <param name="VARTYPE" value="0x04">
      <param name="VARCNT" value="1">
      <param name="VARAREA" value="0x83">
      <param name="VARSUBAREA" value="0">
      <param name="VAROFFSET" value="100">
      <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>
      </div>
  </body>
</html>
```

```
    mayscript
    width ="150"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="PIEZAS BUENAS \I ">
      <param name="VARTYPE" value="0x04">
      <param name="VARCNT" value="1">
      <param name="VARAREA" value="0x83">
      <param name="VARSUBAREA" value="0">
      <param name="VAROFFSET" value="102">
      <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>
      </div>
  </body>
</html>
```

LEER EL VALOR DEL MW104 (PIEZAS MALAS)

```
<html>
  <head>
    <title>CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box3 { position:absolute; top:100px; left:420px; width:
    150px; height: 35px; z-index:3; }
    -->
    </style>
  <head>

  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box3">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.
    class"
    name ="MALAS"
    mayscript
    width ="150"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en"><<param
      name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="PIEZAS MALAS \I ">
      <param name="VARTYPE" value="0x04">
      <param name="VARCNT" value="1">
      <param name="VARAREA" value="0x83">
      <param name="VARSUBAREA" value="0">
      <param name="VAROFFSET" value="104">
      <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>
      </div>
  </body>
</html>
```

ACTIVACIÓN DE LA SEÑAL DE RESET

```
<html>
  <head>
    <title>CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box4 { position:absolute; top:200px; left:100px; width:
    500px; height: 35px; z-index:1; }
    -->
    </style>
  <head>

  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box4">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.
    class"
    name ="RESET"
    mayscript
    width ="500"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="VARFORMAT1" value="B">
      <param name="VARAREA1" value="0x83">
      <param name="VAROFFSET1" value="10">
      <param name="VARNAME1" value="PUESTA A CERO">
      <param name="VARTYPE1" value="0x01">
      <param name="VARSUBAREA1" value="0">
      <param name="VARBITOFFSET" value="2">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
    </applet>
      </div>
  </body>
</html>
```

Tabla 6.3.11

Para programar el reset, repetimos el proceso con la función S7 Put Applet y realizamos la modificación indicada a continuación:

	S7 Put Applet
Html Page Title	CONTROL DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN
Applet Name	RESET
Variable Name	PUESTA A CERO
Data área	M
Data type	X (bit)
Address	10
Bit Number	2

Tabla 6.3.11

Generándose el código presentado en la tabla anterior bajo el título de "Activación de la señal de reset".

Una vez se tiene todo el código en el documento de texto totalmente configurado según lo mostrado anteriormente, se selecciona todo, lo copiamos y lo pegamos dentro de "HCG Outbox". A continuación, se debe pulsar el botón "Save to IT CP", con lo que se abrirá la ventana en donde se nos pedirá el password y la página donde se va a enviar el código. Ésta la nombraremos como "proceso.htm".

A continuación, abrimos el navegador de internet y escribimos en la barra de direcciones la dirección de la página web generada, en este caso será http://192.168.0.50/proceso.htm, si se conecta mediante una red a nivel de campo; o bien http://192.168.23.120/proceso.htm, si se está conectado a través de una red a nivel oficinas.

Para probarlo, hemos de actuar sobre las entradas del PLC para que los contadores vayan tomando diferentes valores que serán reflejados en la página web.

6.3.7.4 Ejercicio 4

6.3.7.4.1 Objetivos

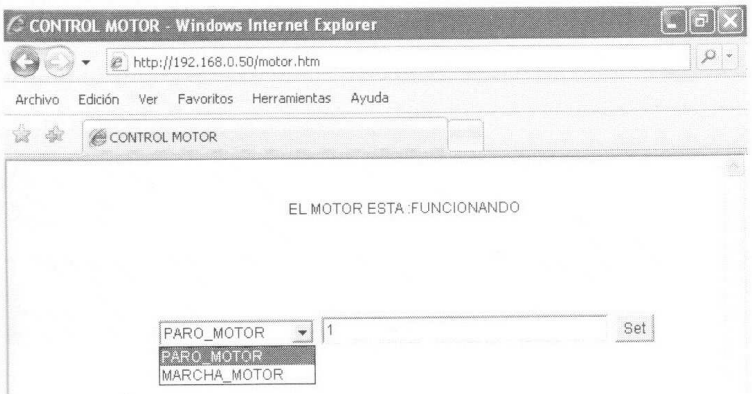
Se desea controlar el funcionamiento de un motor mediante paro–marcha y protegido por un relé térmico.

El control de motor se realizará de forma directa por el PLC mediante:

- Rele térmico (E124.0).
- Pulsador de paro (E124.1).
- Pulsador de marcha (E124.2).
- Contactor que activará el motor (A124.0).

De forma indirecta mediante la página web, en ella se dispondrá de:

- Un applet de escritura para poder poner en marcha y parar el motor.
- Un applet de lectura donde podremos ver en forma de texto el estado del motor.



Éste será el aspecto que tendrá nuestra página web cuando esté totalmente configurada.

Figura 6.3.29

6.3.7.4.2 Desarrollo del ejercicio

6.3.7.4.2.1 Creación del programa en STEP 7

En un proyecto de STEP 7 y desde el administrador Simatic se crean dos bloques de datos, el DB10 y el DB20. Abrimos el DB10 para realizar una configuración en donde se declaran una serie de textos en "CHAR". Dependiendo del estado del motor, esos textos serán cargados sobre un mismo registro del DB20 que también estará en formato "CHAR" y, por tanto, consultando sólo ese registro del DB20 se podrá conocer cuál es el estado de funcionamiento del motor.

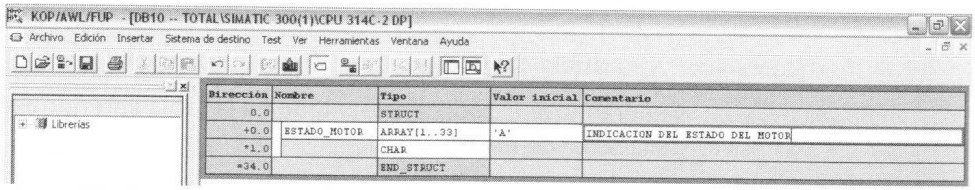


Figura 6.3.30

Elegimos la opción "Datos" del menú "Ver" y, en valor actual, ponemos los textos indicados a continuación, en donde del byte 0 al 10 pondremos "PARADO", del byte 11 al byte 21 pondremos "FUNCIONANDO" y del byte 22 al byte 32 pondremos "AVERIADO", quedando la siguiente configuración.

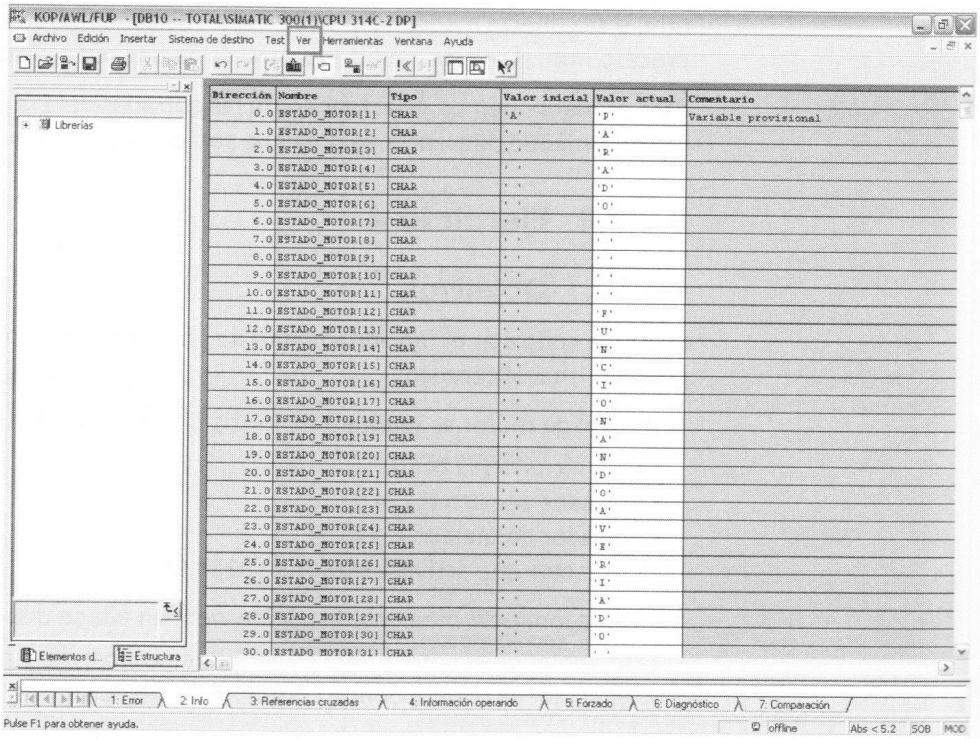


Figura 6.3.31

Editamos a continuación el bloque de datos DB20 y se configura tal como se muestra a continuación:

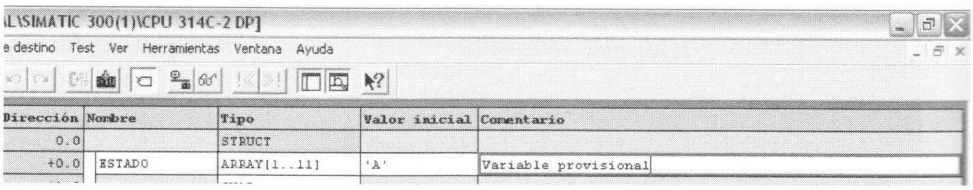


Figura 6.3.32

Programa en el bloque FC3.

Procedemos a programar el siguiente circuito en el bloque FC3. En el primer segmento, tenemos el circuito del control de un motor con pulsador de paro-marcha y con protección térmica.

Incluimos dos marcas que serán controladas vía página web. La M10.0 actuará desde la página web como orden de parada, y la M10.1 actuará como orden de puesta en marcha.

En el segundo segmento, haremos que la marca M10.0 actúe como si fuera un pulsador paro que lo tengo accionado durante 1 segundo.

Desde la página web enviaremos un "1" a la marca M10.0, con lo cual en el segmento 1 detendrá la salida A124.0, al mismo tiempo que en el segmento 2 activará un temporizador para que al cabo de 1 segundo desactive automáticamente la propia marca M10.0.

En el tercer segmento haremos que la marca M10.1 actúe como si fuera un pulsador de marcha que está accionado durante un segundo.

Desde la página web enviaremos un "1" a la marca M10.1, con lo que en el segmento 1 pondrá en marcha la salida A124.0. Al mismo tiempo, en el segmento 3 activará un temporizador que al cabo de 1 segundo desactivará la marca M10.1 automáticamente.

En el cuarto segmento utilizamos la SFC21 FILL MOVE. Esta función la podemos encontrar en "Librerías - Standard Library - System Funtion". Esta función trabaja con registros en formato ANY o puntero.

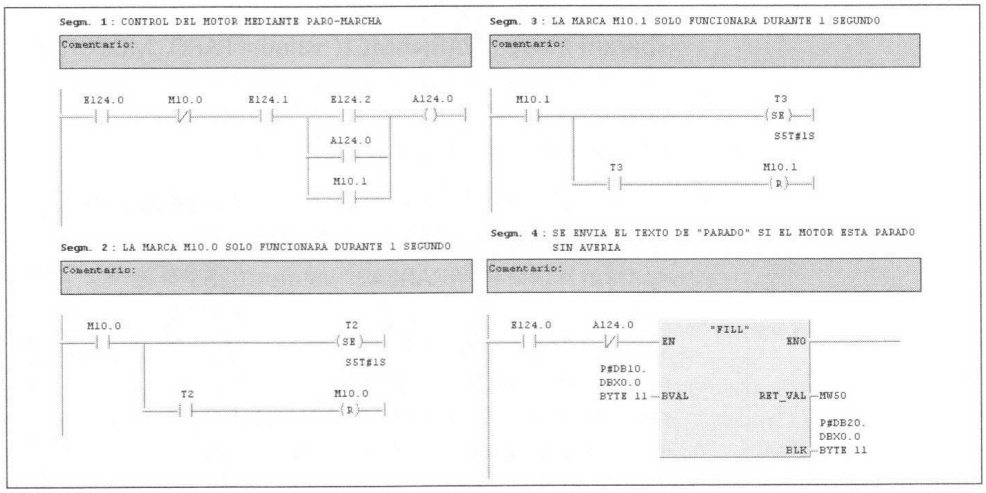
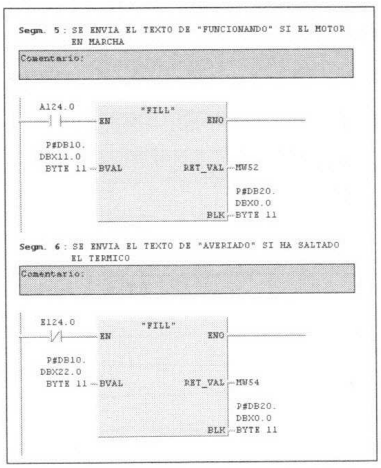


Figura 6.3.33



Si la protección térmica no ha saltado (E124.0=1) y el motor está parado (A124.0=0), se copiarán los 11 bytes del DB10 (del byte 0 al 10) a 11 bytes del DB20 (del byte 0 al byte 10).

Si el motor está en marcha (A124.0=1), se copiarán los 11 bytes del DB10 (del byte 11 al 21) a 11 bytes del DB20 (del byte 0 al byte 10).

Si la protección térmica ha saltado (E124.0=0), se copiarán los 11 bytes del DB10 (del byte 22 al 32) a 11 bytes del DB20 (del byte 0 al byte 10).

Figura 6.3.34

Con esto, dependiendo del estado del motor, tendremos en los 11 bytes del DB20 los siguientes valores en formato texto:

E124.0=1 y E124.1 =1 "PARADO"
A124.0=1 "FUNCIONANDO"
E124.0=0 "AVERIADO"

Una vez realizado el programa en el FC3, debemos realizar la llamada desde el OB1.

6.3.7.4.2.2 Programación de la página web

Para poder escribir valores en el PLC y activar el bit de marcha y el bit de paro desde la página web, debemos abrir HCG, completando los siguientes datos y finalizando pulsando el botón "Generate!". La configuración contendrá los siguientes valores:

	S7 Put Applet
Html Page Title	CONTROL MOTOR
Applet Name	MARCHA_PARO
Variable Name	PARO_MOTOR
Data area	M
Data type	X (bit)
Address	10
Bit Number	0

Tabla 6.3.12

Copiamos en un documento de texto el código que se ha generado en el "HCG Outbox" y copiamos las siguientes líneas:

```
<param name="VARFORMAT1" value="B">
<param name="VARAREA1" value="0x83">
<param name="VAROFFSET1" value="10">
<param name="VARNAME1" value="PARO_MOTOR">
<param name="VARTYPE1" value="0x01">
<param name="VARSUBAREA1" value="0">
<param name="VARBITOFFSET1" value="0">
```

Las modificamos como se presentan a continuación:

```
<param name="VARFORMAT2" value="B">
<param name="VARAREA2" value="0x83">
<param name="VAROFFSET2" value="10">
<param name="VARNAME2" value="MARCHA_MOTOR">
<param name="VARTYPE2" value="0x01">
<param name="VARSUBAREA2" value="0">
 <param name="VARBITOFFSET2" value="1">
```

y los pegamos debajo de la línea *<param name="VARBITOFFSET1" value="0">*. Después de la última línea copiada hemos de añadir la siguiente línea *<param name="VARNUM" value="2">*. Esta línea indica el número de variables a escribir, en este caso dos.

Para poder leer el estado del texto, leeremos el valor de los 11 bytes primeros del DB20. Para ello, completamos los datos de HCG con los que se presentan a continuación:

	S7 Get Applet
Html Page Title	CONTROL MOTOR
Applet Name	ESTADO
Variable Name	EL MOTOR ESTA :
Data área	DB
Data type	C (Char)
Address	20
No, Off variables	11
Cicletime	500

Tabla 6.3.13

Finalizada la configuración en HCG, se deberá pulsar el botón "Generate!", abriéndose la ventana "HCG Outbox" con el código HTML generado. A continuación, seleccionamos todo el código generado y lo copiamos en un documento de texto, para la modificación de tan **SÓLO** lo marcado en color, tal como se indica a continuación:

MARCHA Y PARO DEL MOTOR

```
<html>
  <head>
    <title>CONTROL MOTOR</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box1 { position:absolute; top:200px; left:250px; width:
    500px; height: 35px; z-index:1; }
    -->
    </style>
  </head>
  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box1">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class"
    name ="MARCHA_PARO"
    mayscript
    width ="500"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="VARFORMAT1" value="B">
      <param name="VARAREA1" value="0x83">
      <param name="VAROFFSET1" value="10">
      <param name="VARNAME1" value="PARO_MOTOR">
      <param name="VARTYPE1" value="0x01">
      <param name="VARSUBAREA1" value="0">
      <param name="VARBITOFFSET1" value="0">
      <param name="VARFORMAT2" value="B">
      <param name="VARAREA2" value="0x83">
      <param name="VAROFFSET2" value="10">
      <param name="VARNAME2" value="MARCHA_MOTOR">
      <param name="VARTYPE2" value="0x01">
      <param name="VARSUBAREA2" value="0">
      <param name="VARBITOFFSET2" value="1">
      <param name="VARNUM" value="2">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR"
      value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
    </applet>
    </div>
  </body>
</html>
```

VISUALIZACIÓN DEL ESTADO DEL MOTOR

```
<html>

  <head>
    <title>CONTROL MOTOR</title>
    <style type="text/css">
    <!--
    body { }
    #box2 { position:absolute; top:100px; left:250px;
    width: 500px; height: 35px; z-index:2; }
    -->
    </style>
  </head>

  <body bgcolor="#FFFFFF">
    <div id="box2">
    <applet
    codebase ="../applets/"
    archive ="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
    code ="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetAp-
    plet.class"
    name ="ESTADO"
    mayscript
    width =" 500"
    height ="35"
    hspace ="0"
    vspace ="0"
    align ="top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR"
      value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="EL MOTOR ESTA
      :\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
      <param name="VARTYPE" value="0x03">
      <param name="VARCNT" value="11">
      <param name="VARAREA" value="0x84">
      <param name="VARSUBAREA" value="20">
      <param name="VAROFFSET" value="0">
      <param name="CYCLETIME" value="500">
    </applet>

  </div>
  </body>

</html>
```

Tabla 6.3.14

Una vez modificado en el documento de texto, lo seleccionamos todo, lo copiamos y lo pegamos dentro del "HCG Outbox". Seguidamente, se debe pulsar el botón "Save to IT CP", con lo que se abrirá la ventana donde se nos solicita el password y el nombre de la página donde se va a enviar el código HTML generado. En este caso le daremos el nombre de "motor.htm".

A continuación abrimos el navegador de internet y escribimos en la barra de direcciones la dirección de la página web generada; en este caso será http://192.168.0.50/proceso.htm, si se conecta mediante una red a nivel de campo, o bien http://192.168.23.120/proceso.htm, si se está conectado a través de una red a nivel oficinas.

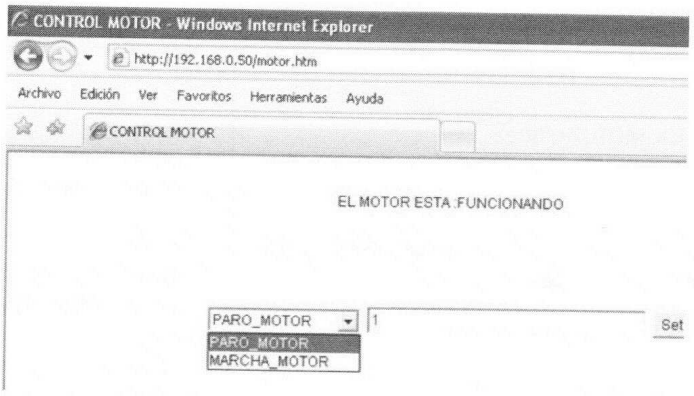


Figura 6.3.35

Comprobaremos el funcionamiento de la siguiente forma. Si actuamos físicamente mediante el pulsador de paro, el pulsador de marcha o hacemos disparar el relé térmico desde el PLC, comprobaremos cómo en la página web va modificando el texto que se encuentra al lado de "EL MOTOR ESTÁ:".

Desde la página web, y seleccionando la opción "PARO MOTOR" o "MARCHA MOTOR", colocando un "1" dentro del campo y pulsando el botón "SET" podremos poner en marcha o detener el motor de forma remota.

6.3.7.4.2.3 Software FTP

Con algún software cliente FTP, por ejemplo el GlobalSCAPE, WS_FTP, Filezilla, etc., podemos recuperar las páginas web que hemos ido generando y que se encuentran en la CP para posteriormente poderlas editar haciendo uso de un editor de páginas web, tipo Microsoft Frontpage, Dremweaver, etc., en el que se podrán añadir objetos, crear pulsadores que nos enlazarán las páginas web entre sí, crear textos, etc.

Aquí tenemos un ejemplo (figura 6.3.36). Ésta es la página inicial de diagnóstico de la CP. Se ha modificado con el Frontpage y después la podemos colgar vía FTP en la CP. Desde esta página podemos navegar a otras. En este caso, lo hacemos a una página en la que hemos creado el menú de acceso a las páginas web que hemos creado anteriormente.

También tenemos la posibilidad de crear un menú en donde podamos acceder a páginas web de diferentes CP y controlar a través de ellas registros de diferentes PLC que controlen el proceso (figura 6.3.37).

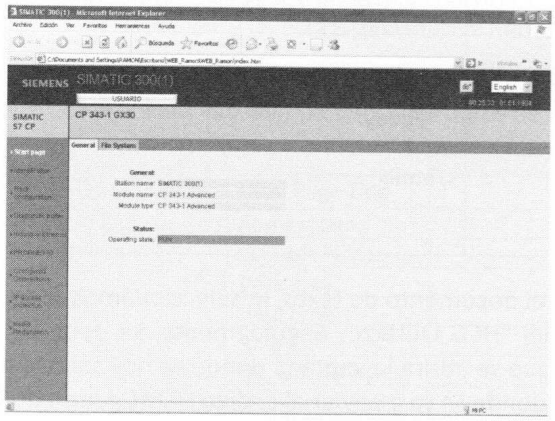


Figura 6.3.36

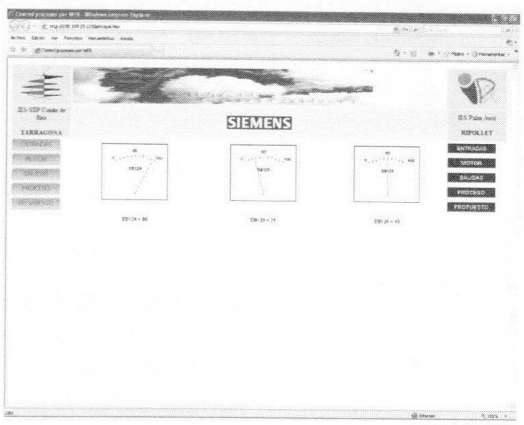


Figura 6.3.37

6.3.8 Ejercicio propuesto

6.3.8.1 Objetivos

Se desea controlar dos motores que estarán accionados mediante sendos pulsadores de paro–marcha y protegidos por su relé térmico. El control se realizará con los siguientes elementos:

	MOTOR 1	MOTOR 2
RELÉ_TÉRMICO	E124.0	E125.0
PARO_MOTOR	E124.1	E125.1
MARCHA_MOTOR	E124.2	E125.2
RESET	E124.7	E125.7
CONTACTOR MOTOR	A124.0	A125.0
PARO_WEB	M20.0	M40.0
MARCHA WEB	M20.1	M40.1
RESET_WEB	M20.2	M40.2
CONTADOR_FUNCIONAMIENTO	Z1 (MW10)	Z2 (MW30)

Tabla 6.3.15

Queremos controlar los dos motores desde la página web, por lo que dispondremos de los siguientes elementos:

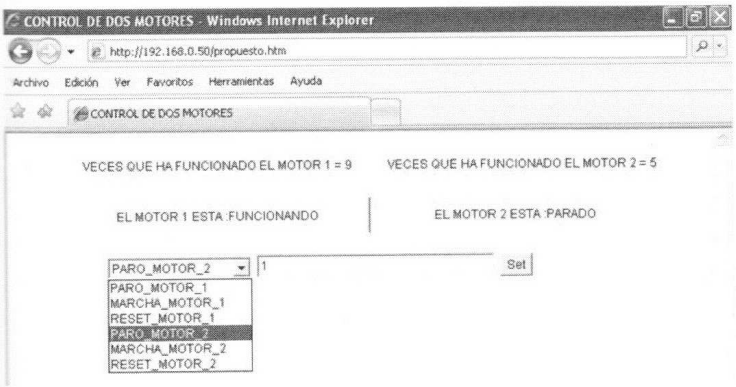
- Un applet de escritura donde podamos escribir los siguientes elementos:
  - o MARCHA_MOTOR_1.
  - o PARO_MOTOR_1.
  - o RESET_MOTOR_1.
  - o MARCHA_MOTOR_2.
  - o PARO_MOTOR_2.
  - o RESET_MOTOR_2.

Posición que tendrá el applet en la pantalla top: 200 píxeles y left: 100 píxeles.

Su tamaño será de: Width 500 y Height: 35

- Cuatro applets de lectura, donde podamos tener las siguientes informaciones:
  - o Estado en forma de texto del motor 1 (top: 150 píxeles y left: 100 píxeles).
  - o Estado en forma de texto del motor 2 (top: 150 píxeles y left: 400 píxeles).
  - o Valor del contador número de veces que ha funcionado el motor 1 (top: 100 píxeles y left: 100 píxeles).
  - o Valor del contador número de veces que ha funcionado el motor 2 (top: 100 píxeles y left: 400 píxeles).

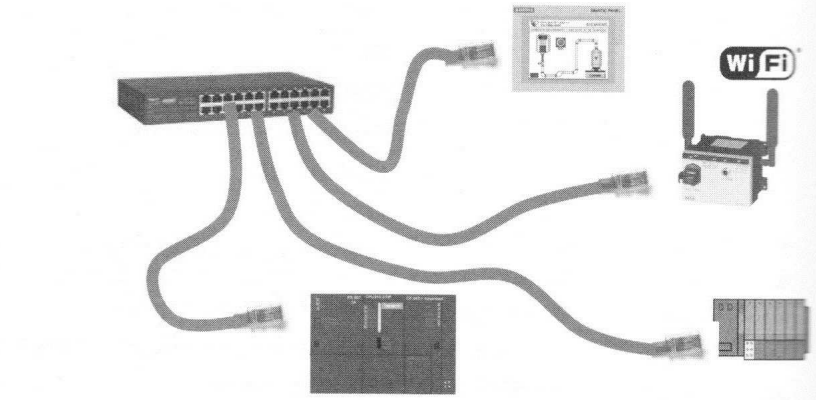
En los cuatro applets de lectura su tamaño será Width: 300 y Height: 35.

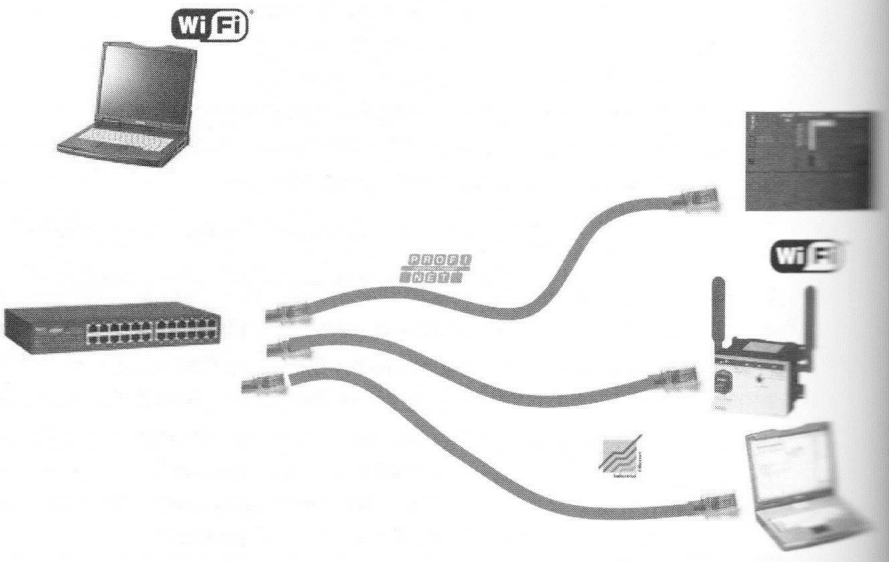


Éste es el aspecto que deberá tener la página finalmente configurada.

Figura 6.3.38

Unidad 7 Redes de comunicación industrial Wireless





En este capítulo:

7.1 Introducción y características

7.2 Configuración de una red Wireless

7.1 Introducción y características

7.1.1 Introducción

WiFi (Wireless Fidelity) es una marca registrada por la Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA, http://www.wirelessethernet.org/). La WECA tiene como misión certificar la interoperatividad y compatibilidad entre diferentes fabricantes de productos wireless bajo el estándar IEEE802.11b.

La WECA fue fundada por 3Com, Cisco, Intersil, Agere, Nokia y Symbol en agosto de 1999, con el compromiso de impulsar el desarrollo a nivel mundial de la tecnología de LAN inalámbrica bajo el estándar IEEE 802.11b. La lista de miembros se ha incrementado hasta los 170. Desde entonces, Intermec, Microsoft e Intel han formado el comité de dirección de WECA.

WECA establece un procedimiento de certificación para garantizar la interoperatividad de los dispositivos entre fabricantes. Los dispositivos con el logo WiFi gozan de esa garantía de interoperatividad.

7.1.2 Breve descripción de los estándares relacionados con WIFI

Son varias las tecnologías que se emplean para facilitar el acceso a redes inalámbricas: Bluetooth, Home RF, 802.11... Inicialmente estas tecnologías nacieron para ser aplicadas en recintos privados y facilitar el acceso en movilidad restringida a las LAN de empresa.

El IEEE802.11b, aprobado en 1997 y conocido como WiFi, forma parte de una familia de estándares del IEEE:

IEEE802.11b	Es el estándar de 11 Mbits, con una cobertura de célula de unos 100 m, en la banda IMS de 2,4 GHz.
IEEE802.11a	Es la evolución de 802.11b, a mayor velocidad, 54 Mbps en la banda de 5,7 GHz.
IEEE802.11d	Versión del 802.11b, con traslación de frecuencias para aquellos países donde la banda de 2,4 GHz esté siendo utilizada.
IEEE802.11e	Añade al estándar 802.11 factores como calidad de servicio.
IEEE802.11f	Añade al estándar 802.11 factores de movilidad, similares a los utilizados en redes móviles.
IEEE802.11g	Equivalente al 802.11a, pero trabajando en la banda de 2,4 GHZ y bajo un sistema de modulación OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing).
IEEE802.11h	Intenta mejorar la potencia transmitida así como la selección de canales en el estándar 802.11a.
IEEE802.11i	Intenta resolver los elementos de seguridad y encriptación del estándar básico.
IEEE802.11j	Permitirá la coexistencia del 802.11a y el estándar europeo HiperLAN2.

Tabla 7.1.1

El origen de esta tecnología se remonta a las aplicaciones del mundo de la defensa y guerra electrónica. Surgió como uno de los mecanismos de despliegue de una Ethernet en el "aire" para operaciones tácticas, donde cada elemento forma parte de una red resistente al ataque con jamming, así como a su detección. Ésta es una de las razones de la utilización de técnicas de modulación de espectro ensanchado.

Current and Future WLAN Standards

WLAN System	Capacity per Channel: Physical Layer	Real Max. Throughput	Max. Range	Air Interface	Channel Bandwidth	Frequency	No. of Channels: US	Asia	EU	QoS	Shipping
802.11b	11Mbits/sec	6Mbits/sec	100 m	DSSS	25MHz	2.4GHz	3	3	4	No	Now
802.11a	54Mbits/sec	31Mbits/sec	80 m	OFDM	25MHz	5GHz	12	4	0	No	Now
802.11g	54Mbits/sec	12Mbits/sec	150 m	OFDM/DSSS	25MHz	2.4GH	3	3	4	No	Late 2002
HomeRF2	10Mbits/sec	6Mbits/sec	50 m	FHSS	5MHz	2.4GHz	15	15	0	Yes	Now
HiperLAN2	54Mbits/sec	31Mbits/sec	80 m	OFDM	25MHz	5GHz	12	4	15	Yes	2003
5-UP	108Mbits/sec	72Mbits/sec	80 m	OFDM	50MHz	5GHz	6	2	7	Yes	2003

Figura 7.1.1
Estándares WLAN.

7.1.3 Componentes de una red inalámbrica

La puesta en marcha de una red inalámbrica necesita del conocimiento de tecnologías como la informática y las telecomunicaciones.

Los componentes básicos de una WLAN son los puntos de acceso (AP – Access Point) y los adaptadores de cliente (Client Adapter) WLAN:

- Un punto de acceso actúa como puerta de enlace entre la parte cableada de la red y la parte inalámbrica.
- Los adaptadores de cliente WLAN proporcionan la conexión inalámbrica a equipos terminales como ordenadores portátiles, PDA, etc.

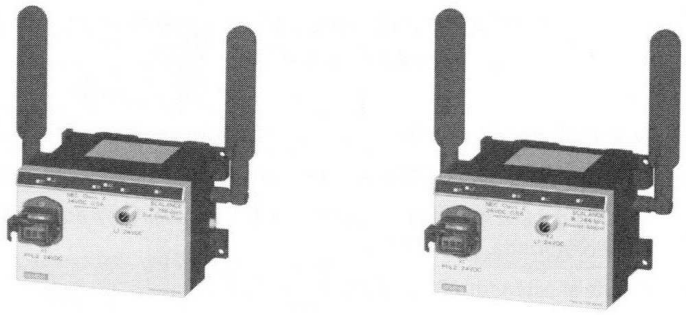


Figura 7.1.2
Puntos de acceso y cliente SCALANCE.

7.1.4 Topología de red WiFi

En cuanto a las topologías de red, existen dos métodos de funcionamiento, que son:

- Modo infraestructura.
- Modo Ad hoc.

7.1.4.1 Modo infraestructura

El modo infraestructura es la configuración típica. Ésta requiere de un punto de acceso conectado a un segmento cableado de red, bien sea Ethernet, token ring, coaxial, cable óptico... A veces la conexión acaba en un módem router para conexión con un operador de cable o ADSL.

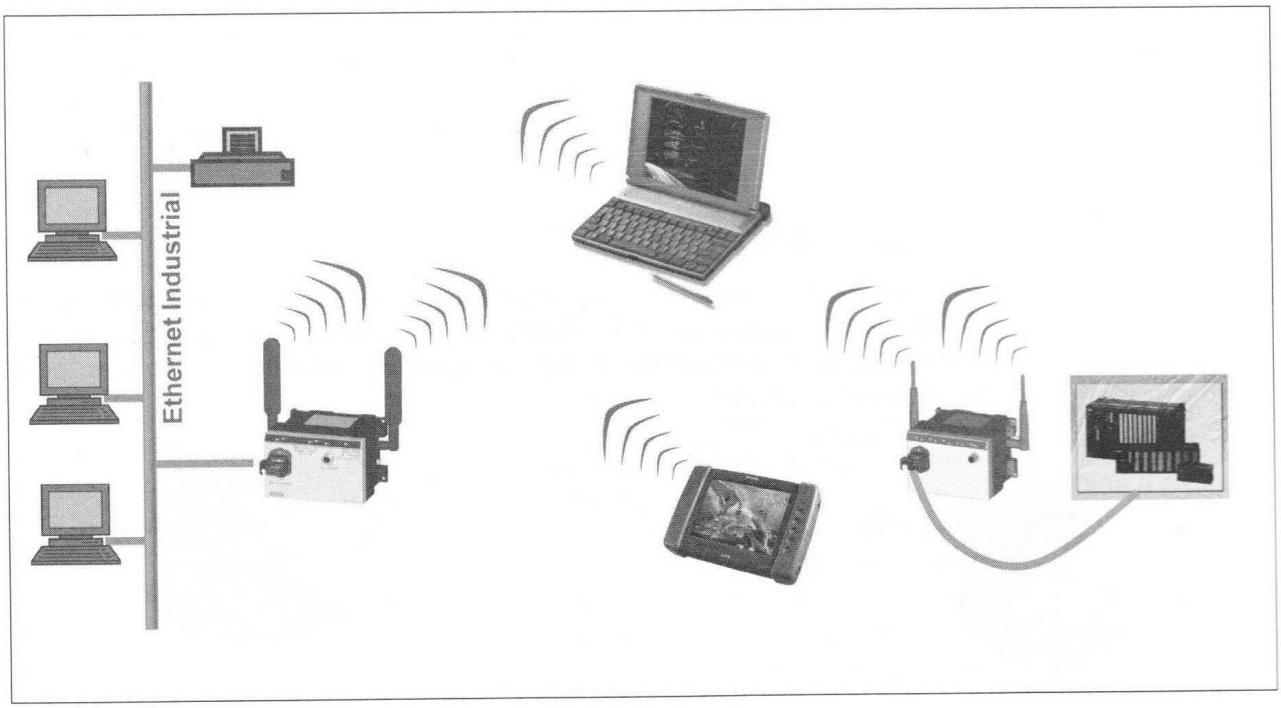


Figura 7.1.3
Modo infraestructura.

El punto de acceso es el elemento centralizado encargado de canalizar las comunicaciones hacia/desde una red cableada, así como de controlar los accesos de los diferentes dispositivos.

Por este elemento, se realizan las comunicaciones de la red tanto en el segmento inalámbrico, como hacia/desde el segmento LAN cableado. El punto de acceso está unido a la LAN cableada haciendo de puente con el resto de elementos y servicios de la red.

La limitación, en cuanto al número máximo de clientes wireless, viene dada no tanto por el número de clientes en sí mismo, sino por el hecho de ser un medio compartido, donde la capacidad máxima de 10 Mbps se reparte entre el número de clientes. Las versiones a y g del estándar han ampliado esta capacidad máxima a los 54 Mbps.

Un punto de acceso proporciona un alcance limitado a distancias entre 20 y 100 m. En exterior los alcances son muy superiores pudiéndose alcanzar distancias entre los 200 m y 50 km dependiendo del tipo de antenas utilizadas.

Los clientes wireless únicamente pueden acceder dentro del rango de cobertura del punto de acceso. El punto de acceso (AP) se encarga de controlar los accesos a la red, pudiendo ser configurados de modo que requieran la utilización de nombre de usuario y contraseña, e incluso el control de los NIC (Direcciones Físicas de Red), de las tarjetas o dispositivos wireless.

Las principales limitaciones de las redes WLAN nacen de una limitada cobertura. El alcance de una red puede ser ampliado con la utilización de antenas de mayor ganancia. Otra opción para conseguir una mayor cobertura consiste en utilizar diversos puntos de acceso, interconectados entre sí, y donde cada uno de ellos nos proporciona una célula de cobertura. Solapando células conseguimos aumentar la cobertura. Entre diversas células es posible disponer de una capacidad de "hand over". De esta forma un terminal puede moverse de una célula a otra sin perder la conexión, consiguiéndose el efecto de una cobertura celular.

El estándar 802.11b dispone de tres frecuencias distintas a la hora de realizar este solapamiento de las células. Las frecuencias son reutilizadas en otras células, siem-

pre que no se produzcan interferencias. Esta limitación a un máximo de tres frecuencias tiene como consecuencia que este tipo de infraestructuras se aplique en coberturas dentro de edificios, siendo más compleja su utilización en exteriores, donde las interferencias entre células con la misma frecuencia pueden ser más probables.

7.1.4.2 Modo Ad hoc

Las redes "Ad hoc" no requieren un punto de acceso. En este modo de funcionamiento los dispositivos interactúan unos con otros, permitiéndose una comunicación directa entre dispositivos. En algunas ocasiones se las denomina redes "peer to peer" inalámbricas.

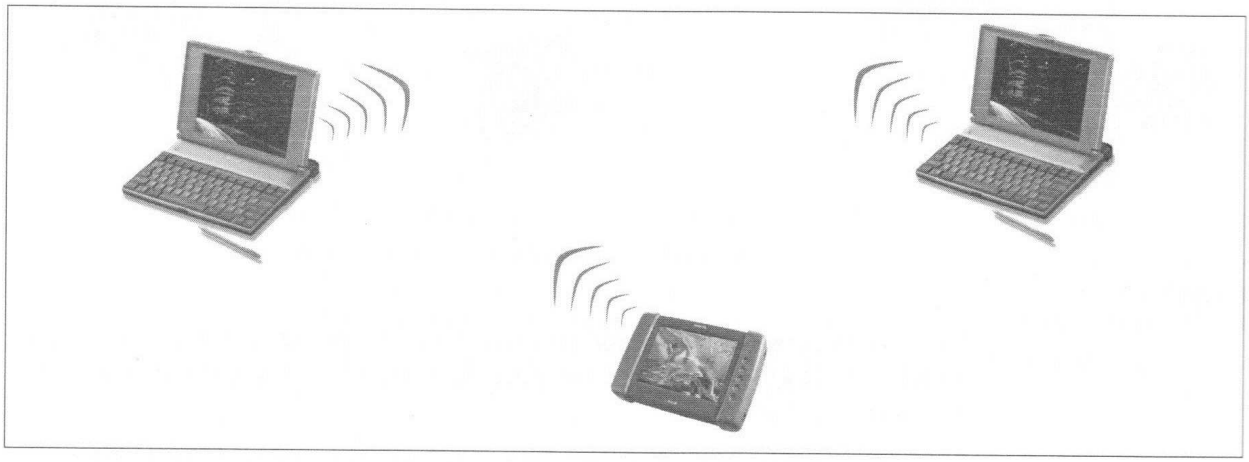


Figura 7.1.4
Modo Ad hoc.

Bajo esta modalidad las comunicaciones se realizan todos con todos, sin existir ningún elemento central que las canalice. Es una alternativa sencilla a la construcción de redes WLAN económicas y que por su topología no dependen de ningún elemento central para su funcionamiento. La red puede ir creciendo a medida que se incorporan nuevos elementos, dentro del mismo espacio de cobertura y con la misma identificación de red.

Dado que no existe un dispositivo central, las señales pueden ocasionar mayores interferencias reduciendo las prestaciones de la red.

7.1.4.3 Otras topologías

La tecnología WiFi permite la conexión entre segmentos de red remotos. Estos segmentos pueden pertenecer a edificios diferentes. Para conseguir estas conexiones se utilizan los denominados Wireless Bridges. Estos dispositivos pueden ser utilizados en configuraciones punto a punto así como punto multipunto, consiguiéndose alcances de decenas de kilómetros mediante antenas direccionales, en campo abierto, y con visión directa.

Redes "Mess" es otra alternativa propietaria que ofrecen algunos fabricantes. Se trata de una evolución del modo Ad hoc que permite encaminar paquetes a través de diferentes alternativas. Cada elemento de la red se comporta a su vez como un nodo capaz de encaminar paquetes a lo largo de la red.

7.1.5 Ventajas de la tecnología Wireless

La tecnología Wireless ofrece diferentes ventajas en relación con los sistemas cableados, como son:

- Conexión sin necesidad de cables.
- Mayor movilidad.
- Posibilidad de conectar diferentes equipos sin el problema que puede presentar el cable al tener que cablearse físicamente para ampliar el número de puntos.

Otras ventajas en las que el tema económico puede intervenir son:

- Costes de implantación reducidos: la instalación y/o sustitución de una red wireless permite ahorrar la instalación de cableado.
- Plazos de implantación: el tiempo en la instalación de una red Wireless no es nada comparable con una instalación cableada; es sencilla y rápida.
- Reducción de costes de mantenimiento: la eliminación del cableado con sus correspondientes conectores, así como la robustez de los equipos que intervienen provocan una reducción en los costes de mantenimiento.
- Posibilidades de evolución: Wireless se ha convertido en una alternativa totalmente aplicable en la mayoría de entornos en los que ya no tiene sentido el sistema cableado. Esta tecnología ha sido totalmente aceptada por el mercado y es por ello por lo que su evolución está garantizada.
- Retorno de la inversión en tiempo y dinero: en aplicaciones como pueden ser la transmisión de datos entre diferentes edificios, la inversión extra es prácticamente nula, pues tan sólo se deberán instalar y configurar los equipos necesarios como si se instalaran en el edificio principal. Por tanto, esto supone un ahorro en el coste de la instalación o de alquiler de líneas.

7.1.6 Bandas de frecuencias y mecanismos de transmisión

WiFi ocupa la banda de frecuencias IMS (Industry, Scientific and Medical) considerada como de uso libre, es decir, que, en general, no requiere licencia específica para su utilización.

Las asignaciones de frecuencia son las siguientes:

Región	Borde inferior de la banda	Borde superior de la Banda
EEUU	2.402 GHz	2.480 GHz
Europa	2.402 GHz	2.480 GHz
Japón	2.473 GHz	2.495 GHz
España	2.447 GHz	2.473 GHz
Francia	2.448 GHz	2.482 GHz

Tabla 7.1.2

El estándar 802.11 utiliza dos técnicas de codificación radio:

- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).
- Frequency Hopped Spread Spectrum (FHSS).

Con ambas tecnologías es posible transmitir a velocidades de 1 y 2 Mbps, si bien WiFi alcanza los 11 Mbps utilizando DSSS.

En 802.11b se utiliza como método de acceso el DCF (Distributed Coordination Function) que usa CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access /Collision Avoidance). Esto requiere que las estaciones se escuchen unas a otras. Si el canal está libre, entonces la estación puede transmitir. Caso de estar el canal ocupado, la estación espera hasta que se encuentre libre, y entran en un procedimiento aleatorio que minimiza las posibles colisiones que podrían producirse en el caso de que varias estaciones estuviesen a la espera.

En cuanto a seguridad, WiFi utiliza el método WEP (Wireless Equivalent Privacy) basado en RC4 PRNG de RSA Data Security Inc. Este algoritmo proporciona encriptación de datos con claves de hasta 128 bits. El algoritmo es "seguro", aunque existen programas que son capaces de capturar la clave en el momento de la autenticación y de esta forma poder, en un momento dado, tanto suplantar la identidad de un tercero como interceptar sus comunicaciones. Muchas empresas ven con recelo la utilización del WiFi en su red debido a la no garantía de seguridad. Por ello, en los últimos años han sido desarrollados nuevos métodos que incrementan el grado de seguridad de estas redes (Estándar IEEE802.11x), eliminándose todos estos problemas anteriores de seguridad.

7.1.7 La seguridad en una red WIFI

Las redes inalámbricas no disponen de barreras físicas que impidan la conexión, ya que su carácter inalámbrico hace que inicialmente las ondas de radio se reciban desde cualquier punto dentro de la zona de alcance. Los diversos dispositivos que se han ido desarrollando han incorporado en estos últimos años una serie de mecanismos que permiten garantizar niveles de seguridad variable en función de la solución o soluciones adoptadas. Las actualmente disponibles son las siguientes:

- *Direcciones MAC, filtrado de direcciones de red.* Gracias a esta característica, los puntos de acceso únicamente permiten acceder a la red a aquellos dispositivos cuya dirección física de la red Ethernet (MAC) sea una de las permitidas. Las direcciones MAC las asigna el fabricante y están biunívocamente relacionadas con la tarjeta de red fabricada. Es un mecanismo robusto pero vulnerable para expertos que sepan suplantar en un dispositivo de red una determinada dirección MAC autorizada, aunque es necesario conocer dicha dirección MAC.
- *Encriptación WEP (Wired Equivalent Privacy).* Se trata de un mecanismo de encriptación basado en claves de longitud 40, 104 o 232 bits. Existe un generador de números pseudoaleatorio cuya salida es "combinada" con el contenido de los bits integrantes de los paquetes de datos. La técnica de encriptación se basa en el algoritmo RSA RC4. Se ha demostrado su vulnerabilidad y han aparecido aplicaciones que "escuchando" las comunicaciones iniciales de un "cliente" que realiza el acceso a la red WLAN son capaces de averiguar la clave y, a partir de aquí, pueden realizar escuchas en "claro" de lo transmitido por la red.
- *Estándar IEEE802.1x.* Es un entorno para autenticación basado en la utilización de puertos y distribución de claves que mejora la autenticación de dispositivos. Windows XP incorpora esta característica. Sirve como soporte para implementaciones de seguridad sobre servidores de autentificación. El estándar define el EAP (Extensive Authentication Protocol) que usa un servidor central de autenticación para autenticar a cada usuario de la red. En cuanto a dispositivos fabricantes como Agüere, Cisco y Enterasys, disponen de producto cumpliendo el estándar.
- *WPA v1.* Elimina alguna de las vulnerabilidades del WEP. Esta tecnología puede ser instalada en el hardware existente a través de una actualización del software residente (firmware). Incorpora TKIP (Temporaly Key Integrity Protocol) y la autenticación de usuarios IEEE802.1x.
- *Estándar IEEE802.11i, (conocido como WPA v2).* Proporciona nuevos protocolos de encriptación que añaden niveles de seguridad elevados. Describe la transmisión encriptada de datos entre los sistemas 802.11a y 802.11b. Define igualmente nuevos protocolos de encriptación incluyendo el protocolo TKIP así como el Advanced Encryption Standard (AES).

7.1.8 Dispositivos WIFI en el mercado

Existe en el mercado una gran variedad de dispositivos dedicados a facilitar la conectividad WiFi. Recientemente aparecen dispositivos con WiFi integrado. Esta conectividad aparece como un acceso inalámbrico, de banda ancha, a la red local del hogar/empresa. Estos mismos dispositivos facilitan la creación de entornos donde el equipamiento informático/ocio puede estar conectado a la red Internet de forma permanente.

Algunos de los equipos que se pueden encontrar son los siguientes:

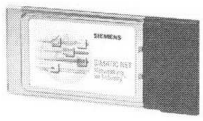
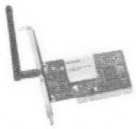
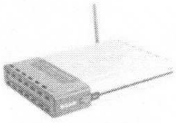
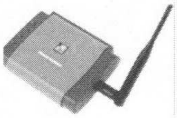
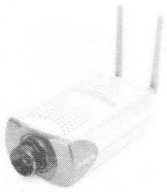
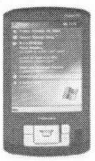
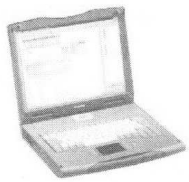
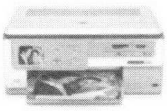
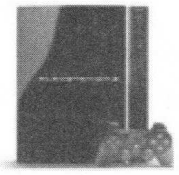
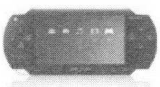
				
Tarjetas PCMCIA para ordenador	Tarjetas GPRS	Tarjetas CompacFlash	Adaptadores PCI	Adaptadores USB
				
Router	Servidores de impresoras	Bidges	Antenas	Cámaras de video vigilancia
				
Dispositivos de conexión multimedia	Cámara digital	Marco digital	Terminales telefónicos inalámbricos	Dispositivos PDA
				
Ordenadores portátiles	Impresora	Juego PlayStation	Juego PSP	PDA industrial

Tabla 7.1.3

7.1.9 Clasificación de las redes Wireless

Esta tecnología además de hacer más sencilla su instalación, al eliminar todo el tema del cableado, el hecho de utilizar Wireless no implica pagar ni tener que regis-

trarse para la utilización, ya que existen las siguientes bandas de frecuencia liberadas para su uso totalmente libre:

- 433 MHz.
- 860 MHz.
- 2,4 GHz.
- 5 GHz.
- 24 GHz.

La banda de 2,4 GHz está disponible en todo el mundo, mientras que la de 5 GHz difiere de unos países a otros. El empleo de estas bandas no requiere permiso, pero si se usa un ancho de banda distinto de éstos, es necesario registrarse con las autoridades competentes.

Dentro de las tecnologías Wireless, éstas se clasifican de forma estándar en tres tipos según su alcance, como son:

- PAN. Personal Area Network.
- LAN. Local Area Network.
- WAN. Wide Area Network.

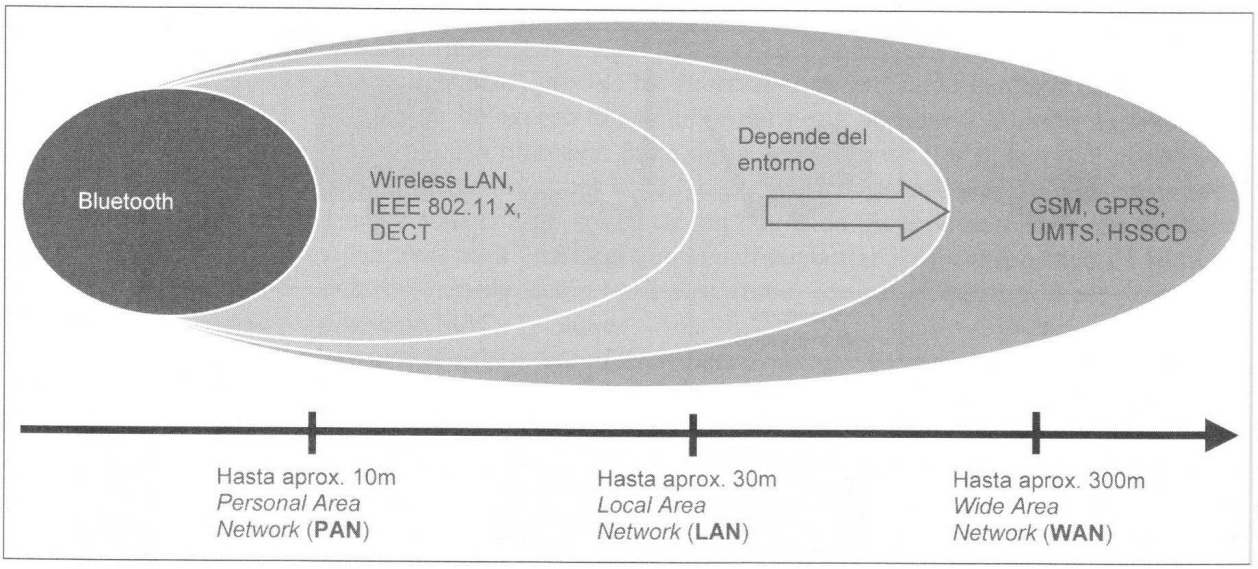


Figura 7.1.5
Clasificación de las redes Wireless.

7.1.10 Comparativa entre los estándares IEEE 802.11 a 2,4 GHz

A continuación, se presenta una tabla en la que se muestra la comparación entre las diferentes versiones del estándar 802.11.

IWLAN = 2,4 GHz con hasta 54 Mbit/s	
IEEE 802.11 b	**IEEE 802.11 g**
• Velocidad de transmisión limitada a 11 Mbit/s • 3 canales separados • Peligro de interferencia con otras aplicaciones de radio (p.ej. detectores de movimiento, Bluetooth) • Para interior/exterior • Potencia de emisión: 50 mW • Frecuencia 2400,0-2483,5 GHz • Alcance: aprox. 30/50 m. • Nº. de clientes: aprox. 8	• Alta velocidad de transmisión a 54 Mbit/s • 3 canales separados • Peligro de interferencia con otras aplicaciones de radio (p.ej. detectores de movimiento, Bluetooth) • Compatible con redes de radio IEEE 802.11 b • Para interior/exterior • Potencia de emisión : 50 mW • Frecuencia 2400,0-2483,5 GHz • Alcance: aprox. 30/50 m. • Nº. de clientes: aprox. 35
• Alcance: aprox. 30/50 m (dependiendo de las condiciones ambientales) **• 30 m en interior / 100 m en exterior**	

IWLAN = 5 GHz con hasta 54 Mbit/s	
IEEE 802.11 h	**IEEE 802.11 a**
• Alta velocidad de transmisión a 54 Mbit/s • 11 canales separados • Sin peligro de interferencia con otras aplicaciones de radio (incorpora DFS con frecuencias de emergencia) • No compatible con IEEE 802.11 b/g • Para interior/exterior • Potencia de emisión : 50 mW, hasta 1 W con TPC • Frecuencia 5100,0-5825,5 GHz • Alcance: aprox. 30/50 m. • Nº. de clientes: aprox. 35	• Alta velocidad de transmisión a 54 Mbit/s • 8 canales separados • Peligro de interferencia con otras aplicaciones de radio (p.ej. comunicaciones satélite) • No compatible con IEEE 802.11 b/g • Sólo admisible en interior • Potencia de emisión : 50 mW , hasta 1 W con TPC • Frecuencia 5150-5350, [GHz] 5725- 5825 • Alcance: aprox. 30-50 m • Nº. de clientes: aprox. 35
• **Alcance: aprox. 30/50 m (dependiendo de las condiciones ambientales)** • **30 m en interior / 100 m en exterior**	

Tabla 7.1.4

7.1.11 Utilización de la tecnología Wireless en ambientes industriales

El uso de la tecnología Wireless en un entorno industrial difiere en gran medida de las aplicaciones que puedan darse en una oficina, como importantes matices están la fiabilidad, seguridad y las condiciones ambientales (temperatura, humedad, etc.) –particularmente en aplicaciones al aire libre– las cuales han de ser tenidas en cuenta. Los siguientes criterios tienen una particular importancia para usos al aire libre (en exteriores):

- Alimentación por cable de datos (PoE)
- Rango de temperatura (-20 °C hasta + 60 °C)
- Grado de protección (IP 65)
- Protección contra sabotaje (Seguridad estándar)
- Instalación de componentes adicionales: como fuentes de alimentación, convertidores de medio, switch o PLC

Por tanto, se deberán tener en cuenta ciertos criterios en el momento de instalar una red Wireless según sea para un ambiente industrial o para una oficina. A continuación, se presentan estos criterios:

Requerimientos – Industria IWLAN 802.11	Requerimientos - Oficina / Consumidor WLAN 802.11
• Reserva de un ancho de banda para determinados clientes (p.ej.: PLC). • Acceso garantizado al canal de radio.	• Canal de radio es un "medio compartido", todo el mundo tiene acceso.
• Comunicación en ciclos predecibles para un tráfico de datos determinista.	• Tráfico de radio priorizado, pero no predecible.
• Monitorización cíclica de la conexión Wireless y rápida advertencia de proceso.	• Corte de la conexión Wireless puede ser corregida manualmente.
• Operación redundante de Wireless en dos bandas de frecuencia separadas de alta disponibilidad.	• La disponibilidad tiene poca influencia en el coste total de la propiedad.
• Carcasa de metal, conectores y cables resistentes a las vibraciones.	• Bajo coste en carcasa de plástico. • Ciclos "plug-in" < 10
• Grado de protección IP 65, -20 °C, con condensación para las duras condiciones industriales y uso al aire libre.	• Posibilidad de operación desde casa y desde la oficina.
• Sistema de seguridad 802.11i, WPA y VPN. • Fácil instalación.	• Sistema de seguridad "Home": ¡Precio y fácil instalación prioritaria!
• Certificaciones industriales: ATEX, EMC, UL, FM.	• No precisa muchos requerimientos (CE, protección ante peligro de impactos).
• Aplicación flexible a través de 18 - 57 VDC, 100 – 240 VAC, Power-over-Ethernet (PoE).	• Suministro de potencia 100 V AC – 240 V AC.
• Instalación rápida y fácil recambio en caso de fallo (Cplug).	• Bajo precio más importante que un recambio rápido del dispositivo en caso de fallo.
• Ethernet, cables de antena, carcasa resistente químicamente, sin halógenos, sin silicio, con retardo de llama.	• No precisa certificaciones con muchos requerimientos.
• Disponible para operación de sistema.	• Precio de producto más importante que precio de sistema.

Tabla 7.1.5

Para un alto grado de cumplimiento con los requisitos que requiere una instalación Wireless industrial, Siemens dispone, entre otros, de los siguientes componentes y equipos:

- Punto de acceso SCALANCE W788.
- Cliente SCALANCE W74x.
- Fuente de alimentación PS 791-1 PRO.
- Outlet FC RJ45 modular con inserción de la alimentación.
- Antenas, cables y conectores.
- Software SINEMA E.
- Switch SCALANCE X2xx.

7.1.11.1 Punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO

A continuación se presenta alguna de las principales características de este componente:

- Muy fiable gracias a la reserva de ancho de banda y la vigilancia cíclica de la conexión.
- Wireless LAN 802.11b/g y 802.11a/h con hasta 54 MBit/s a 2,4 GHz y 5 GHz.
- Wireless Distribution System (WDS) para conexiones punto a punto.
- Nivel de protección IP 65, robusta carcasa metálica.
- Temperatura de funcionamiento -20 °C ... +60 °C con condensación.
- Fuente de alimentación redundante 18 - 57 VDC y alimentación a través del mismo cable de Ethernet (PoE).
- Puerto de Ethernet a 10/100 MBit/s para conexión a nodos con puerto de Ethernet.
- Avanzada seguridad de datos y acceso.
- C-plug (conector de configuración) para cambio de personal no cualificado.
- Integración en STEP 7/NCM PC.

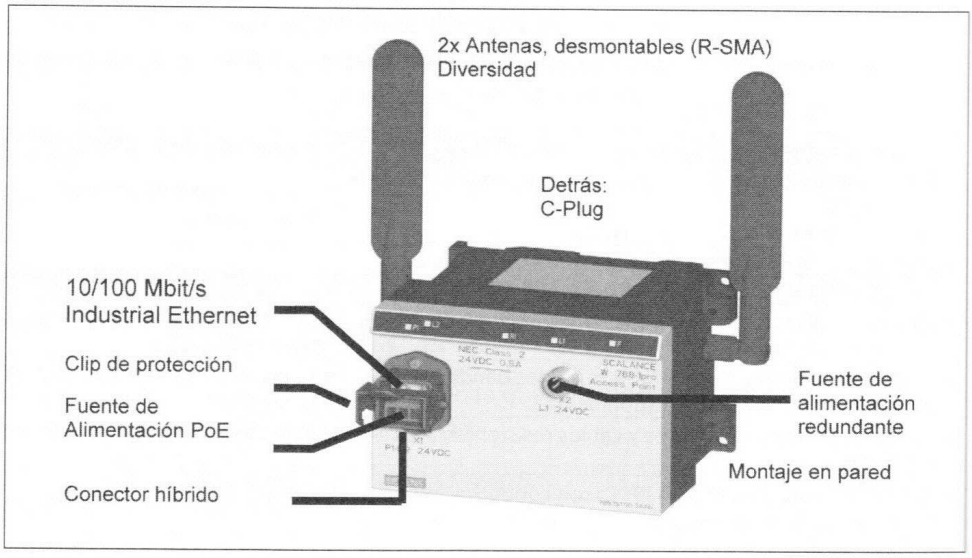


Figura 7.1.6

Además existe otra versión, que es el SCALANCE W788-2 PRO, que es idéntico al SCALANCE W 788-1 PRO, y además dispone de:

- 2 tarjetas Wireless para Wireless LAN 802.11b/g y 802.11a.
- 2 conectores R-SMA para antenas externas.
- Modo redundante para una conexión punto a punto fiable gracias a 2 tarjetas Wireless separadas.

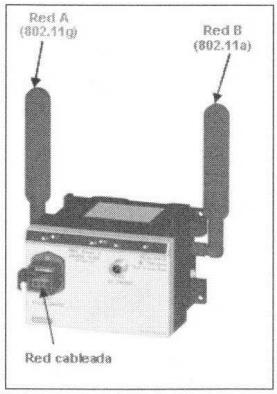


Figura 7.1.7

- Posibilidad de unir tres líneas con protocolos diferentes en un solo equipo.
- Redundancia de enlace configurable.

En los dos tipos de puntos de acceso dispone, en la parte posterior, de una cámara estanca en donde, de forma opcional, podemos insertar el módulo C-PLUG. Este módulo permite guardar la configuración establecida en la memoria flash interna del punto de acceso.

También, en este mismo habitáculo, se dispone de un pulsador para restaurar el equipo a valores de fábrica. Para ello, debemos seguir los siguientes pasos:

- Mantener pulsado el botón.
- Observar cómo el indicador L2 se enciende.
- Esperar hasta que el indicador F funcione intermitentemente.
- Cuando el indicador F pase a iluminarse de forma fija, ya podemos dejar de pulsar el botón.

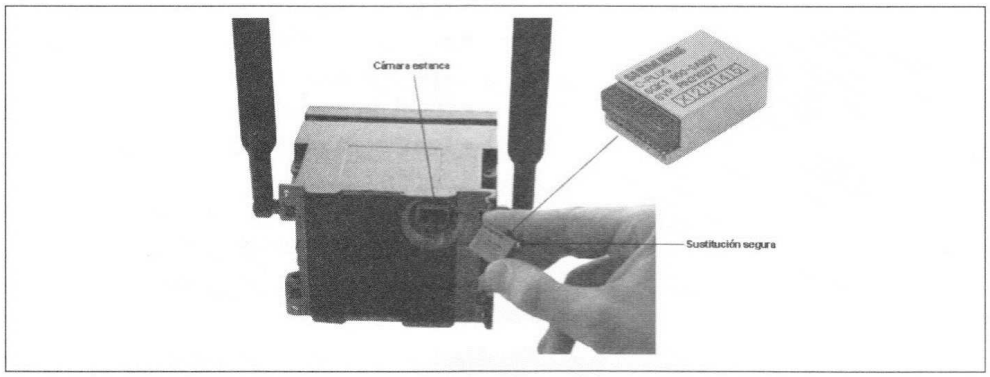


Figura 7.1.8

7.1.11.2 Cliente SCALANCE W746-1 PRO

A continuación se presenta alguna de las principales características de este componente:

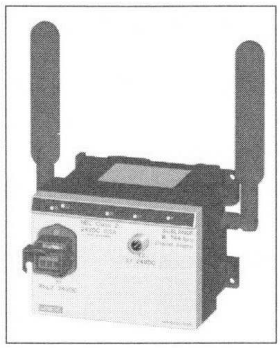


Figura 7.1.9

- Muy fiable gracias a la reserva de ancho de banda y la vigilancia cíclica de la conexión.
- Wireless LAN 802.11b/g y 802.11a/h con hasta 54 MBit/s a 2,4 GHz y 5 GHz.
- Nivel de protección IP 65, robusta carcasa metálica.
- Temperatura de funcionamiento -20 °C ... +60 °C con condensación.
- Fuente de alimentación redundante 18 - 57 VDC y alimentación a través del mismo cable de Ethernet (PoE).
- 10/100 MBit/s puerto de Ethernet para conexión a nodos con puerto de Ethernet.
- Avanzada seguridad de datos gracias a la encriptación de 128 bits (WPA) y la autenticación (IEEE 802.1x).
- C-plug (conector de configuración) para cambio sin PC/PG.
- Integración en STEP 7/NCM PC.

Sea cual sea el tipo de módulo SCALANCE, punto de acceso o cliente, disponen de unos pilotos indicadores de su estado, que son:

- **P1**: Se iluminará de amarillo cuando existe transferencia de datos mediante el cable Ethernet conectado al conector híbrido RJ45. Cuando no exista transferencia, quedará encendido de color verde.
- **L2**: Indica que existe alimentación de 24 VDC a través del conector híbrido X1. Se encenderá de color verde.
- **R1**: Se iluminará de color amarillo indicando que se está realizando transmisión de datos a través de la conexión WIFI.

- **L1**: Encendido de color verde, indica que la alimentación ha sido realizada a través del conector X2 de tipo M12.
- **F**: Se iluminará en rojo cuando detecte algún fallo en el funcionamiento del equipo.

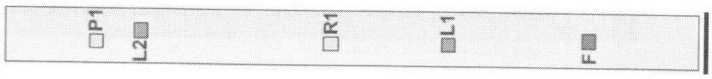


Figura 7.1.10

7.1.11.3 Fuente de alimentación PS 791-1 PRO

A continuación se presenta alguna de las principales características de este componente:

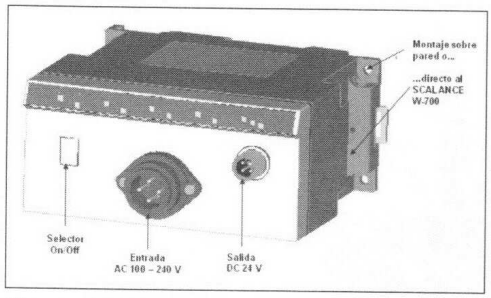


Figura 7.1.11

- Fuente de alimentación 10 V AC/DC (AC 100 – 240 V/DC 24 V).
- Se ajusta perfectamente a los SCALANCE W 788-1pro, W 788-2pro, W 74x-1pro.
- Nivel de protección IP 65, robusta carcasa metálica.
- Temperatura de funcionamiento -20 °C... +60 °C con condensación.
- El conector puede ensamblarse in situ y tiene buena protección contra golpes y vibraciones.
- Conector M12 para salida DC 24 V.

7.1.11.4 Outlet FC RJ45 modular con inserción de la alimentación

A continuación, se presenta alguna de las principales características de este componente:

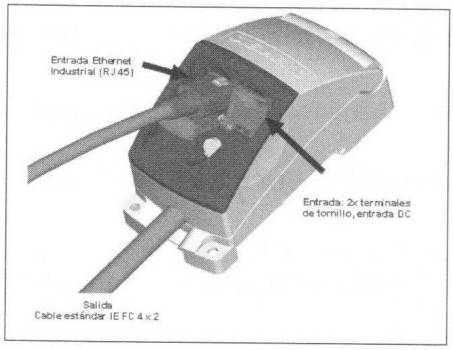


Figura 7.1.12

- Entrada: DC 18 - 57 V y puerto de Ethernet RJ 45 10/100 Mbit/s.
- Salida: alimentación y Ethernet mediante cable híbrido de 8 hilos.
- Se ajusta perfectamente a los W 788-1pro, W 788-2pro, W 74x-1pro.
- Contactos por desplazamiento del aislamiento para cable de instalación IE FC TP de 8 hilos de cobre (Cat6).
- Robusta carcasa metálica con protección frente a polvo.
- Montaje sobre carril o pared en el interior o exterior armario de conexiones (IP40).
- Excelente protección EMC gracias a su carcasa metálica.

7.1.11.5 Otros accesorios

Para completar la instalación serán necesarios otros componentes, como son las antenas, los cables y los conectores que presentan las siguientes características:

- Antena omnidireccional.
- ANT 795-4MR: 2,4 GHz y 5 GHz, 4 dBi, R-SMA, montada directamente en la carcasa.
- ANT 795-6MR: 2,4 GHz y 5 GHz, R-SMA, 6 dBi, cable de 3 m, montaje sobre mástil o pared.
- 5 m antena cable, R-SMA conector.
- Antena directiva.
- ANT 793-8DR: 5,7 GHz, R-SMA, 18 dBi, 3 m cable, montaje sobre mástil o pared, USA y Canadá.
- Cable de extensión para la antena FRNC, 5 m.

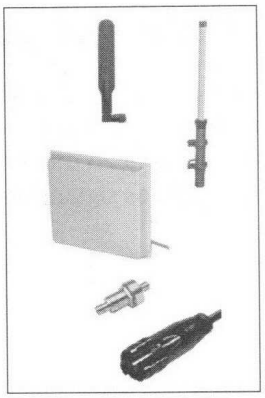


Figura 7.1.13

- Elemento de protección contra rayos LP 798-1pro.
- Conector híbrido RJ45 pro (IP65).
- Conector M12 para el cable de alimentación, pro (IP65).

En donde todos los cables de antena son:

- Resistentes al fuego.
- Baja emisión de humos.
- Libres de siliconas.
- Libres de halógenos.
- No corrosivos.

7.1.11.6 Software SINEMA E

Podemos ayudarnos de un software específico para realizar el proyecto así como de poder simular y optimizar la red proyectada.

- Software de simulación de cobertura.
- Previsión de funcionamiento.
- Diagnóstico offline (overlapping, recolocación, etc).
- Diagnóstico en campo (teórico vs real).
- Herramienta de administración y backup.
- Generación de informes y guía de instalación.

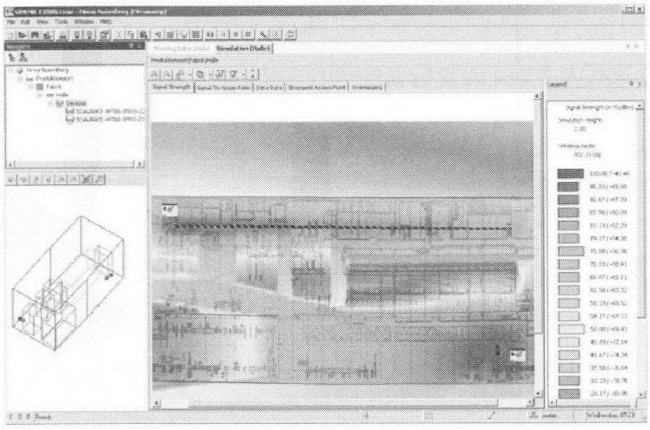


Figura 7.1.14

7.1.11.7 Switch SCALANCE X2xx

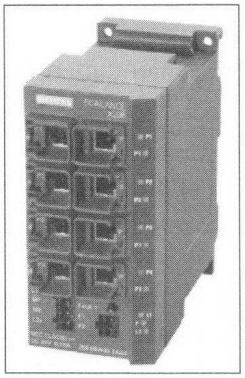


Figura 7.1.15

Para que la red sea robusta, deben serlo todos sus componentes. Es por ello por lo que Siemens dispone de una amplia gama de switch que cubren las necesidades actuales. En general todos ellos contienen las siguientes características:

- Trabajan en entorno SIMATIC.
- Diagnóstico por LED.
- Alimentación a 24 VDC.
- Carcasa compacta.
- Contacto de señalización de avería.
- Diagnóstico: Web,SNMP, PROFINET.
- Alojamiento para C-PLUG.
- Es posible el uso en anillo (como elemento participante y como administrador de redundancia).
- Passive Listening.
- STP/RSTP-Listening.
- SNTP + SICLOCK.

7.2 Configuración de una red Wireless

Aprovechando el ejercicio desarrollado en el capítulo 5.2. en donde un PLC S7-300 controlaba mediante protocolo PROFINET una ET 200S, vamos a realizar una variación en lo que es la configuración de la red para que quede integrada en una en donde intervenga la tecnología Wireless. Para ello, deberemos seguir los siguientes pasos:

- Configuración del punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO.
- Configuración del cliente SCALANCE W746-1 PRO.
- Instalación de la red con todos los componentes.

7.2.1 Configuración del punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO

7.2.1.1 Conexionado del punto de acceso

Se deberá preparar el equipo SCALANCE W788-1 PRO para que pueda ser operativo. Para ello, debemos alimentarlo y conectarle el cable de red Ethernet. Para esta conexión el equipo dispone de dos conectores:

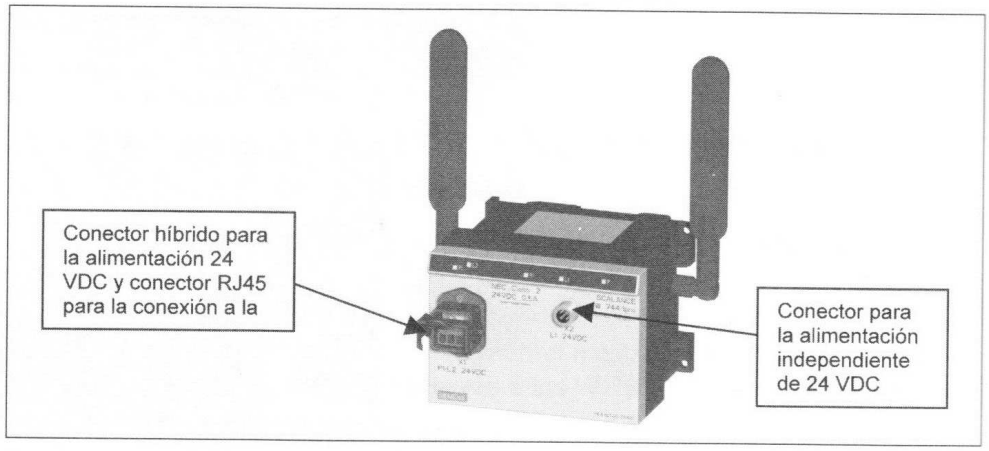


Figura 7.2.1
Conexiones del punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO.

Por tanto, podemos utilizar dos alternativas, que son:

- Conexión de la alimentación de 24 VDC por el conector independiente y el cable de red RJ45 al conector híbrido.
- Conexión de la alimentación de 24 VDC y el cable de red RJ45 conjuntamente al conector híbrido.

A continuación, debemos realizar la configuración de este componente. Para ello, debemos tener una conexión entre el SCALANCE W788-1 PRO y el ordenador con el que vamos a realizar dicha configuración, pudiendo operar de dos formas, que son:

- Conectar directamente el SCALANCE W788-1 PRO mediante un cable con RJ45 desde el conector híbrido a la conexión de red Ethernet del ordenador. Para ello, debemos utilizar un cable cruzado en el que las conexiones deberán ser las siguientes:

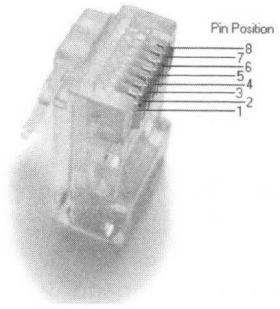
Para cable cruzado			
	1 - Blanco-Verde	← ----------→	1 - Blanco-Naranja
	2 - Verde	← ----------→	2 - Naranja
	3 - Blanco-Naranja	← ----------→	3 - Blanco-Verde
	4 - Azul	← ----------→	4 - Azul
	5 - Blanco-Azul	← ----------→	5 - Blanco-Azul
	6 - Naranja	← ----------→	6 - Verde
	7 - Blanco-Marrón	← ----------→	7 - Blanco-Marrón
	8 - Marrón	← ----------→	8 - Marrón

Tabla 7.2.1

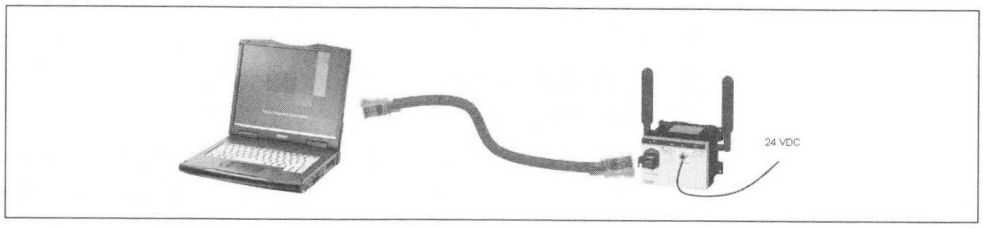


Figura 7.2.2
Conexión con cable cruzado de Ethernet entre ordenador y punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO.

- Si tenemos una red Ethernet, podemos conectar el SCALANCE W788-1 PRO mediante un cable con RJ45 desde el conector híbrido al switch y lo mismo desde el ordenador mediante otro cable RJ45. En esta ocasión los cables que se utilizarán serán de tipo conexión directa en donde las conexiones deberán ser las siguientes:

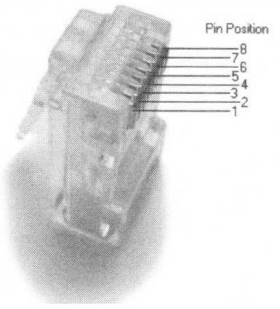
Para cable directo			
	1 - Blanco-Verde	← ----------→	1 - Blanco-Verde
	2 - Verde	← ----------→	2 - Verde
	3 - Blanco-Naranja	← ----------→	3 - Blanco-Naranja
	4 - Azul	← ----------→	4 - Azul
	5 - Blanco-Azul	← ----------→	5 - Blanco-Azul
	6 - Naranja	← ----------→	6 - Naranja
	7 - Blanco-Marrón	← ----------→	7 - Blanco-Marrón
	8 - Marrón	← ----------→	8 - Marrón

Tabla 7.2.2

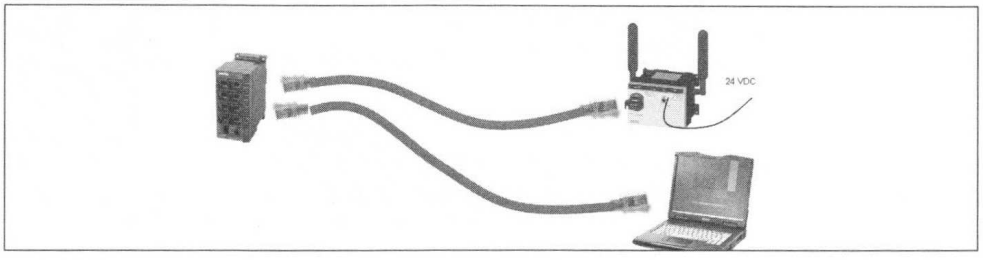


Figura 7.2.3
Conexión con cable directo de Ethernet entre ordenador y punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO.

En este momento se deberán visualizar encendidos los LED P1 y P2 del punto de acceso SCALANCE W788-1 PRO.

Los equipos SCALANCE de Siemens permiten que el cable de Ethernet pueda ser cruzado o directo, ya que funciona con ambos sea cual sea la configuración adoptada, si en red o en una conexión directa ordenador - SCALANCE.

7.2.1.2 Asignación de las direcciones al punto de acceso

Una vez tenemos realizada la conexión entre ordenador y punto de acceso, podemos iniciar el proceso de configuración. Para ello, lo primero que hemos de hacer es indicar una dirección IP al punto de acceso que se encuentre dentro del rango de nuestro ordenador, ya que de fábrica este equipo contiene la siguiente dirección IP:0.0.0.0.

Para modificar la dirección IP del punto de acceso, podemos realizarlo desde dos sistemas diferentes, que son:

- Mediante la configuración de hardware (HW-Config) del STEP 7.
- Mediante un software de aplicación conocido como Primary Setup Tool (PST).

7.2.1.2.1 Asignación de direcciones mediante HW-CONFIG

Antes de todo debemos asegurarnos de que la configuración de la "Interfaz PG/PG" del ordenador tiene dirigido el punto de acceso de la aplicación al puerto TCP/IP. Para ello, vamos a Panel de control – Ajustar Interfaz PG/PC y lo configuramos como:

S7ONLINE (STEP 7) → TCP/IP → tarjeta de red instalada.

Cerramos la ventana mediante el botón "Aceptar" (figura 7.2.4).

A continuación, y desde cualquier proyecto de STEP 7, entrando en la configuración del PLC insertado, se abrirá el programa HW-Config. Desde aquí elegimos la opción del menú Sistema de destino → Ethernet → Editar estación Ethernet..., apareciendo la siguiente ventana (figura 7.2.5):

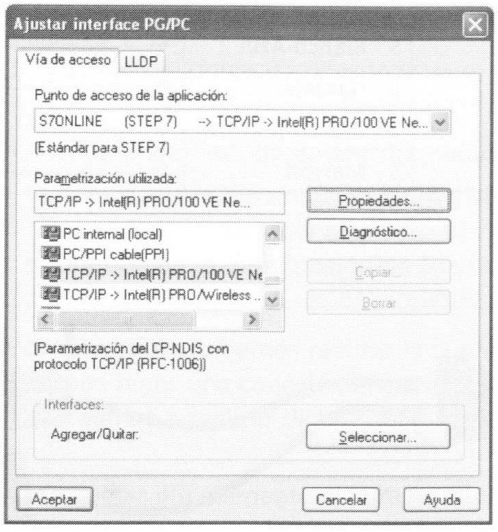


Figura 7.2.4

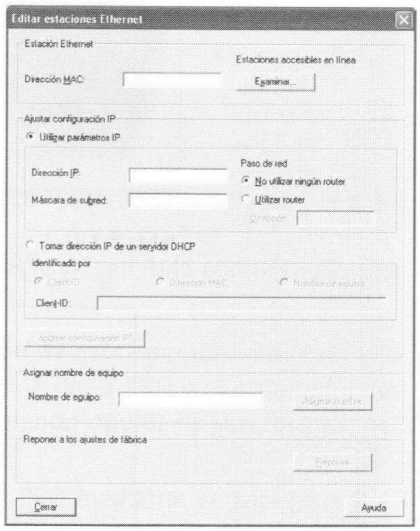


Figura 7.2.5

Seguidamente, se deberá pulsar "Examinar". Después de unos segundos de búsqueda, aparece una ventana con los dispositivos encontrados en la red Ethernet, en nuestro caso el equipo SCALANCE W-700 con la dirección IP 0.0.0.0 (figura 7.2.6).

Ahora, seleccionando el dispositivo SCALANCE W-700, pulsaremos el botón "Aceptar" (figura 7.2.7).

Aparecerá la ventana anterior "Editar estaciones Ethernet" con los datos leídos en este dispositivo:

El único dato que aparece es el de la dirección MAC, que es única e invariable para este equipo.

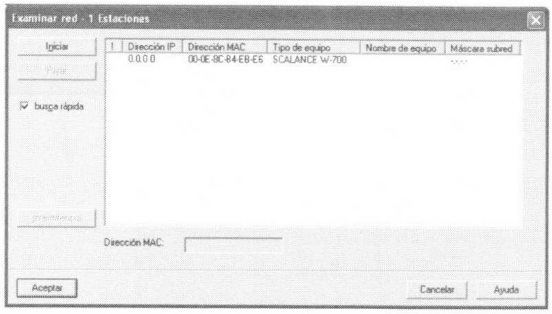


Figura 7.2.6

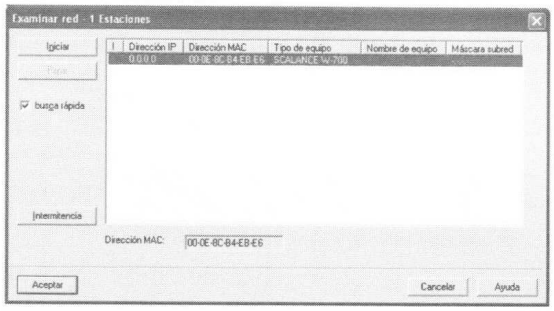


Figura 7.2.7

Éste es el momento de asignarle una nueva dirección IP que se encuentre dentro del rango de nuestro ordenador o red (figura 7.2.8).

Para modificarla, debemos elegir la opción "Utilizar parámetros IP" dentro del apartado "Ajustar configuración IP", activándose en ese momento los campos Dirección IP, Máscara de subred y Paso de red (figura 7.2.9).

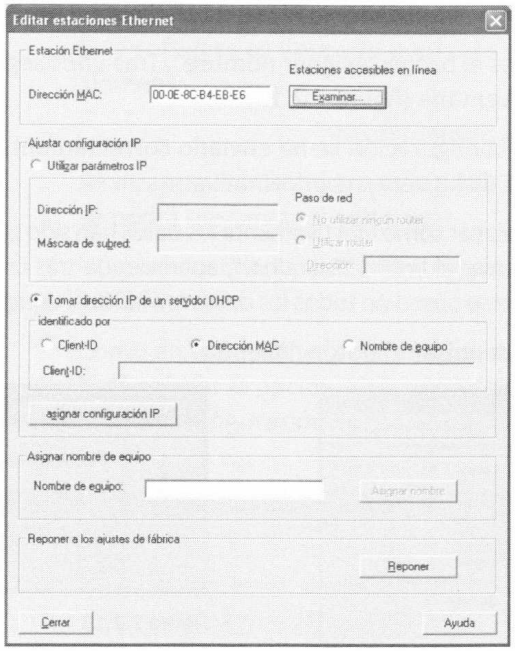


Figura 7.2.8

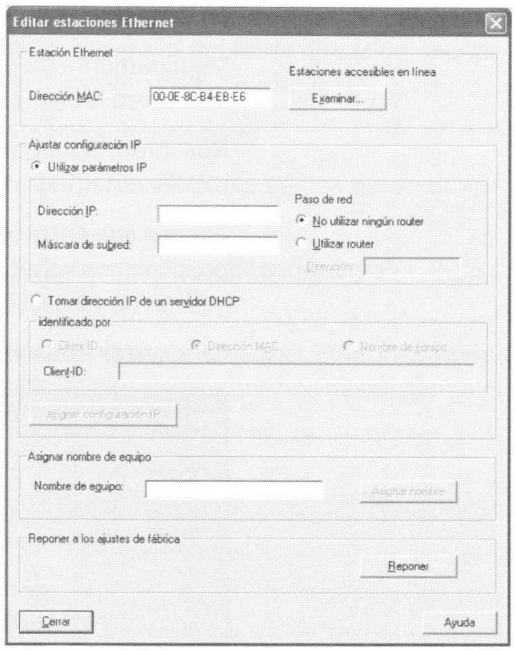


Figura 7.2.9

Ahora ya podemos completar los campos anteriormente mencionados para que este punto de acceso pertenezca a la red donde tenemos el ordenador. En este caso le asignamos los siguientes datos de red:

Dirección IP	: 192.168.0.111
Máscara de subred	: 255.255.255.0
Paso de red	: No utilizar ningún router.

Quedando como se observa en la figura 7.2.10.

En el momento de finalizar la introducción de los datos, se activa el botón "asignar configuración IP". Al pulsarlo, realiza la acción de enviar la configuración al punto de acceso, apareciendo una vez finalizada la siguiente ventana (figura 7.2.11).

Pulsaremos el botón "Aceptar" para cerrar la ventana.

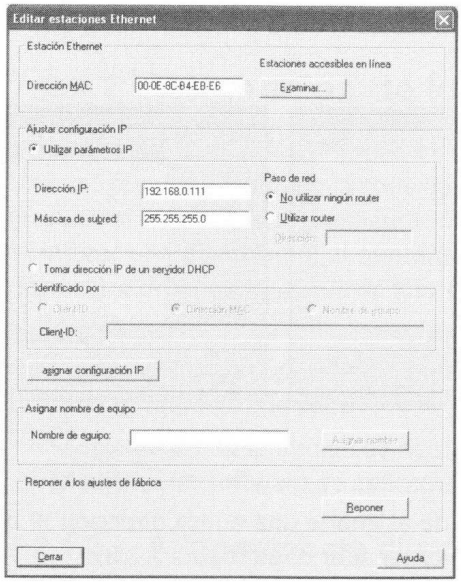


Figura 7.2.10

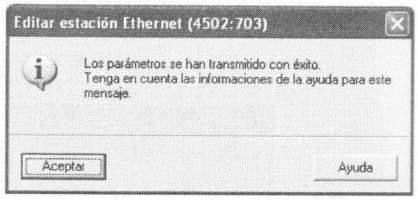


Figura 7.2.11

A continuación podemos introducir un nombre al componente en el campo "Nombre de equipo" que aparece disponible en el apartado "Asignar nombre de equipo". En este caso le podremos "PuntoAccesoW788-111" (figura 7.2.12).

Seguidamente pulsamos el botón "Asignar nombre". Tras unos segundos de espera, aparecerá la siguiente ventana (figura 7.2.13)

Nos informa de que la configuración se ha enviado correctamente. Al pulsar el botón "Aceptar", se cierra dicha ventana informativa.

Ahora si queremos comprobar cómo efectivamente los datos han sido grabados en el equipo, podemos volver a pulsar el botón "Examinar", apareciendo tras unos segundos la siguiente ventana en la que se observan todos los datos enviados al equipo (figura 7.2.14).

Para cerrar esta ventana pulsar el botón "Aceptar".

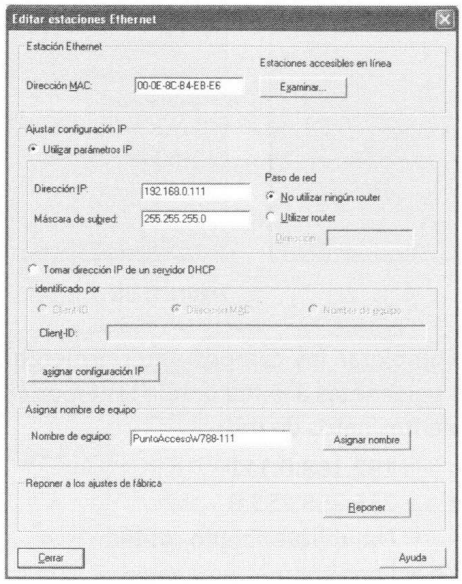


Figura 7.2.12

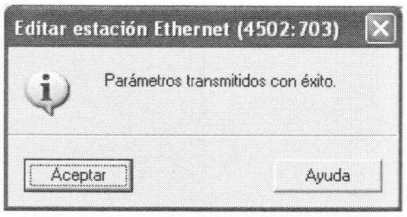


Figura 7.2.13

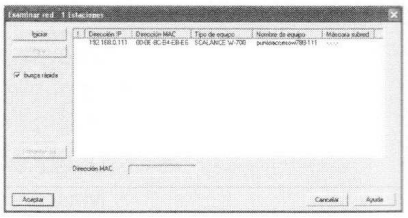


Figura 7.2.14

La ventana principal "Editar estaciones Ethernet" también dispone de un botón, para que, una vez elegido un equipo, podamos asignarle la configuración que viene de fábrica con tan sólo accionar el pulsador "Reponer" que aparece en el apartado "Reponer a los ajustes de fábrica". En el momento de pulsar, aparece la siguiente ventana de aviso (figura 7.2.15).

Al pulsar el botón "Sí" y tras unos segundos de espera, aparece la siguiente ventana informativa que cerraremos pulsando el botón "Aceptar" (figura 7.2.16).

En este momento la configuración actual del equipo pasa a ser la que tiene cuando sale de fábrica.

Para finalizar, cerramos la ventana con el botón "Cerrar".

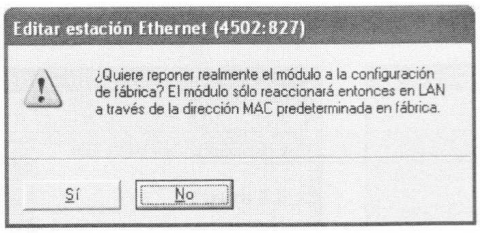


Figura 7.2.15

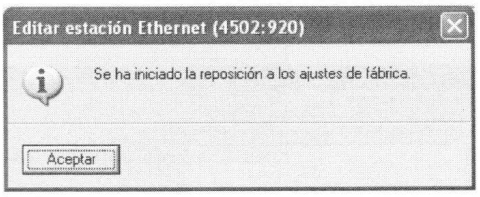


Figura 7.2.16

7.2.1.2.2 Asignación de direcciones mediante software Primary Setup Tool

Este software es libre y lo podemos descargar desde la siguiente dirección web de Siemens:

http://support.automation.siemens.com/

Realizando la búsqueda con el valor 19440762, aparecerá una página desde donde se podrá descargar el software.

Una vez instalado, podemos ejecutarlo apareciendo la siguiente ventana (figura 7.2.17).

Como en esta primera ocasión la comunicación va a ser por cable Ethernet, se deberá señalar la opción "Conexión de área local" que encontraremos desplegando el menú "Configuración → Tarjeta de red" (figura 7.2.18).

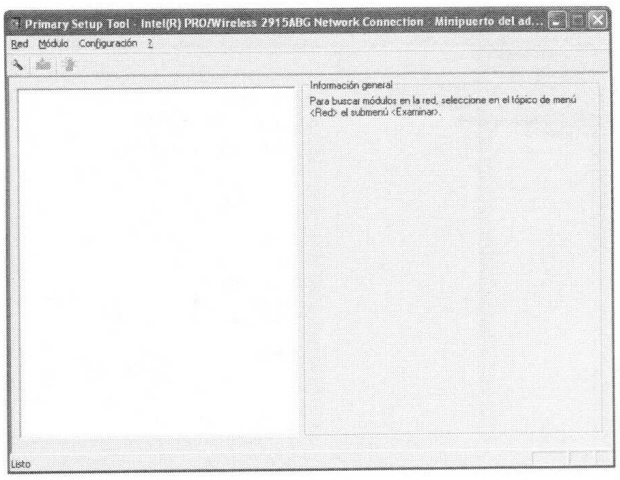


Figura 7.2.17

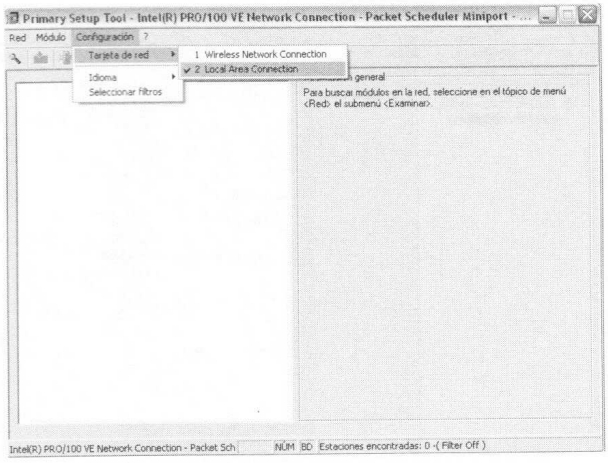


Figura 7.2.18

A continuación, ya podemos realizar la búsqueda de equipos conectados a la red Ethernet del ordenador. Para ello, tenemos tres alternativas, como son:

- Pulsar el icono "Lupa".
- Elegir la opción "Examinar F5" del menú "Red".
- Pulsar directamente la tecla F5 del teclado del ordenador.

En cualquier caso se iniciará la búsqueda de equipos, apareciendo momentáneamente una pequeña ventana superpuesta indicando esta acción (figura 7.2.19).

Finalizada la búsqueda, se observa cómo efectivamente ha localizado el equipo SCALANCE W-700 con la dirección IP que viene de fábrica, que es la 0.0.0.0, y la dirección MAC 00-0E-8C-B4-EB-E6, que debe coincidir con la que viene marcada en el propio equipo en la parte frontal izquierda al lado del conector híbrido (figura 7.2.20).

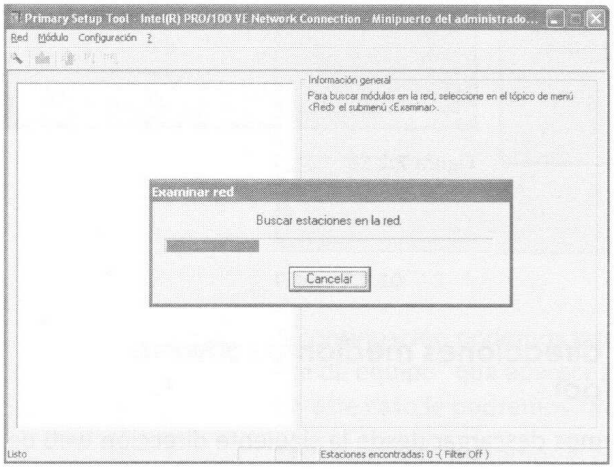


Figura 7.2.19

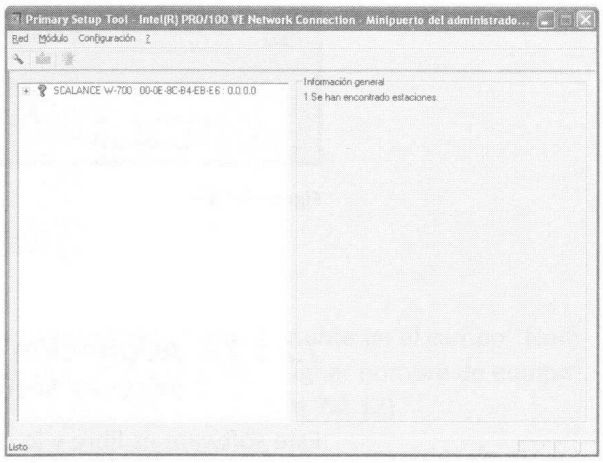


Figura 7.2.20

Ahora procederemos a configurar una dirección IP que entre en nuestra red Ethernet. Seleccionamos el dispositivo y desplegamos la carpeta. A continuación, se observa cómo en la parte derecha de la ventana aparecen los datos de la "Interfaz Ethernet". Seleccionando la opción "Asignar parámetros IP", quedan habilitados los campos para introducir tanto la dirección IP como la máscara de subred (figura 7.2.21).

Las modificamos dejándola tal y como aparece en la siguiente ventana (figura 7.2.22).

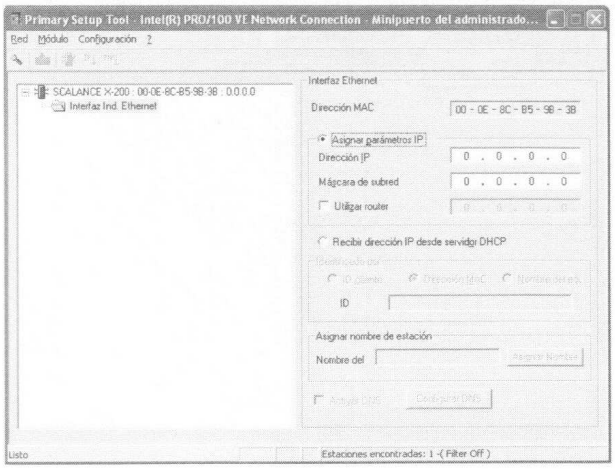


Figura 7.2.21

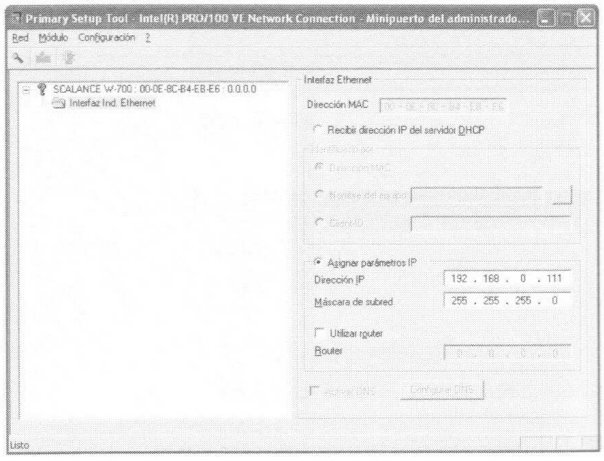


Figura 7.2.22

A continuación, seleccionamos el dispositivo SCALANCE W-700 de la parte izquierda de la ventana, es decir, subimos un nivel del seleccionado actualmente, con lo que tenemos habilitada la opción de enviar la configuración al dispositivo, icono "Cargar" (figura 7.2.23).

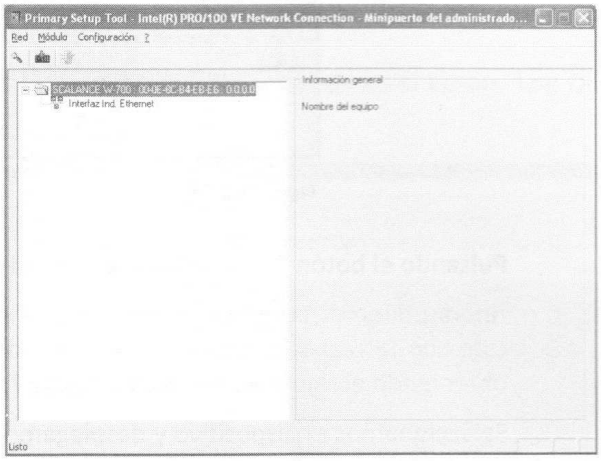


Figura 7.2.23

Antes de enviar esta configuración, también podemos modificar el nombre. Para ello, seleccionamos la opción "Asignar nombre estación" del menú "Módulo", apareciendo:

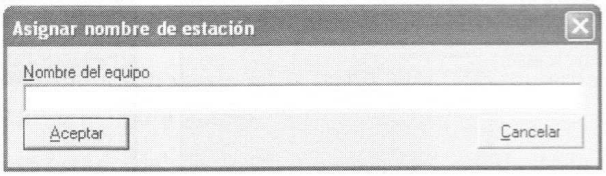


Figura 7.2.24

Le asignamos, por ejemplo, el nombre:

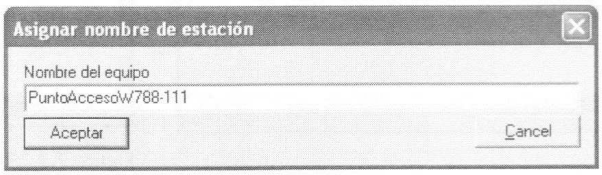


Figura 7.2.25

Al pulsar "Aceptar", tenemos:

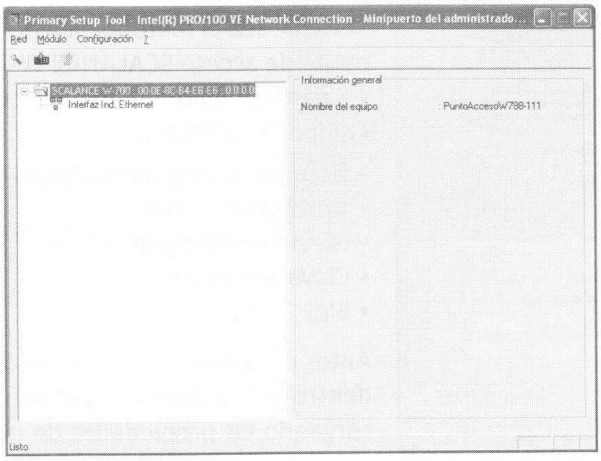


Figura 7.2.26

Éste es el momento de realizar la transmisión hacia el equipo de la configuración realizada. Pulsar sobre el icono "Cargar":

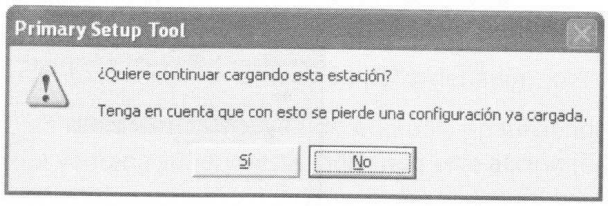


Figura 7.2.27

Pulsando el botón "Sí", realizará la carga al dispositivo de la configuración.

Ahora podemos comprobar cómo la configuración cargada en el dispositivo coincide con la realizada. Para ello, realizamos una nueva búsqueda de dispositivos, obteniendo el siguiente resultado (figura 7.2.28).

Seleccionamos el dispositivo y desplegamos la carpeta. A continuación, se observa cómo en la parte derecha de la ventana aparecen los datos de la "Interfaz Ethernet" correspondiente al equipo SCALANCE W-700 configurada (figura 7.2.29).

Ahora ya podemos salir del software Primary Setup Tool desde el menú "Red → Salir".

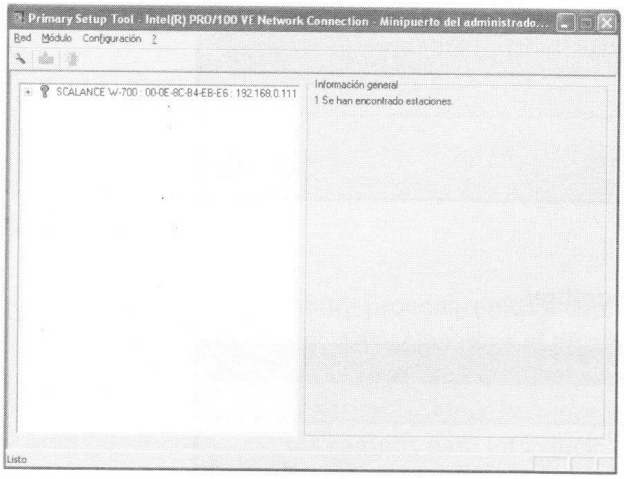


Figura 7.2.28

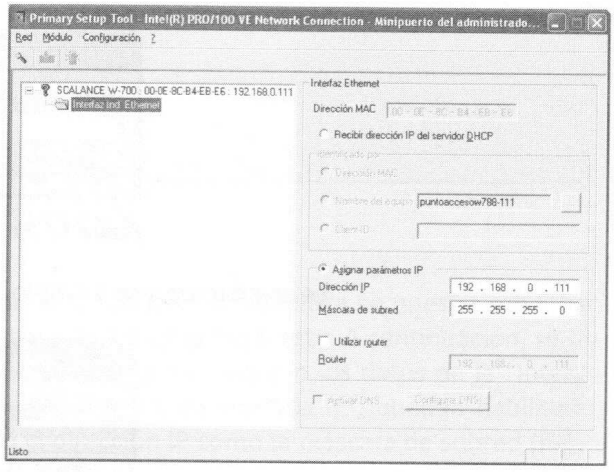


Figura 7.2.29

7.2.1.3 Configuración interna del punto de acceso

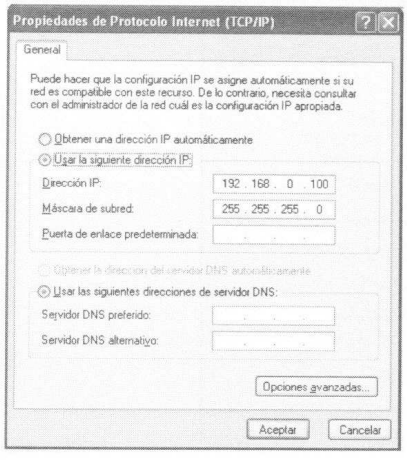


Figura 7.2.30

Sea cual sea el método elegido para la asignación de las direcciones del punto de acceso SCALANCE W-700, se ha alcanzado el mismo resultado, y a partir de ahora se expone cómo realizar la configuración interna del equipo en cuanto a:

- Nombre del equipo en la red Wireless.
- Nombre de la red.
- Nivel de seguridad.
- Clave de acceso.
- Etc.

Antes de continuar, hemos de comprobar cómo nuestro ordenador está dentro del rango de direcciones del punto de acceso configurado. Observando las propiedades de la tarjeta Ethernet de nuestro ordenador nos damos cuenta de la siguiente configuración.

Una vez realizada la comprobación, podemos entrar en la configuración del punto de acceso a través del navegador de Internet accediendo desde la dirección IP asignada en el apartado anterior. En nuestro caso, con la IP 192.168.0.110 aparecerá la página principal de la web interna de configuración que dispone el equipo (figura 7.2.31).

Escribimos "admin" como password y pulsamos el botón "Log On" para continuar (figura 7.2.32).

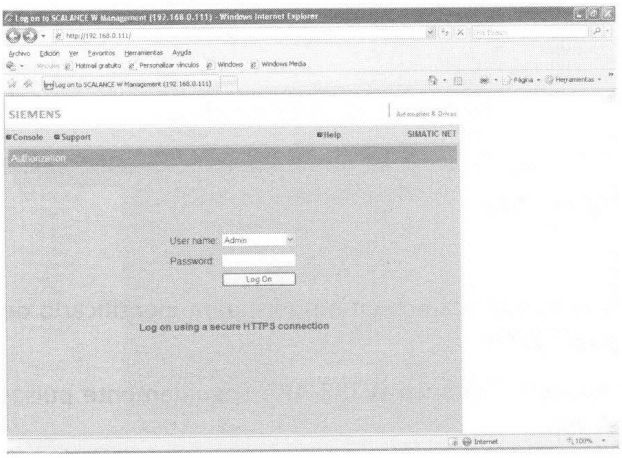


Figura 7.2.31

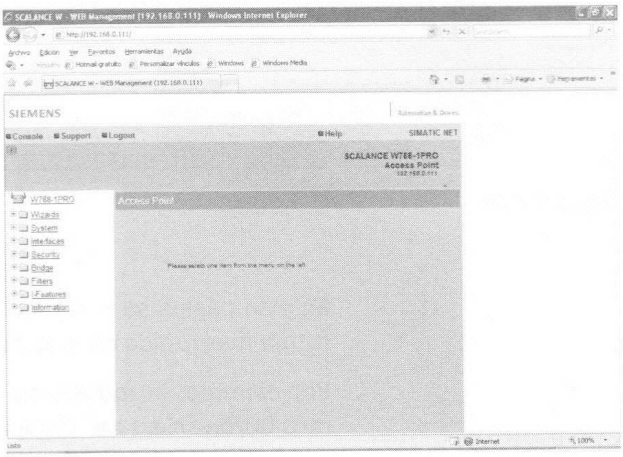


Figura 7.2.32

Podemos observar un botón verde en la parte superior izquierda de la página. Al pulsarlo, observamos la figura 7.2.33.

En donde se ve el estado del dispositivo mediante los leds de la parte frontal del equipo. Esta lectura se está actualizando constantemente. Para abandonar esta opción, volver a pulsar el botón ahora de color rojo.

A continuación, abrimos la opción "Wizards", que es un asistente para poder realizar la configuración necesaria paso a paso del dispositivo. Al desplegar Wizards, aparecen las dos opciones, que son Basic y Security (figura 7.2.34).

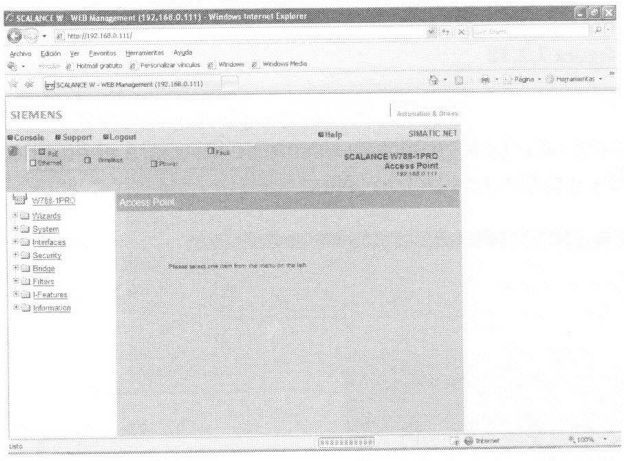


Figura 7.2.33

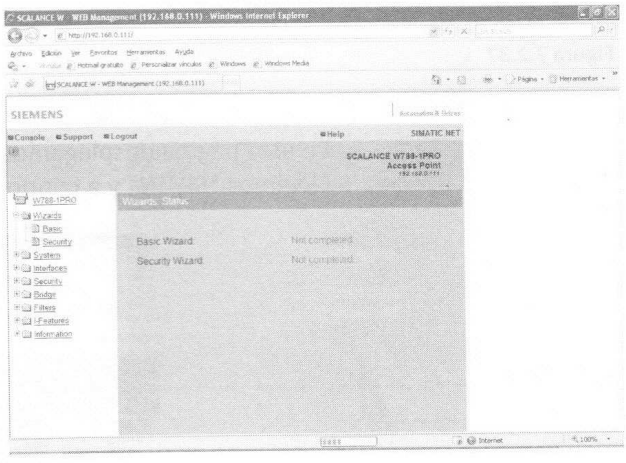


Figura 7.2.34

Ahora elegimos la opción Wizards → Basic (figura 7.2.35).

En esta página se observan los datos de la dirección IP asignada y la máscara de subred. Para continuar, pulsamos el botón "Next >>" (figura 7.2.36).

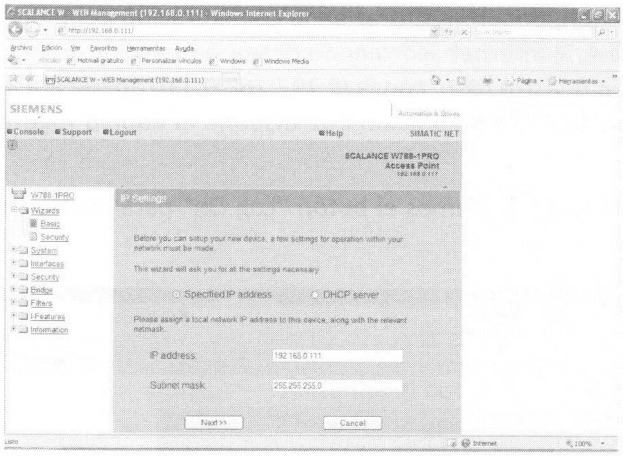


Figura 7.2.35

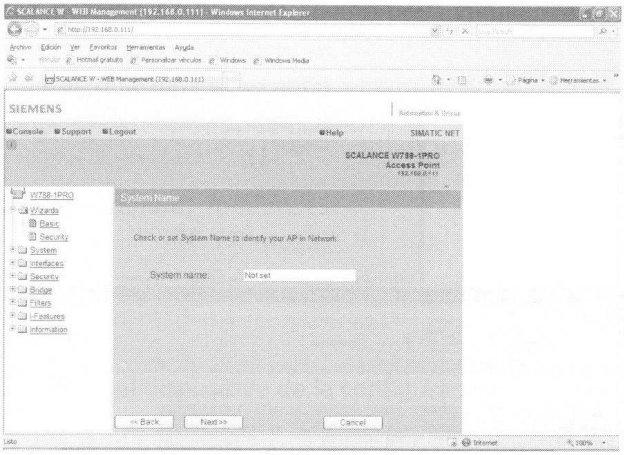


Figura 7.2.36

En esta página se nos solicita que introduzcamos un nombre para identificarlo de forma más rápida en la red (figura 7.2.37).

Por ejemplo, introducimos el nombre "Scalance-W788-AP". Seguidamente pulsamos botón "Next >>" (figura 7.2.38).

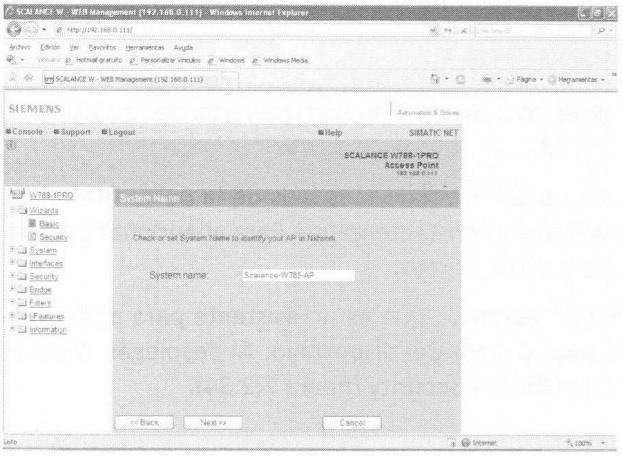


Figura 7.2.37

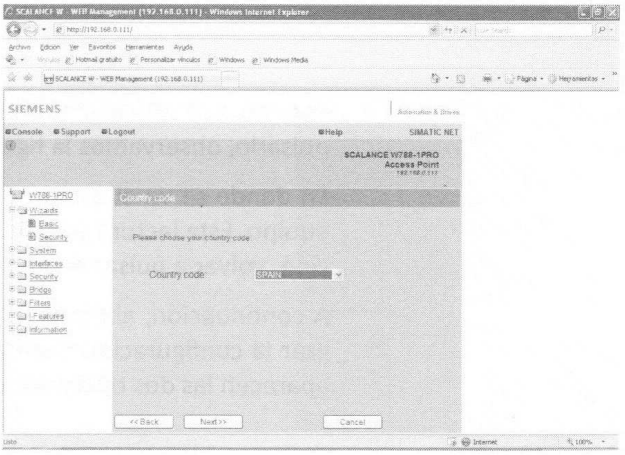


Figura 7.2.38

En esta página desplegamos la lista para elegir el país donde se instalará el equipo. Elegimos "SPAIN" y a continuación pulsamos botón "Next >>":

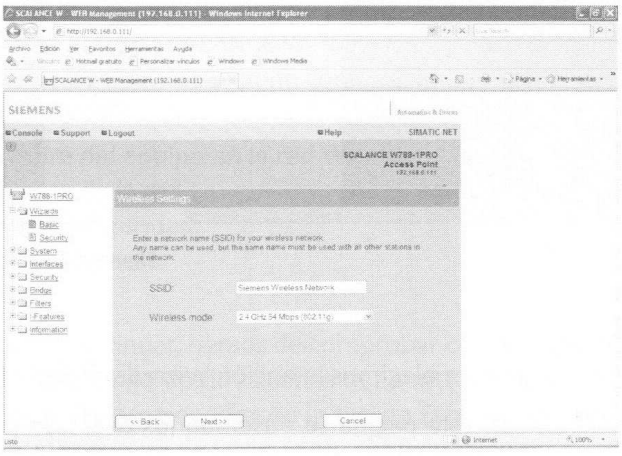


Figura 7.2.39

En esta página se nos pide que introduzcamos un nombre que le asignamos a la red, así como la elección del estándar de red Wireless con el que se va a trabajar. Lo podemos dejar como viene por defecto, pues ya nos es válido. Seguimos pulsando el botón "Next >>" (figura 7.2.40).

En esta página se realiza la configuración del tipo de antena que se va a instalar en el equipo. En nuestro caso es la antena estándar, que es la que aparece en la configuración por defecto. Para continuar, pulsar el botón "Next >>" (figura 7.2.41).

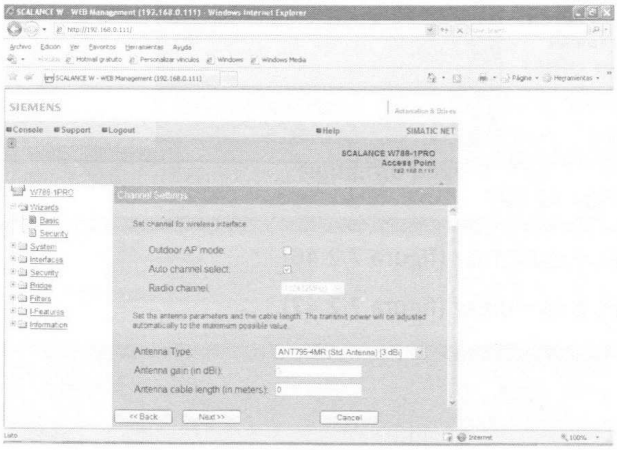


Figura 7.2.40

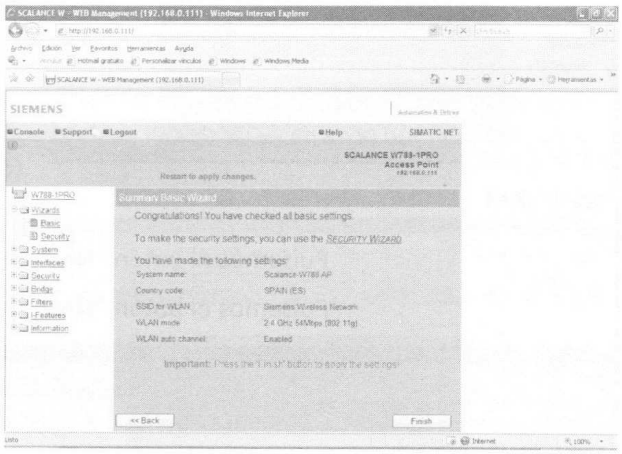


Figura 7.2.41

Aparece un resumen de la configuración realizada hasta este punto. Pulsar el botón "Finish" para aplicar los cambios realizados en el equipo SCALANCE. Seguidamente aparece la siguiente página (figura 7.2.42).

En la que se nos indica que la parte de configuración básica ha sido realizada, pero que falta por realizar la configuración de seguridad de la red. Para ello, desplegamos la opción '"Wizards" del menú de la izquierda y seleccionamos "Security" (figura 7.2.43).

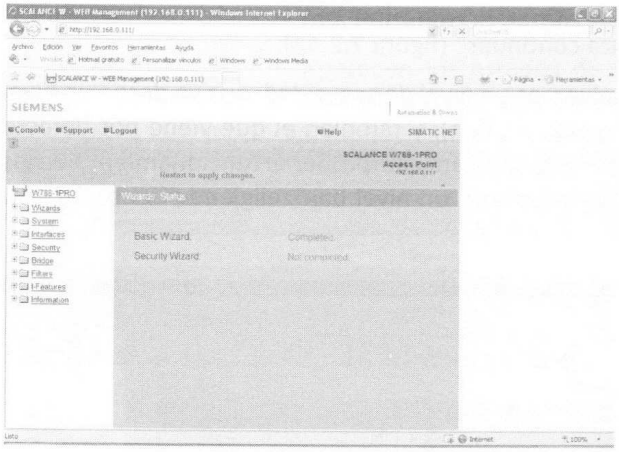


Figura 7.2.42

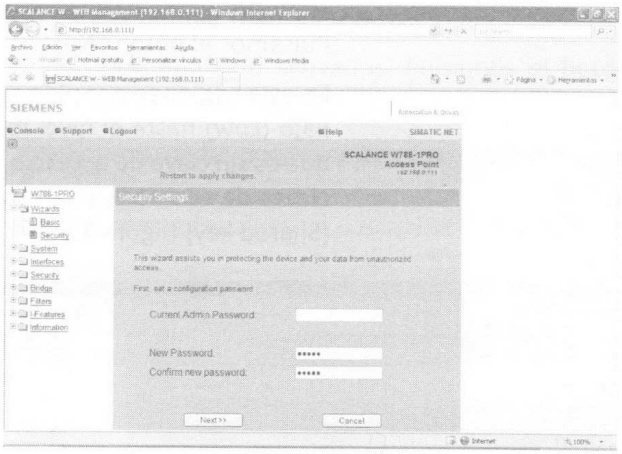


Figura 7.2.43

Nos pide la contraseña que, por defecto, es admin. Es la que introducimos (figura 7.2.44).

A continuación pulsamos el botón "Next >>" para continuar, y aparece la siguiente página que la dejamos como viene por defectos (figura 7.2.45).

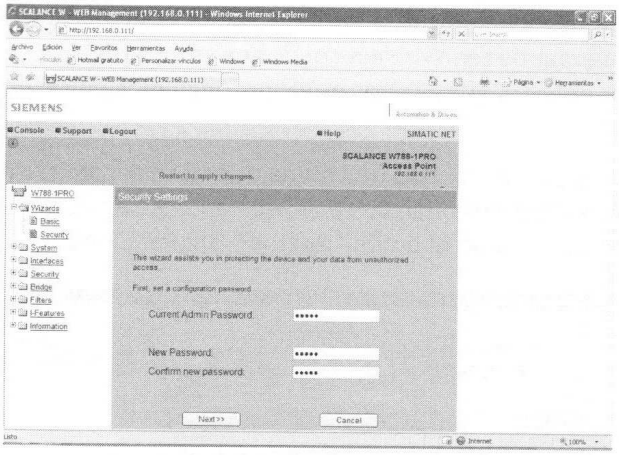


Figura 7.2.44

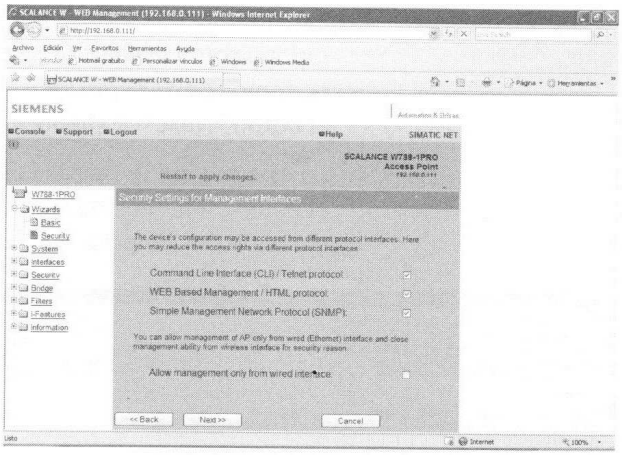


Figura 7.2.45

Pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.46).

Pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.47).

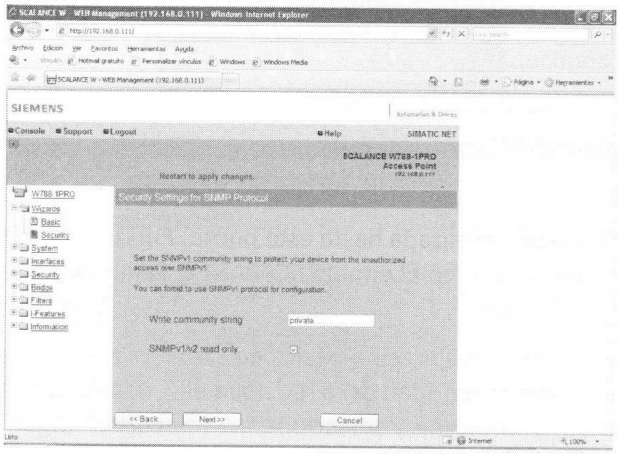


Figura 7.2.46

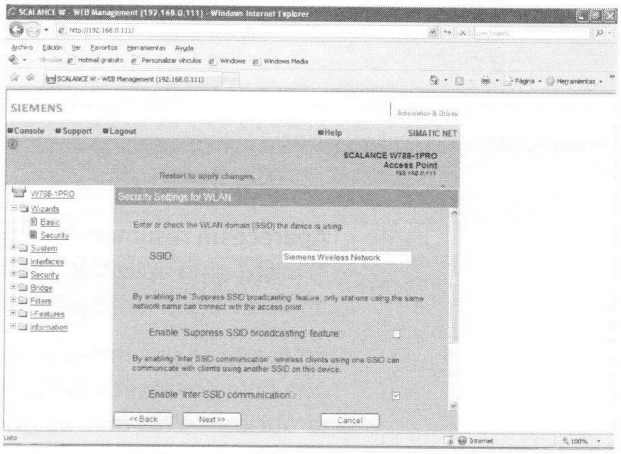


Figura 7.2.47

Pulsamos el botón "Next >> para continuar" (figura 7.2.48).

En esta página se nos pide que elijamos un nivel de seguridad, que va desde un nivel bajo (Low) hasta el nivel más elevado (High), y también el que viene por defecto que es sin clave de acceso a la red (None). Para comprobar el funcionamiento de las claves de acceso realizamos el ejemplo con un nivel bajo, eligiendo la opción Low (Shared key) (figura 7.2.49).

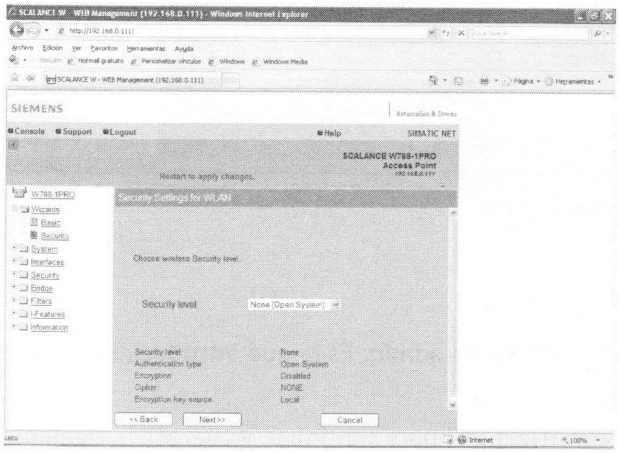


Figura 7.2.48

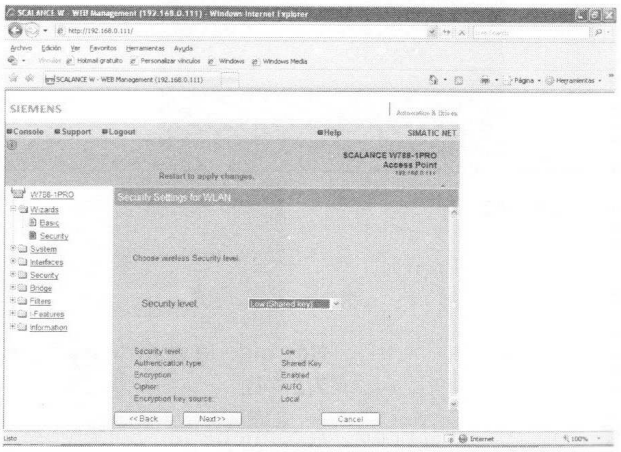


Figura 7.2.49

Esta clave de acceso servirá para proteger la red de accesos externos a la misma. De esta forma también eliminamos la posibilidad de que podamos tener direcciones IP duplicadas de forma accidental por equipos externos. Al pulsar el botón "Next >>", aparece la opción de entrar la clave (Figura 7.2.50), que se puede introducir de dos formas diferentes:

Valor hexadecimal: Introducir el valor numérico en hexadecimal, por ejemplo **4945535041.**

Caracteres ASCII: Introducir entre apóstrofes los caracteres que componen la clave, por ejemplo **'IESPA'**.

En cualquier caso, tanto en hexadecimal como en ASCII indica la misma clave, ya que si realizamos la conversión de caracteres a hexadecimal o viceversa obtenemos lo mismo. En este caso, elegimos la clave IESPA, tal y como se puede observar en la siguiente página (figura 7.2.51)

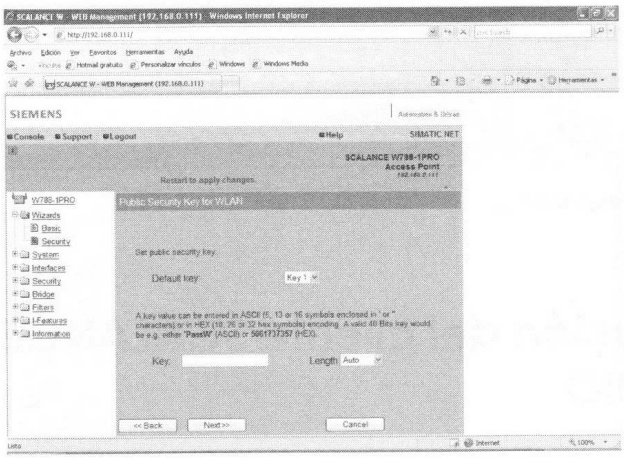


Figura 7.2.50

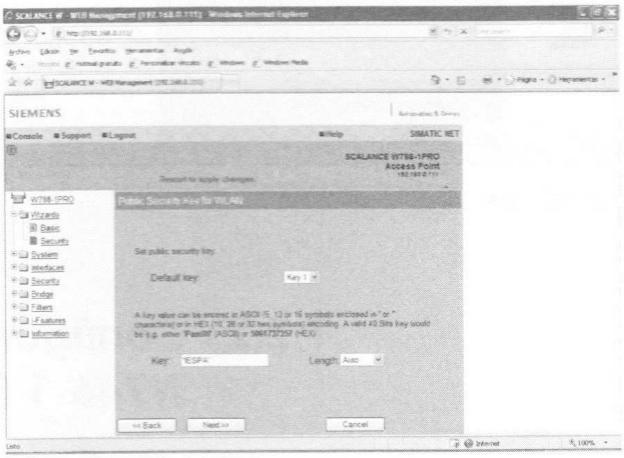


Figura 7.2.51

Este nivel de seguridad y esta misma clave serán las que se tengan que configurar en el resto de componentes Wireless que queramos que intervengan en esta misma red. Pulsamos el botón "Next>>" para continuar (figura 7.2.52).

Aparecen los estados de seguridad que han sido activados. Pulsamos el botón "Next>>" para continuar (figura 7.2.53).

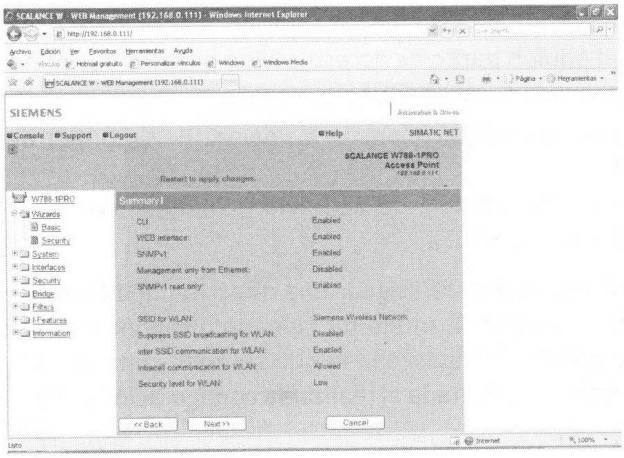


Figura 7.2.52

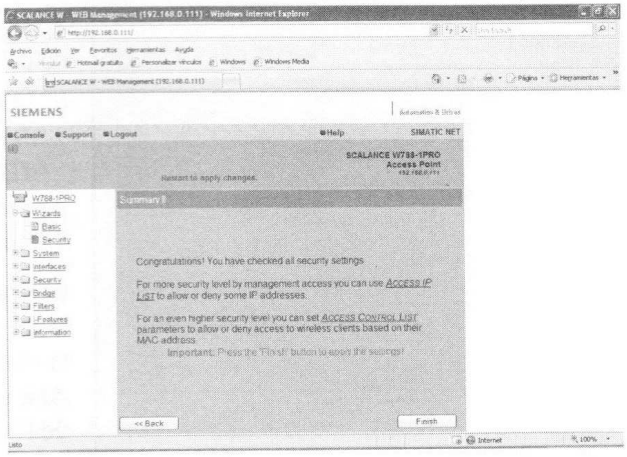


Figura 7.2.53

Ahora, para finalizar, se deberá pulsar el botón "Finish" para aplicar los cambios realizados al equipo. Aparecerá la siguiente ventana en donde se indica que la configuración básica ha sido realizada satisfactoriamente (figura 7.2.54).

El SCALANCE W788-1PRO puede trabajar como cliente o como punto de acceso, desde la opción "System" del menú de la izquierda. Comprobamos que para esta aplicación aparece configurado como "Access Point" (figura 7.2.55).

Con esto queda finalizada completamente la configuración tanto en lo referente a las direcciones como a la interna del propio equipo.

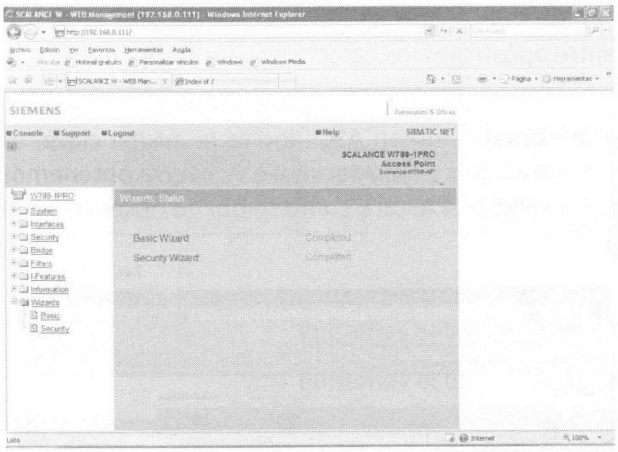


Figura 7.2.54

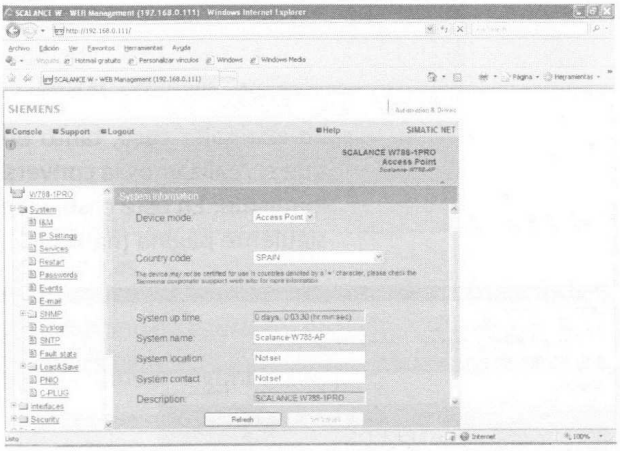


Figura 7.2.55

7.2.2 Configuración del cliente SCALANCE W746-1 PRO

7.2.2.1 Conexionado del cliente

Las conexiones del equipo cliente son exactamente las mismas que las del equipo punto de acceso; por tanto, bastará con seguir las indicaciones dadas para este último en el apartado 7.2.1.1. de este mismo capítulo.

7.2.2.2 Asignación de las direcciones al equipo cliente

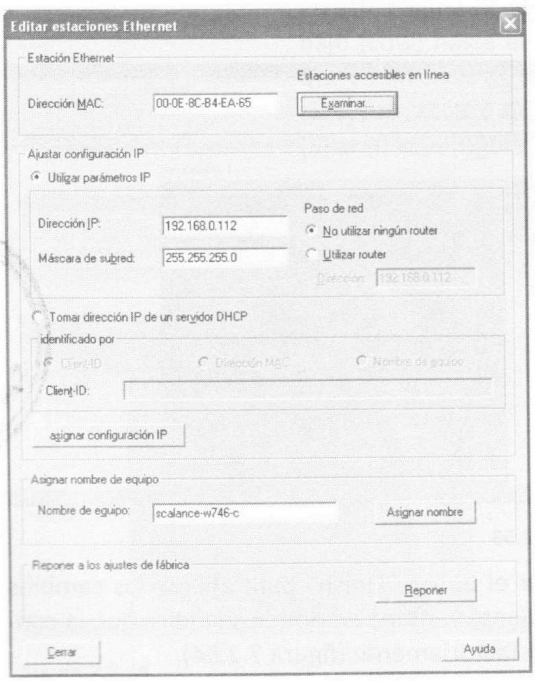


Figura 7.2.56

Para la asignación de las direcciones al equipo cliente se deberán seguir las mismas indicaciones que las mostradas en el apartado 7.2.1.2. de este mismo capítulo, en donde es explicó para el equipo punto de acceso, válido para los dos métodos allí expuestos, como son:

- Mediante la configuración de hardware (HW-Config) del STEP 7.
- Mediante un software de aplicación conocido como Primary Setup Tool (PST).

Lógicamente, se deberá asignar una dirección IP diferente a la de otros equipos. A modo de ejemplo, proponemos que la configuración definitiva sea la que se representa en la siguiente imagen capturada al realizar la configuración a través de HW-Config.

7.2.2.3 Configuración interna del equipo cliente

Al igual que para el equipo punto de acceso, sea cual sea el método elegido para la asignación de las direcciones del equipo cliente SCALANCE W-74x, se deberá realizar a continuación la configuración interna del equipo en donde, entre otras cosas, se deberá configurar:

- Nombre del equipo en la red Wireless.
- Nombre de la red.
- Nivel de seguridad.
- Clave de acceso.
- Etc.

Para entrar en la configuración interna del equipo cliente, lo haremos a través del navegador de Internet accediendo desde la dirección IP asignada en el apartado anterior. En nuestro caso, con la IP 192.168.0.112 aparecerá la página principal de la web interna de configuración que dispone el equipo (figura 7.2.57).

Nos solicita que introduzcamos la contraseña, que por defecto es "admin" (figura 7.2.58).

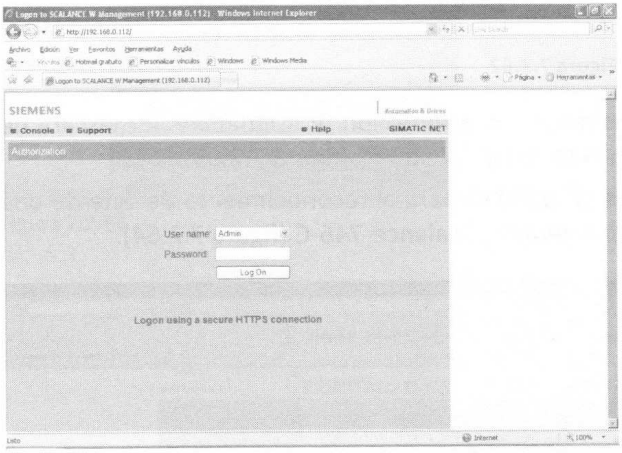


Figura 7.2.57

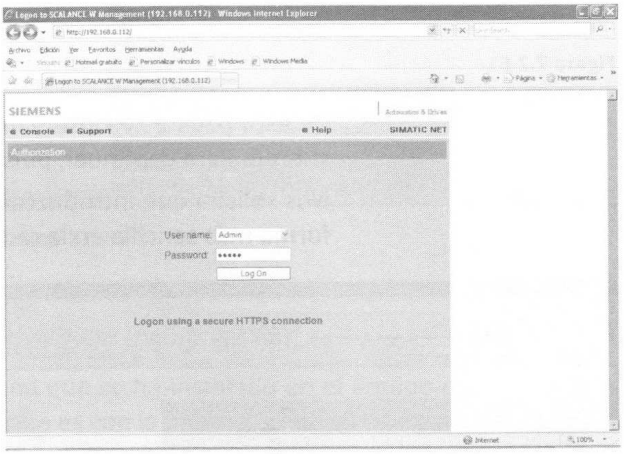


Figura 7.2.58

A continuación, pulsamos el botón "Log On" para continuar (figura 7.2.59).

Podemos observar un botón verde en la parte superior izquierda de la página. Al pulsarlo, observamos la figura 7.2.60.

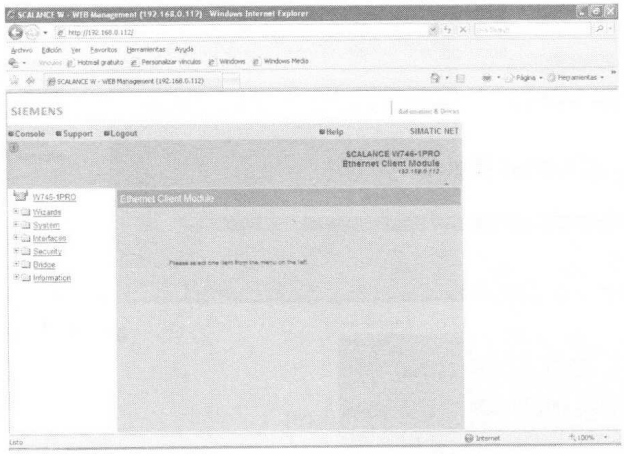


Figura 7.2.59

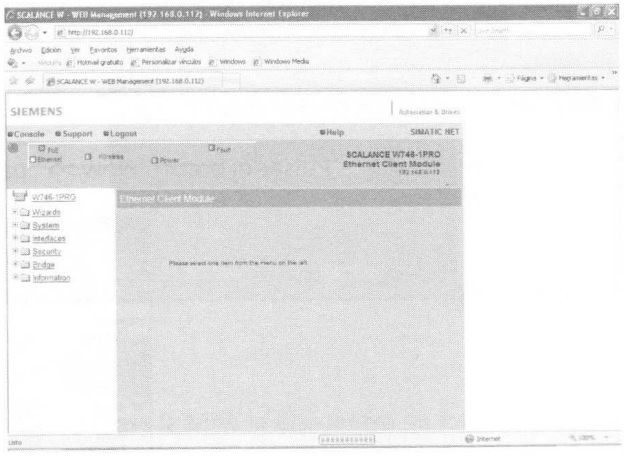


Figura 7.2.60

En donde se observa el estado del dispositivo mediante los leds de la parte frontal del equipo. Esta lectura se está actualizando constantemente. Para abandonar esta opción, volver a pulsar el botón ahora de color rojo.

A continuación, abrimos la opción "Wizards", que es un asistente para poder rea-

lizar la configuración necesaria paso a paso del dispositivo. Al desplegar Wizards, aparecen las dos opciones, que son Basic y Security (figura 7.2.61).

Ahora elegimos la opción Wizards → Basic (figura 7.2.62).

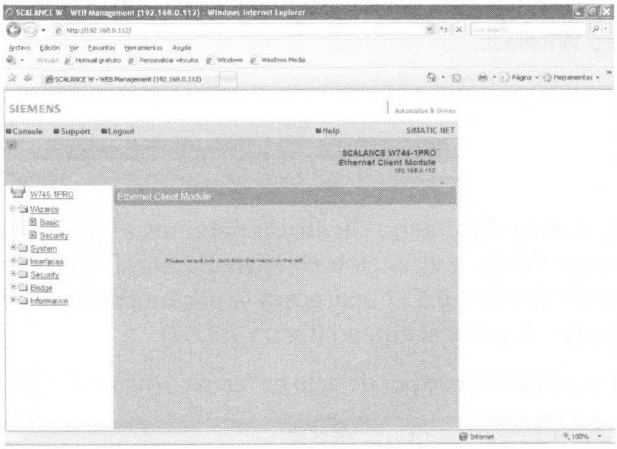


Figura 7.2.61

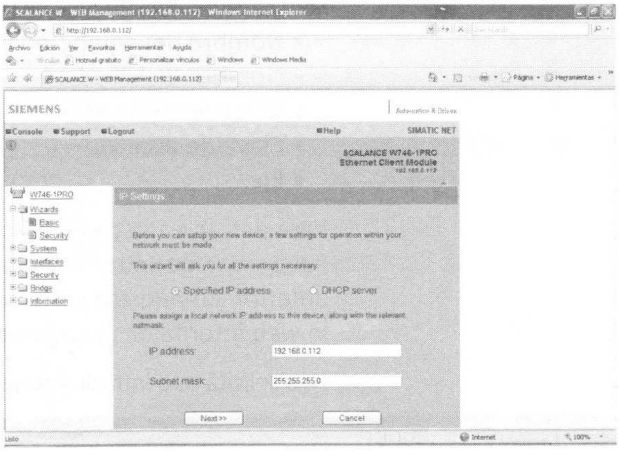


Figura 7.2.62

En esta página se observan los datos de la dirección IP asignada y la máscara de subred. Para continuar, pulsamos el botón "Next >>" (figura 7.2.63).

Nos solicita que introduzcamos un nombre para el reconocimiento de éste de una forma más sencilla en la red. Por ejemplo, Scalance-746-C (figura 7.2.64).

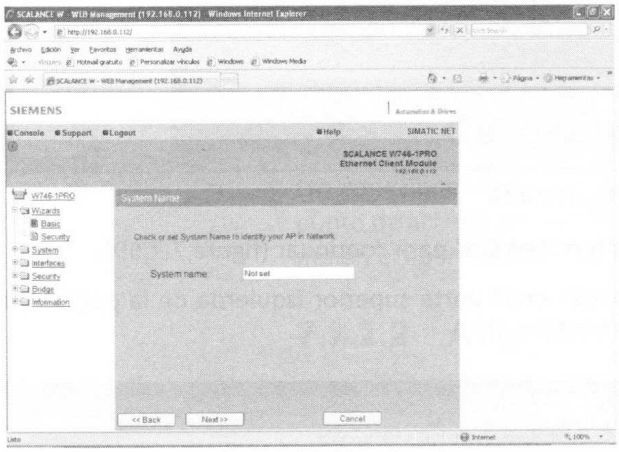


Figura 7.2.63

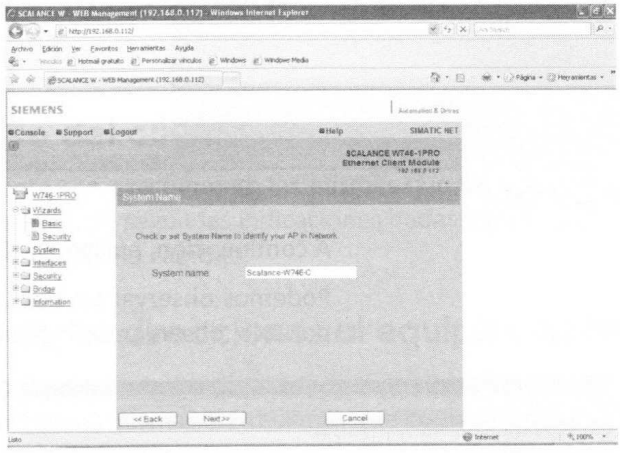


Figura 7.2.64

Pulsar el botón "New >>" para continuar (figura 7.2.65).

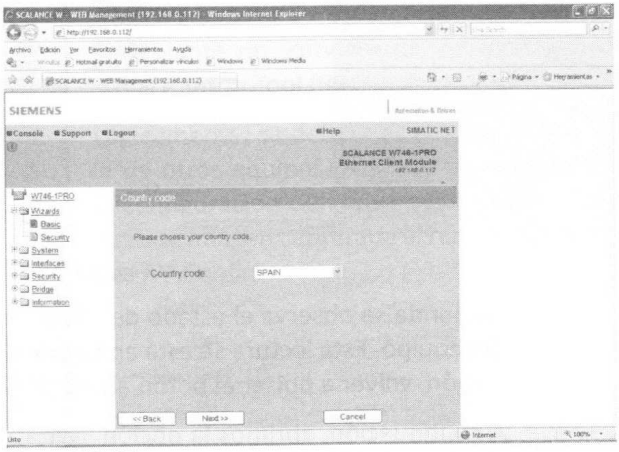


Figura 7.2.65

Desplegamos la opción para seleccionar el país donde quedará ubicada la red Wireless. En este caso "SPAIN". Para continuar, pulsar el botón "New >>" (figura 7.2.66)

En esta página debemos desactivar la opción "Connect any to SSID" para que este cliente no se conecte a cualquier red, sino que tan sólo lo haga a la red en donde se ha configurado el punto de acceso y que se le asignó el nombre de la red "Siemens Wireless Network". Ése será el nombre que se deberá introducir en el campo SSID. También deberá coincidir el modo de red Wireless elegida en el punto de acceso y que fue la 2,4 GHz 54 Mbps (802.11g) (figura 7.2.67).

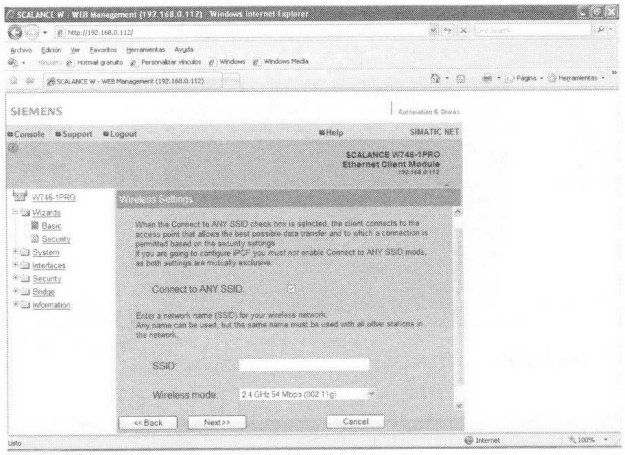


Figura 7.2.66

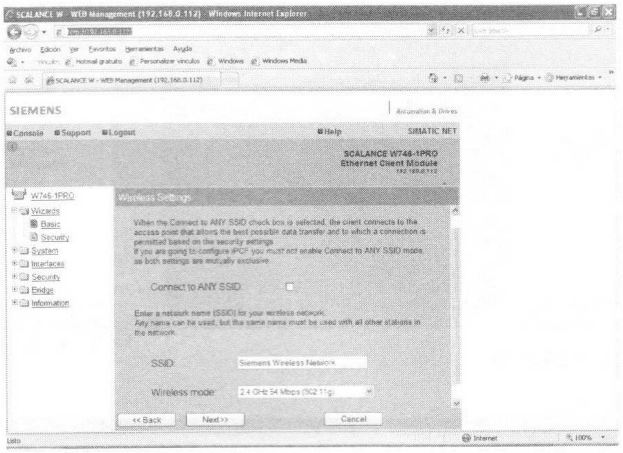


Figura 7.2.67

Pulsar el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.68).

Debemos elegir el tipo de antena que se ha instalado en el equipo cliente. La que sale por defecto es la estándar, que es con la que el equipo viene equipado de fábrica. Pulsar el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.69).

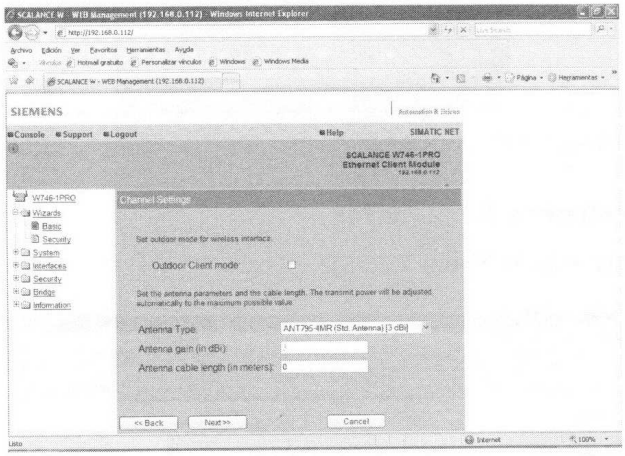


Figura 7.2.68

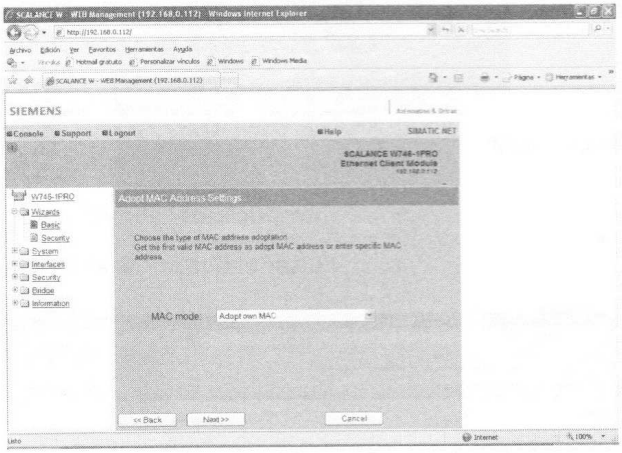


Figura 7.2.69

Podemos modificar esta opción y elegir que la MAC la encuentre de forma automática, quedando la fiugra 7.2.70.

Pulsar el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.71).

Llegado este punto, se ha realizado la configuración básica del cliente. Para que ésta quede grabada en la memoria flash del equipo, se deberá pulsar el botón "Finish" (figura 7.2.72).

A continuación, vamos a realizar la configuración del sistema de seguridad. Para ello, elegimos la opción "Wizards - Security" del menú de la izquierda. En la primera página nos solicita la contraseña, que por defecto es "admin". En esta página es donde se puede modificar, para que la contraseña sea diferente de la que viene por defecto (figura 7.2.73).

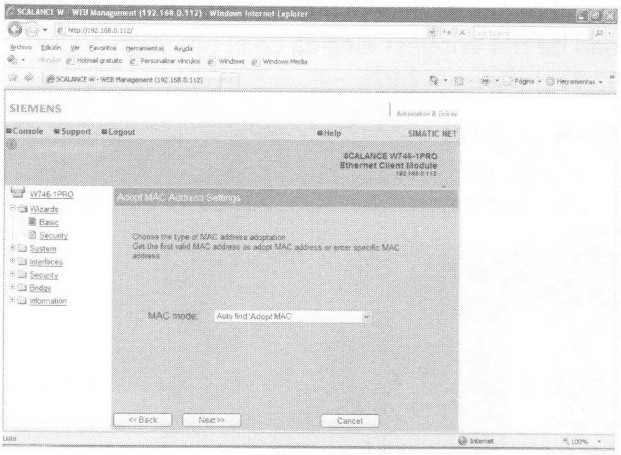


Figura 7.2.70

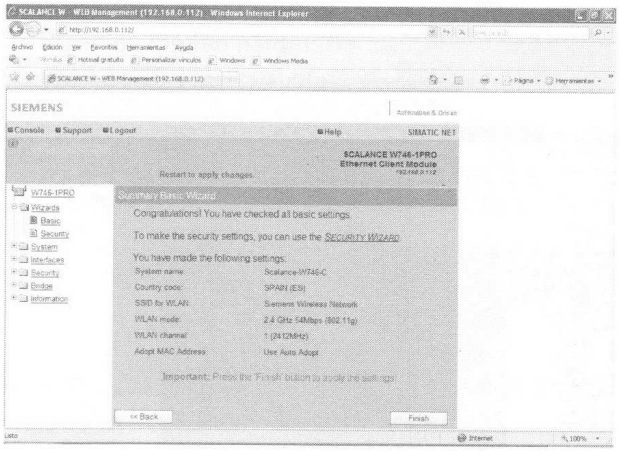


Figura 7.2.71

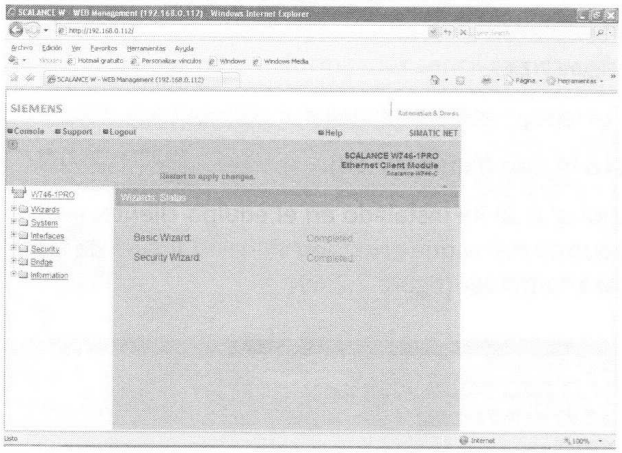


Figura 7.2.72

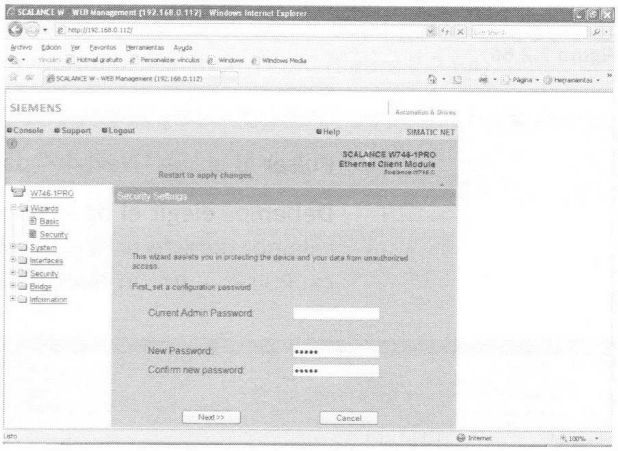


Figura 7.2.73

Introducimos "admin" como contraseña (figura 7.2.74).

Pulsar el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.75).

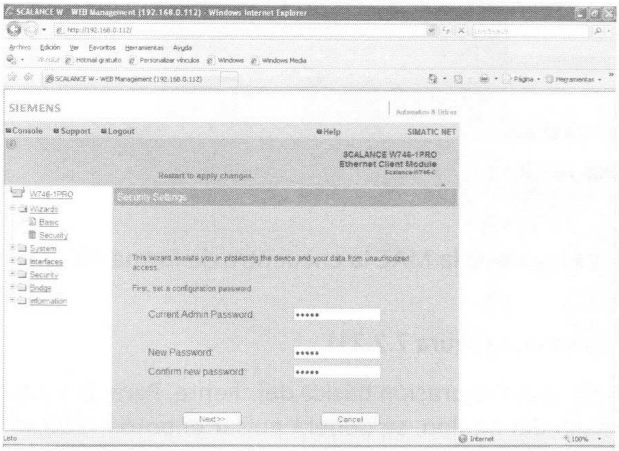


Figura 7.2.74

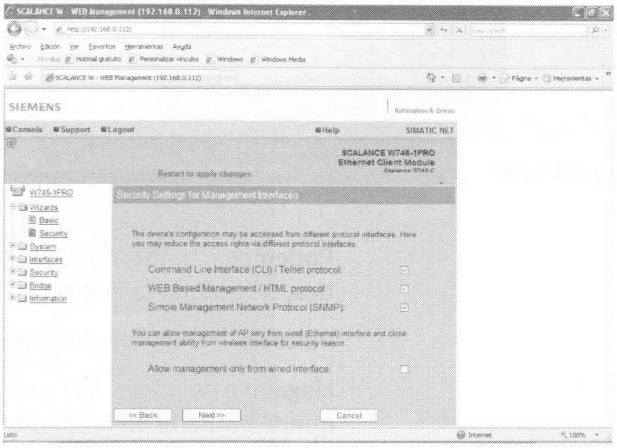


Figura 7.2.75

En este caso lo dejamos como viene por defecto y pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.76).

Al igual que en la anterior, tampoco es necesaria su modificación. Por tanto, pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.77).

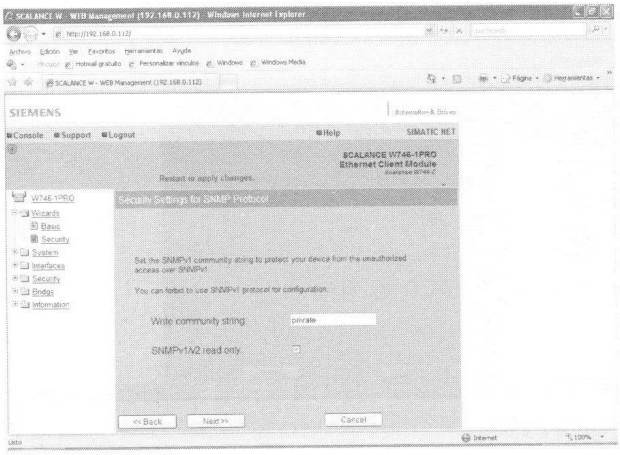


Figura 7.2.76

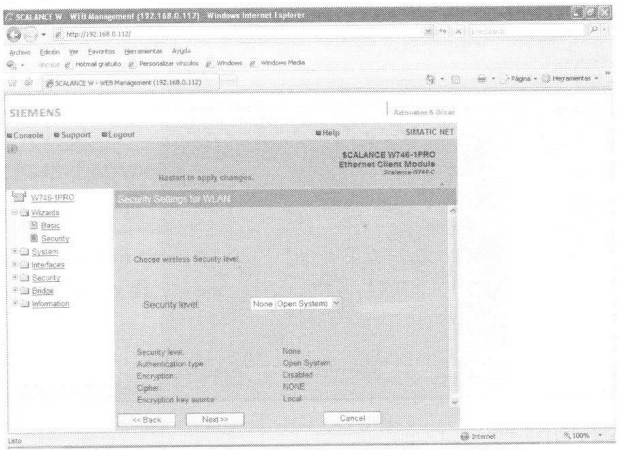


Figura 7.2.77

Nos solicita la elección del nivel de seguridad que queremos que tenga la red. Deberá coincidir con la configurada en el punto de acceso, es decir, del tipo Low (Shared key) (figura 7.2.78).

Una vez realizada la elección, pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.79).

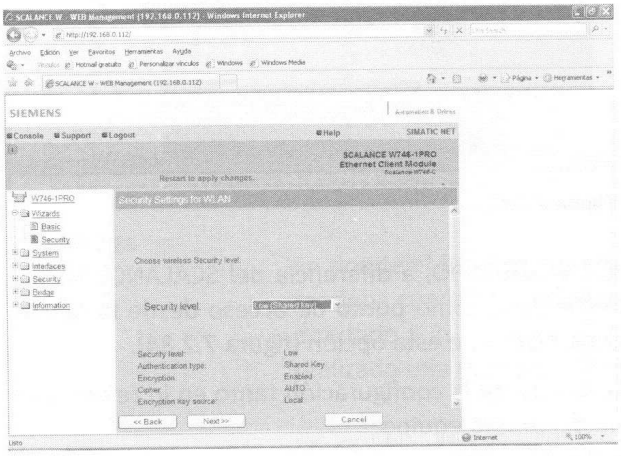


Figura 7.2.78

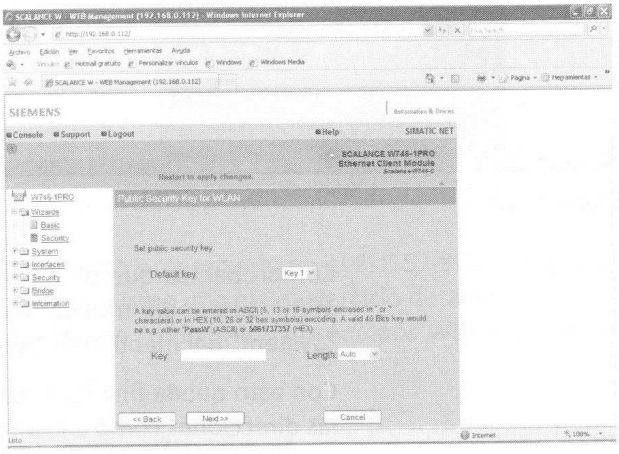


Figura 7.2.79

En esta página debemos introducir la clave de acceso a la red Wireless para que este equipo pueda entrar en la red Wireless en la que se encuentra el punto de acceso. Se deberá introducir la misma clave, es decir **'IESPA'**, en formato carácter o el valor **4945535041** en forma hexadecimal (figura 7.2.80).

Una vez introducida la clave de acceso, pulsamos el botón "Next >>" para continuar (figura 7.2.81).

Aparecen los estados de seguridad que han sido activados. Pulsamos el botón "Next>>" para continuar (figura 7.2.82).

Ahora, para finalizar, se deberá pulsar el botón "Finish" para aplicar los cambios realizados al equipo. Aparecerá la siguiente ventana en donde se indica que la configuración básica ha sido realizada satisfactoriamente (figura 7.2.83).

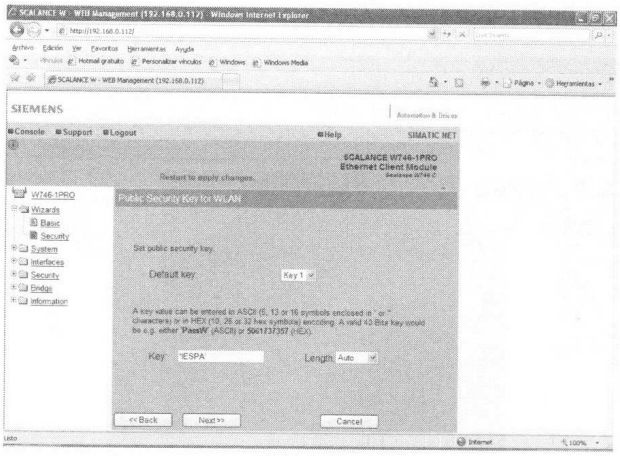


Figura 7.2.80

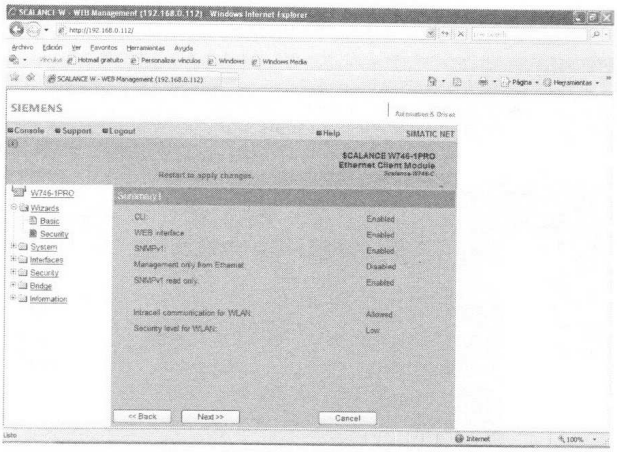


Figura 7.2.81

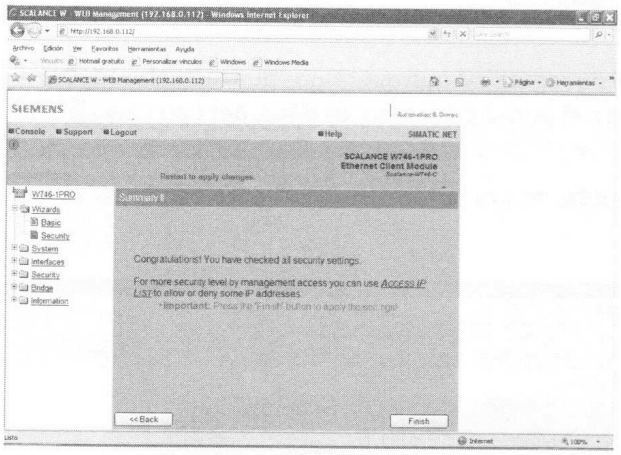


Figura 7.2.82

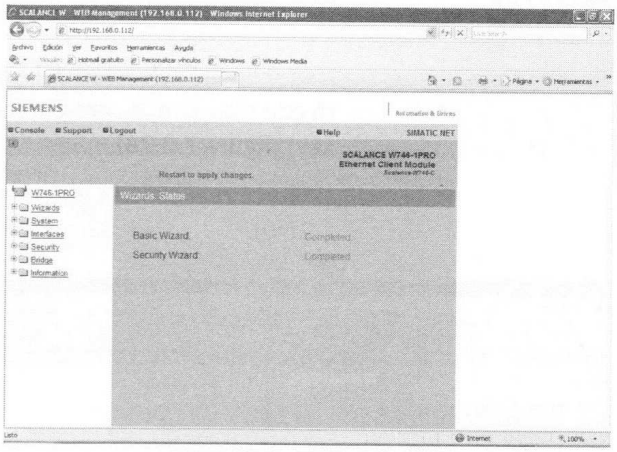


Figura 7.2.83

Comprobamos que el SCALANCE W746-1PRO, a diferencia del SCALANCE W788-1PRO que podía trabajar como cliente o como punto de acceso desde la opción "System" del menú de la izquierda, carece de esta opción (figura 7.2.84).

Con esto queda finalizada completamente la configuración tanto en lo referente a las direcciones como a la interna del propio equipo.

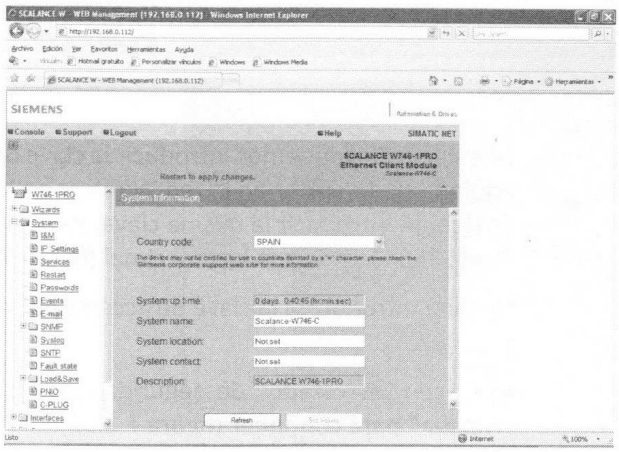


Figura 7.2.84

7.2.3 Instalación de todos los componentes

Una vez finalizada la configuración de los componentes que intervienen en la red como,

Unidades	Equipo	Dirección IP
1	Ordenador	192.168.0.110
1	Punto de acceso W788-1 PRO	192.168.0.111
1	Cliente W746-1 PRO	192.168.0.112
1	Switch X208 (*)	192.168.0.113
1	PLC S7-300 con CP343-1 ADVANCED	192.168.0.50
1	ET 200s con cabecera Profinet	192.168.0.40

(*) En el caso de utilizar un switch estándar, no será necesaria la configuración de una dirección IP, pero sí en el caso de utilizar un switch SCALANCE X-2xx de Siemens.

Tabla 7.2.3

se deberá crear la siguiente estructura de red:

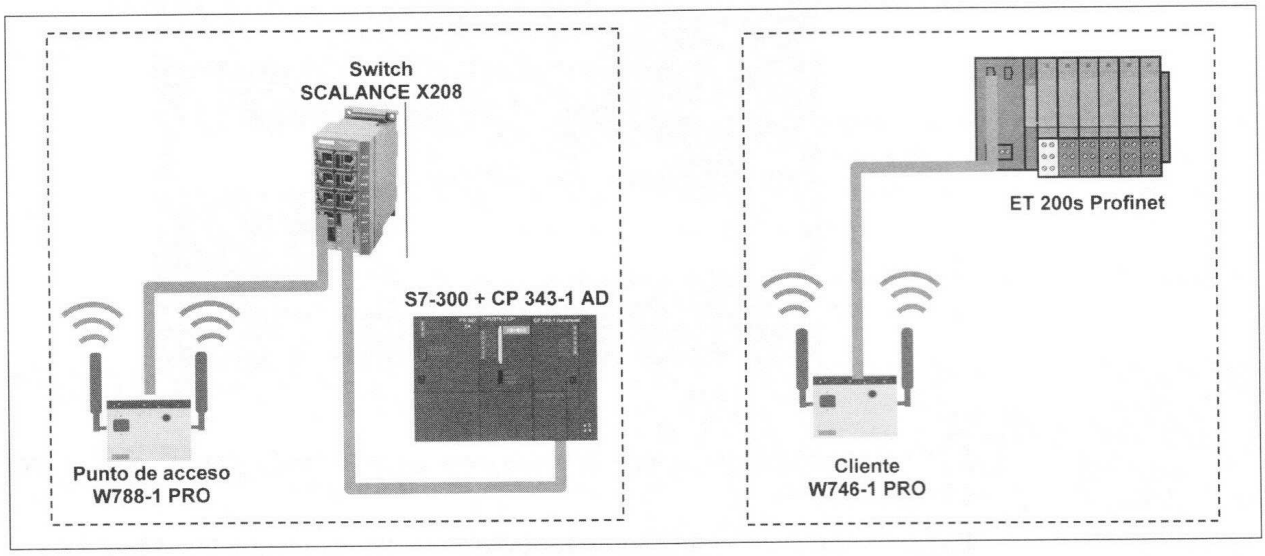


Figura 7.2.85

En donde el funcionamiento del proceso programado en el PLC S7-300 y que interacciona con la ET 200S, deberá ser el mismo que el del ejercicio desarrollado en el apartado 5.2., en el que tan sólo se han configurado los equipos Wireless y se ha realizado una conexión diferente.

7.2.4 Diagnóstico de la red y de los componentes

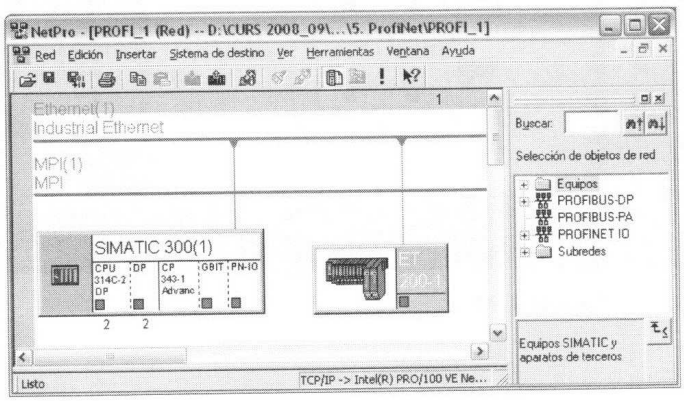


Figura 7.2.86

Con el proyecto de STEP 7 abierto, acceder a NetPro desde el icono correspondiente.

Seleccionando la red Ethernet(1) que corresponde a la red Industrial Ethernet del proyecto (PROFINET), elegir la opción "PROFINET IO Topología...".

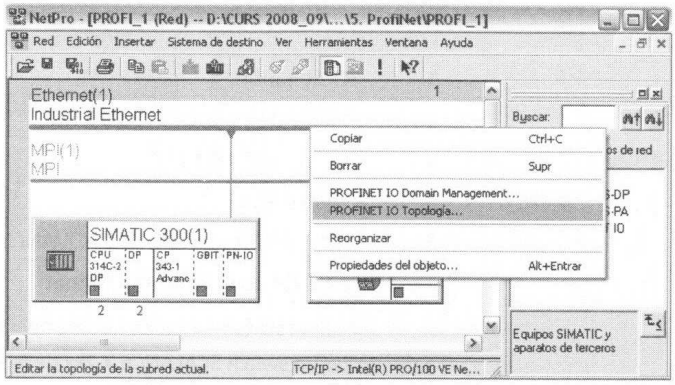


Figura 7.2.87

Aparecerá la siguiente nueva ventana.

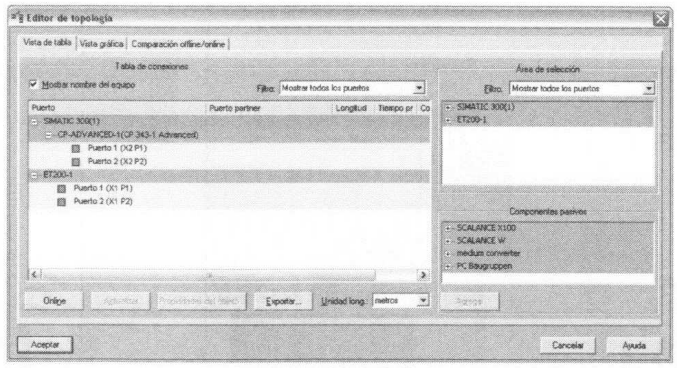


Figura 7.2.88

Si lo visualizamos gráficamente a través de la pestaña "Vista gráfica", observamos (figura 7.2.89).

En donde se pueden ir incorporando otros componentes integrantes de la red, como el switch SCALANCE, los módulos SCALANCE Wíreless, etc.., que encontraremos en la ventana inferior derecha con el título "Componentes pasivos. Para ello, se deberá desplegar el grupo correspondiente (figura 7.2.90).

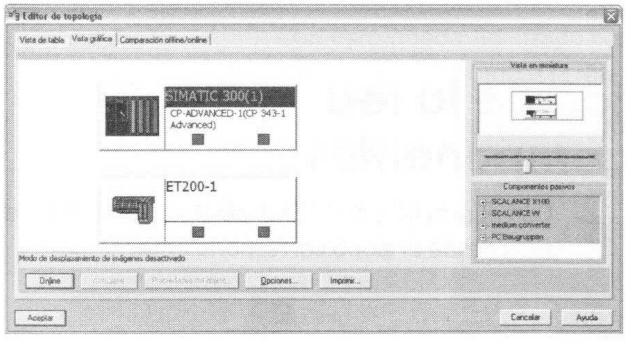


Figura 7.2.89

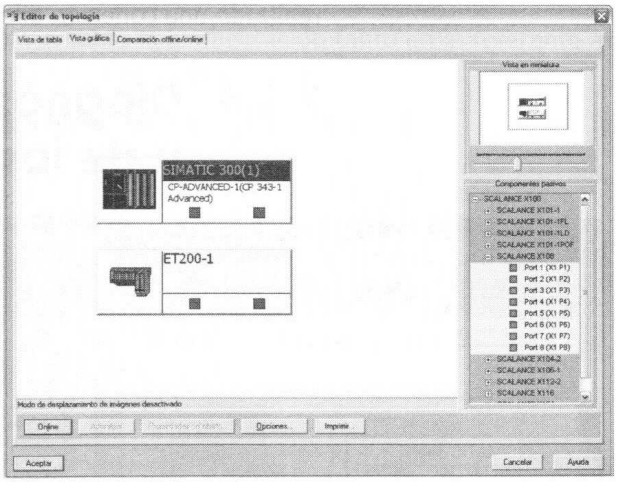


Figura 7.2.90

y, tras elegir el componente adecuado, arrastrarlo hasta la zona gráfica (figura 7.2.91).

Y así con el resto de componentes de nuestra red, obteniendo (figura 7.2.92).

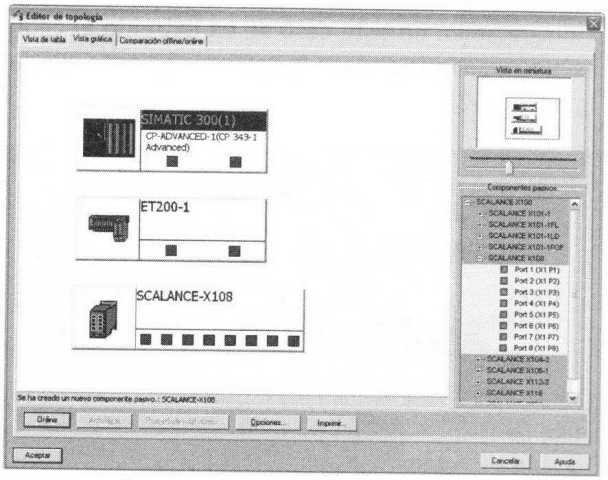


Figura 7.2.91

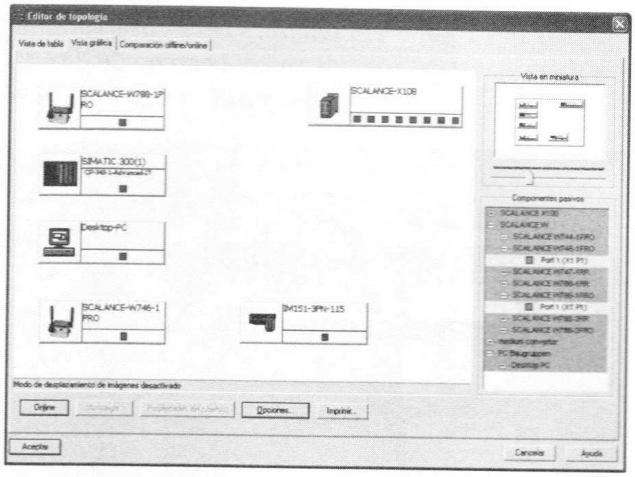


Figura 7.2.92

Tras la inserción de todos los componentes, debemos realizar el cableado de nuestra red. Para ello, pulsamos dentro del puerto (cuadro verde) de un dispositivo y arrastrando lo enlazamos con el puerto del otro dispositivo, y así con todos hasta construir la siguiente estructura (figura 7.2.93).

En donde cada vez que se realice una conexión aparecerá una ventana informativa parecida a la que se presenta a continuación (figura 7.2.94).

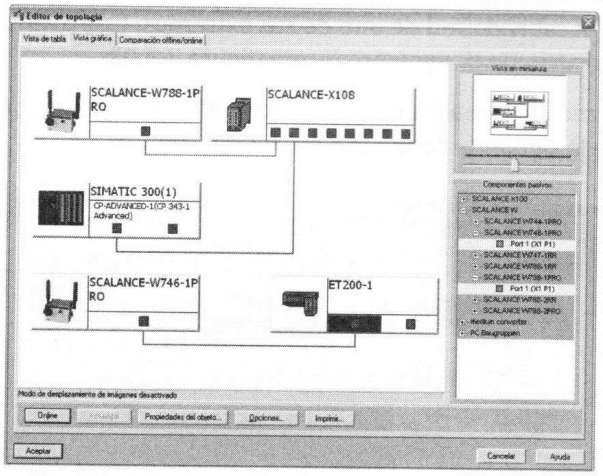


Figura 7.2.93

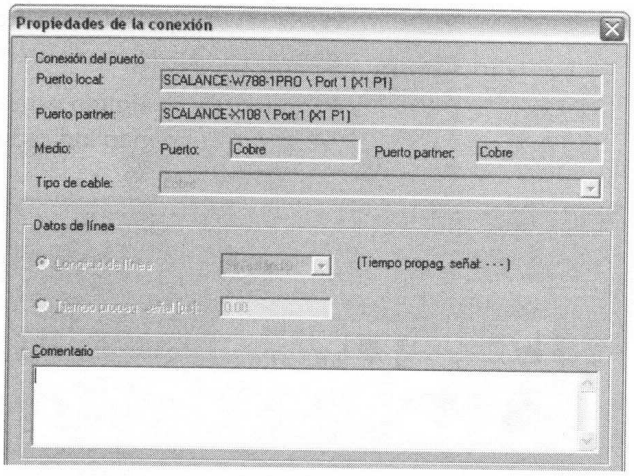


Figura 7.2.94

Cerramos la ventana informativa pulsando el botón "Aceptar".

Al pulsar el botón "Online" de la ventana de configuración de la red y, después de realizar la consulta,

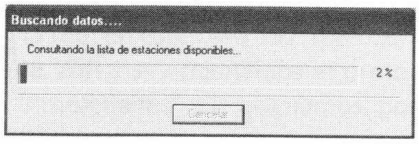


Figura 7.2.95

aparece el diagnóstico de la red, en donde se observa el correcto funcionamiento de la red configurada y la de sus componentes (figura 7.2.96).

En el caso de producirse un error, bien en la red o bien en un dispositivo, éste quedaría indicado en el sistema gráfico. Cada vez debemos actuar sobre el botón "Actualizar" para observar el último diagnóstico. En este caso se ha extraído el cable de red del equipo CP 343-1 Advanced IT, produciéndose la correspondiente avería, indicada de la siguiente forma (figura 7.2.97).

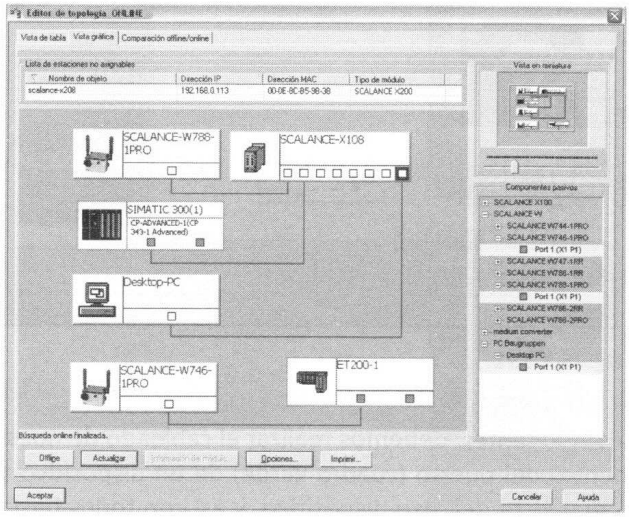


Figura 7.2.96

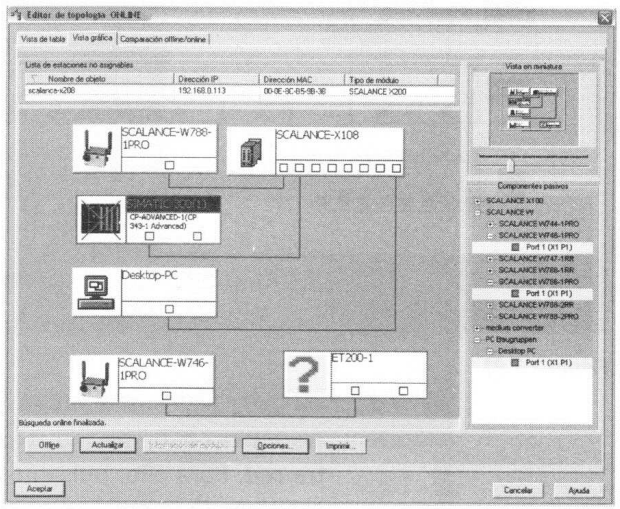


Figura 7.2.97

Un segundo caso es que el dispositivo ET 200S (IM151-3PN-115) quede desconectado de la red. Para ello, se extrae el cable de red de uno de sus extremos. Esta avería quedará indicada en el sistema gráfico de la siguiente forma (figura 7.2.98).

Para dar por finalizado este diagnóstico, realizamos la desconexión del ordenador de la red, quedando indicado de la siguiente forma (figura 7.2.99).

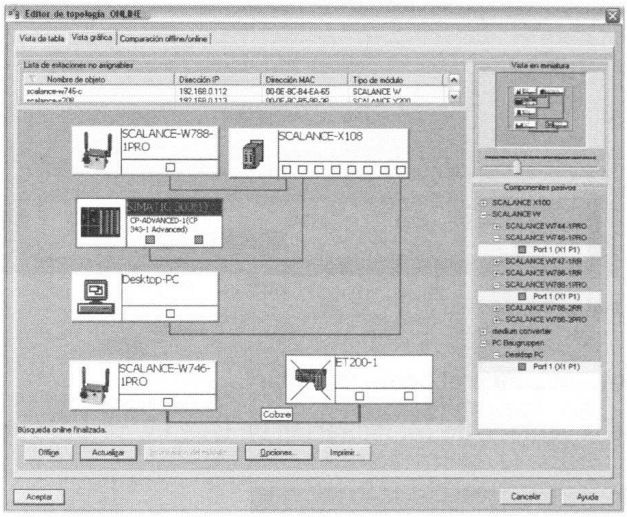


Figura 7.2.98

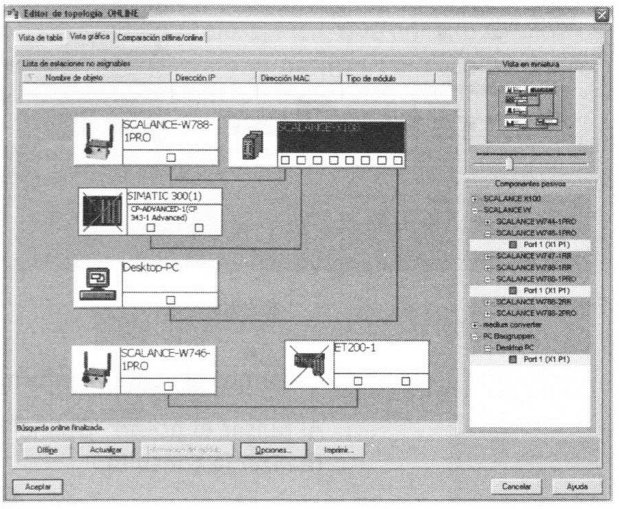


Figura 7.2.99

Podemos observar el diagnóstico desde las otras dos pestañas, como son:

- **Vista de tabla**

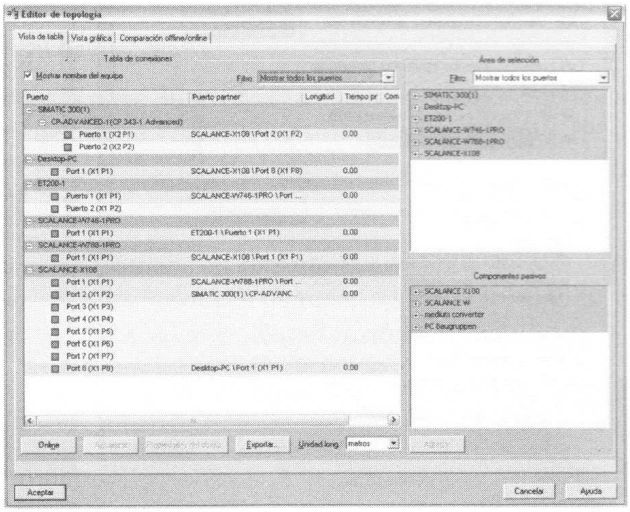


Figura 7.2.100

- **Comparación offline/online**

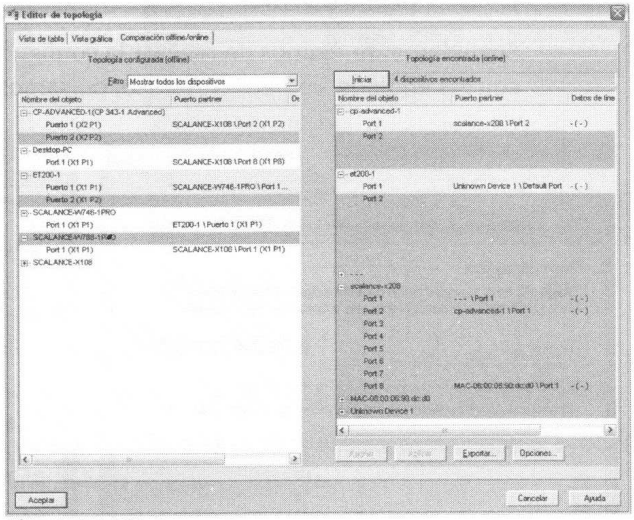


Figura 7.2.101

Tras la espera de algunos segundos después de pulsar el botón "Iniciar", aparece:

7.2.5 Conexión inalámbrica desde un ordenador con conexión WIFI

En primer lugar, se deberá configurar la tarjeta Wifi del ordenador para que disponga de una dirección IP que se encuentre dentro del rango de las direcciones IP de los equipos que configuran la red, en este caso 192.168.0.x. Para ello, entramos en la configuración de la tarjeta Wifi y seleccionamos el protocolo TCP/IP. Posteriormente, pulsamos el botón "Propiedades" y le asignamos, por ejemplo, la dirección IP 192.168.0.20 (figura 7.2.102).

Y la correspondiente máscara de subred, pulsando el botón "Aceptar" para finalizar (figura 7.2.103).

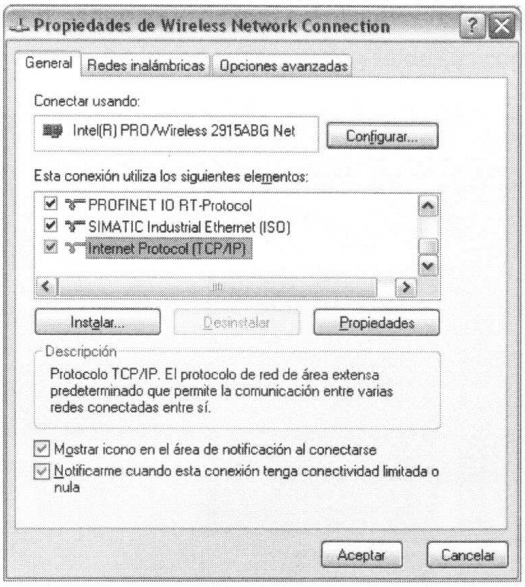


Figura 7.2.102

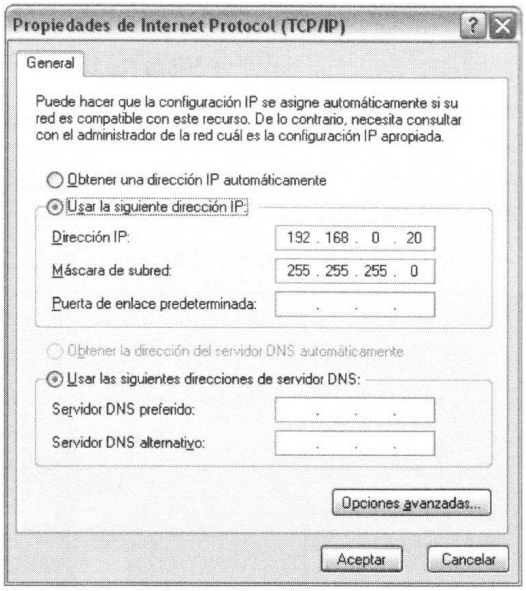


Figura 7.2.103

A continuación, elegimos la pestaña "Redes inalámbricas". Aparecerá la siguiente ventana (figura 7.2.104).

Seguidamente, hemos de realizar la configuración para nuestra red Wifi construida con los equipos Siemens. Para ello, pulsamos el botón "Agregar..." (figura 7.2.105).

Figura 7.2.104

Figura 7.2.106

Completando en primer lugar el nombre de la red que se ha dado en la configuración de los equipos Scalance. En nuestro caso hay que recordar que fue "Siemens Wireless Network" (figura 7.2.106)

En donde, a parte del nombre de red, tenemos que configurar las siguientes opciones:

Autenticación de red : Compartida
Cifrado de datos: WEP
Clave de red: IESPA
Confirmar clave de red: IESPA

En donde IESPA es la clave de red que también se configuró en los equipos SCALANCE, tanto punto de acceso W788-1PRO como el cliente W746-1PRO.

Para finalizar la configuración guardando ésta, pulsamos el botón "Aceptar" en las dos últimas ventanas.

Ahora estamos en disposición de conectarnos a la red vía Wifi desde el ordenador. Para ello, realizaremos la búsqueda de redes inalámbricas a nuestro alcance y debe aparecer la red "Siemens Wireless Network" (figura 7.2.107).

Figura 7.2.106

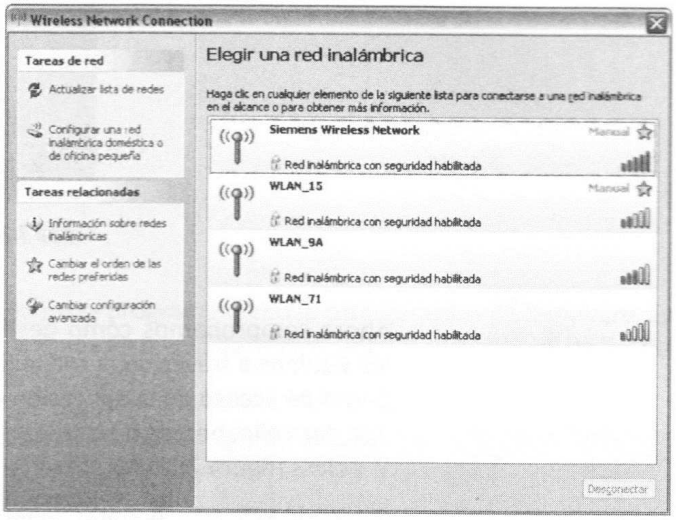


Figura 7.2.107

La seleccionamos y pulsamos el botón "Conectar" (figura 7.2.108).

Se abrirá una ventana en la que ya aparece la "Clave de red" configurada anteriormente como era "IESPA" (figura 7.2.109).

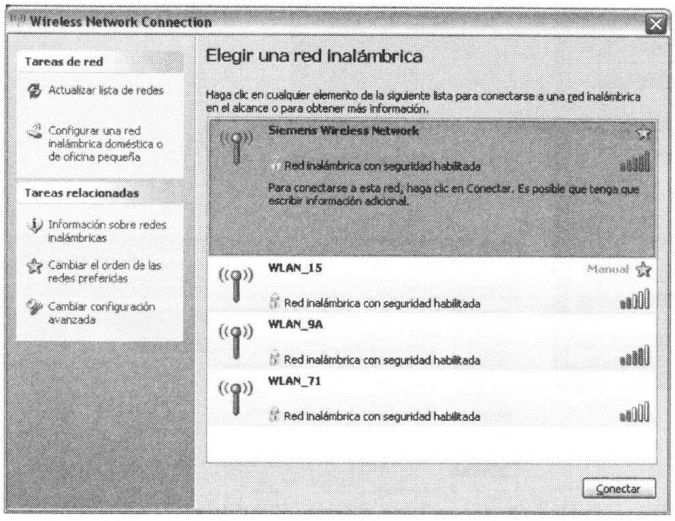


Figura 7.2.108

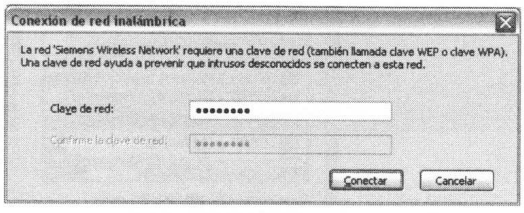


Figura 7.2.109

Pulsamos el botón "Conectar". Aparece una ventana en donde se ha de esperar hasta realizar la conexión (figura 7.2.110).

Hasta que aparece la ventana en donde se observa cómo la red está conectada (figura 7.2.111).

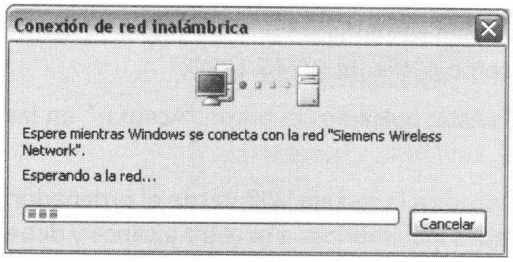


Figura 7.2.110

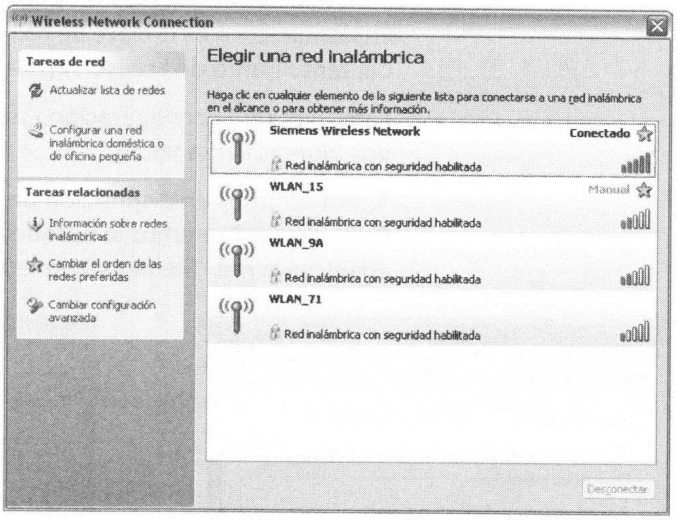


Figura 7.2.111

Ahora comprobamos cómo desde STEP 7 podemos realizar la comunicación con los equipos a través de la red inalámbrica. Previo a ello, se debe comprobar que el punto de acceso de la aplicación está direccionado hacia la tarjeta wifi del ordenador. Para ello, hemos de ir a "Ajustar interfaz PG/PC" y seleccionar la tarjeta TCP/IP Wireless (figura 7.2.112).

Pulsando el botón "Aceptar" para finalizar la configuración, aparece una ventana de advertencia que cerraremos mediante el botón "Aceptar"(figura 7.2.113).

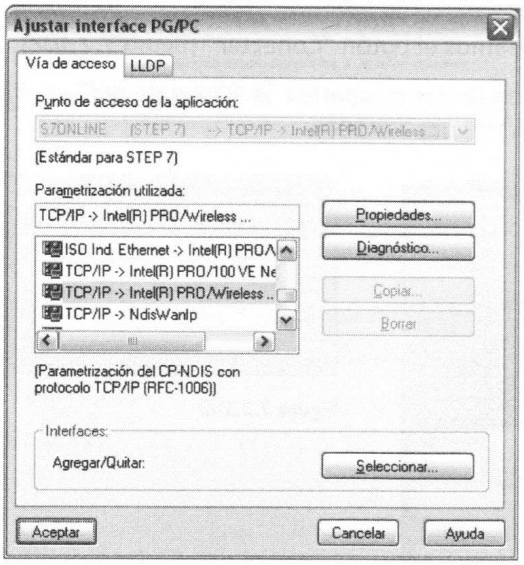


Figura 7.2.112

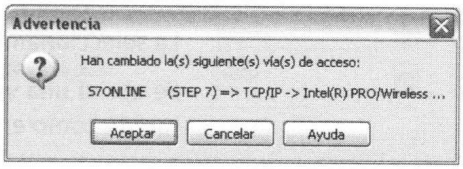


Figura 7.2.113

Ahora podemos observar las estaciones accesibles desde el Administrador Simatic a través del icono :

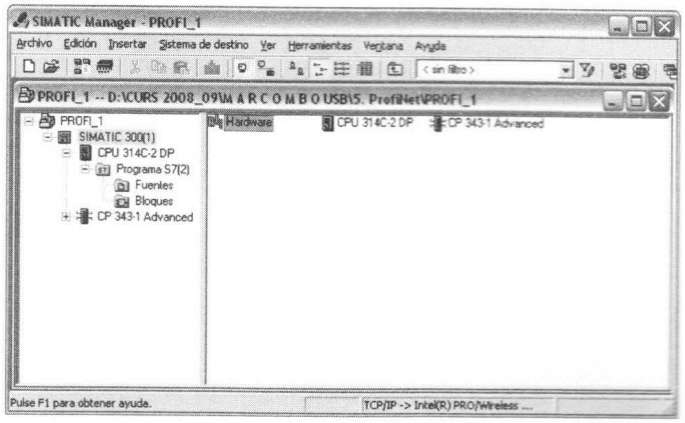
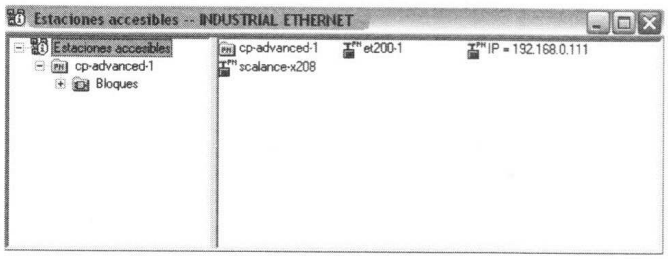


Figura 7.2.114



Aparecerá la siguiente ventana.

Figura 7.2.115

También podemos enviar tanto el programa como la configuración de hardware. Es normal que aparezca una ventana en la que debemos elegir la dirección IP de la CPU destino, en nuestro caso la 192.168.0.50:

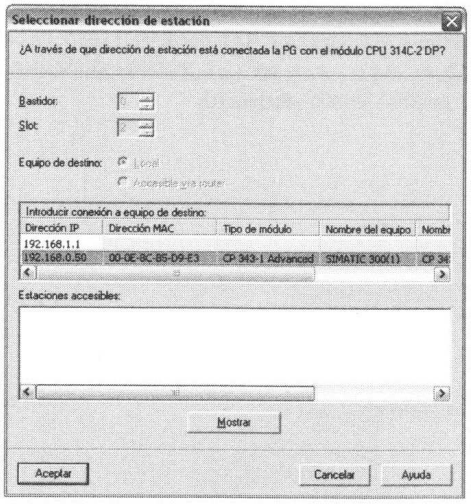


Figura 7.2.116

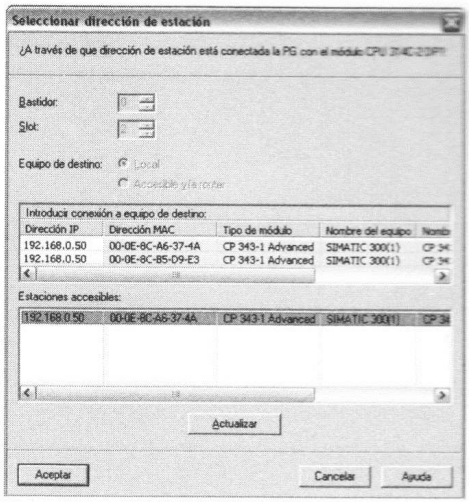
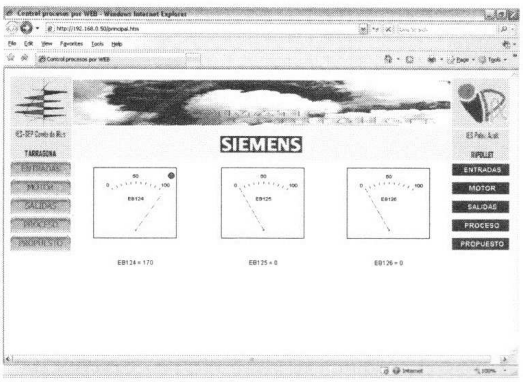


Figura 7.2.117



También observamos como podemos entrar en el webserver de la CP343-1 Advance y visualizar sus páginas web configuradas.

Figura 7.2.118