

IEC 61850

[M4.1] Grupo E3: Especificación común nacional española para subestaciones IEC 61850

Jesús Torres Tenor – jesus.torres@fcirce.es
Diciembre de 2017

ÍNDICE

1. Introducción
2. Topología de red de área local para el bus de subestación
3. Ingeniería, explotación y mantenimiento
4. Servicios de comunicaciones
5. Bus de proceso



1. Introducción

Objetivo de la norma IEC 61850 □ INTEROPERABILIDAD

- El carácter abierto de IEC 61850 en algunos puntos permite múltiples interpretaciones.
- Esto afecta al objetivo de interoperabilidad
- Es por ello que las principales compañías eléctricas españolas crean un grupo de trabajo común en el estándar

GRUPO E3 – *Spanish
Electricity Companies for
Studies on IEC 61850*

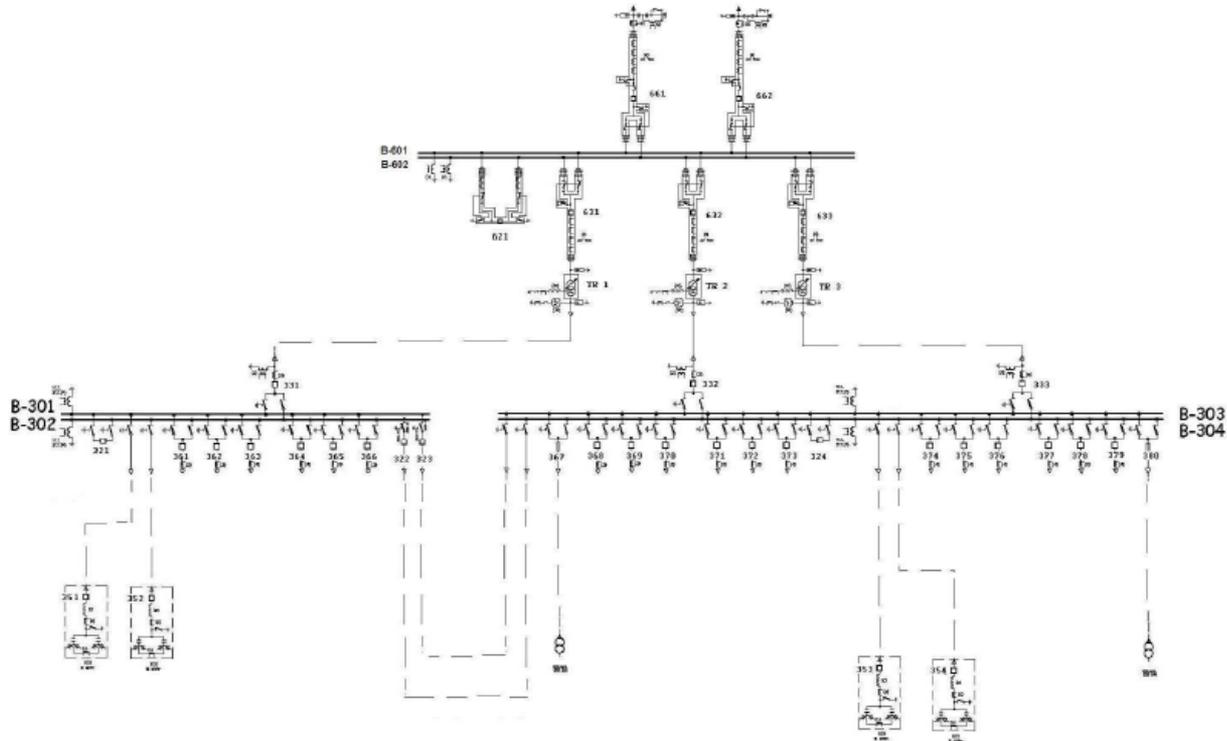


Documento E3: *Minimum common specification for SAS equipment in accordance with IEC 61850 standard (2010)*

1. Introducción

Metodología del documento E3 – Topología de doble barra a doble barra

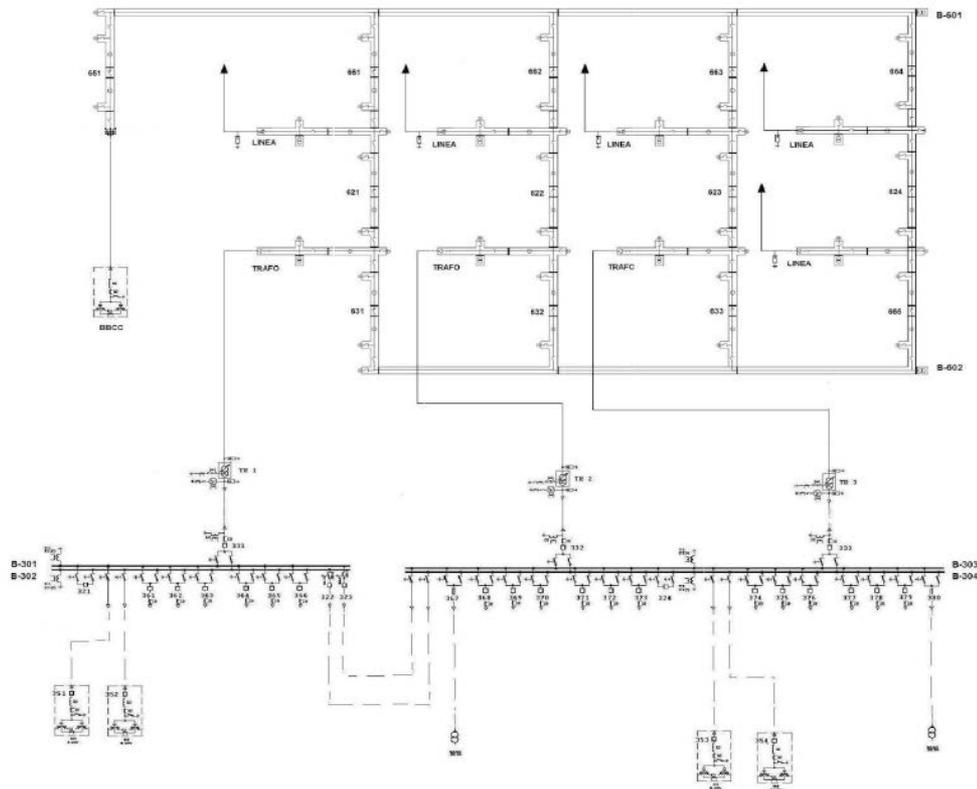
- Típica de instalaciones de distribución



1. Introducción

Metodología del documento E3 – Topología de interruptor y medio a doble barra

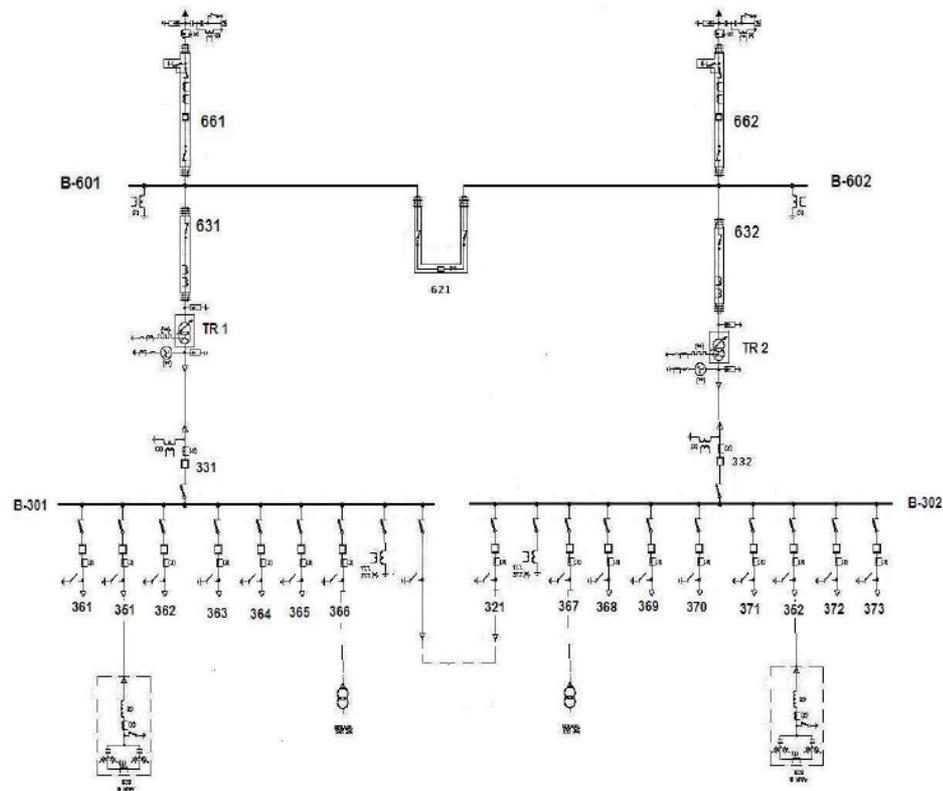
- Típica en las redes de transmisión



1. Introducción

Metodología del documento E3 – Topología en H

- Típica de instalaciones de distribución



1. Introducción

Metodología del documento E3 – Tipos de IEDs

- **IED de nivel 0:** captura y envío de información de campo
- **IED de nivel 1:** asociados a una posición concreta. Gestionan enclavamientos y funciones de control, protección y medida
- **IED de nivel 2:** funciones generales de la subestación (SCADA a nivel de subestación, lógicas generales, gestor de configuración y Gateway)
- **Switch Ethernet:** nodos de la red LAN



1. Introducción

Funcionalidades a nivel eléctrico

- 6 criticidades y 3 niveles de tensión distintos (AT, MT y Transformadores):

1. **Criticidad I:** control y acceso remotos
2. **Criticidad II:** sistemas de protección
3. **Criticidad III:** enclavamientos
4. **Criticidad IV:** medidas
5. **Criticidad V:** circuitos de disparo del interruptor
6. **Criticidad VI:** sampled values



Aumento de criticidad

2. Topología de red de área local para el bus de subestación

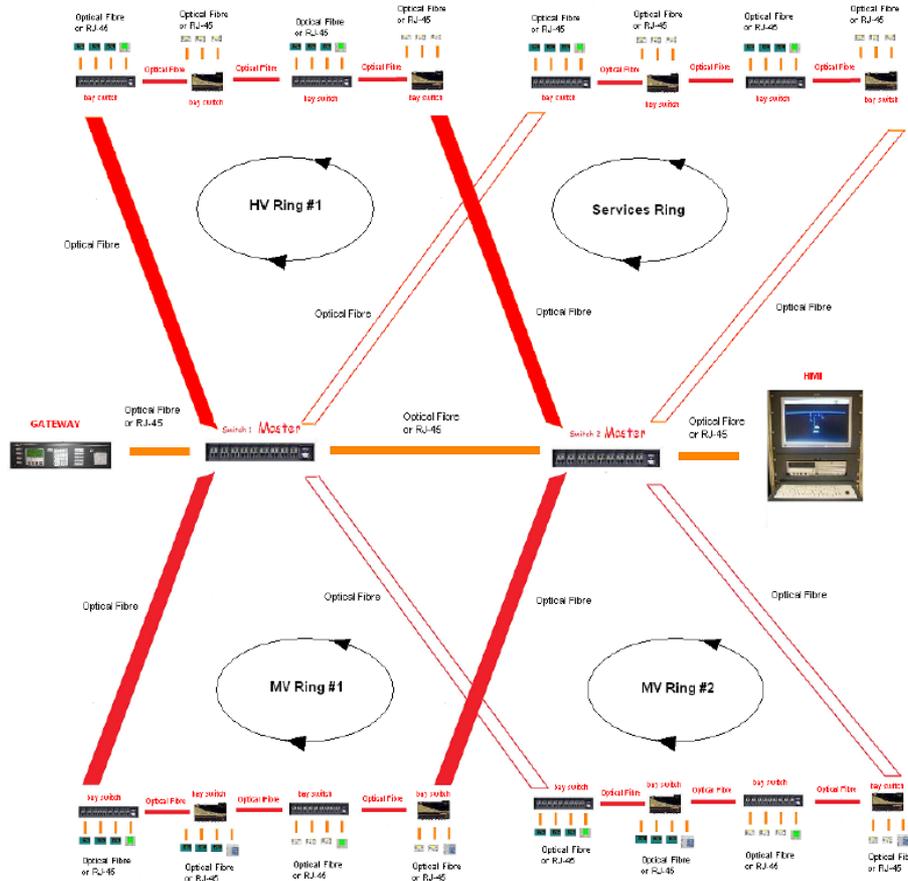
Topología en collar de anillos / switch máster redundante

- Se parte de un anillo simple fragmentado en anillos más pequeños debido a su tamaño
- Los anillos generados se comunican entre sí por medio de **switches máster**
- Por lo general:
 - Un switch por posición conectado al siguiente por medio de fibra óptica
 - El primer switch de la cadena conectado al switch máster
 - El último switch de la cadena conectado al switch máster redundante
- La redundancia garantiza rutas físicas en caso de fallo de algún equipo



2. Topología de red de área local para el bus de subestación

Topología en collar de anillos / switch máster redundante



Topología óptima en:

- Configuración doble barra a doble barra
- Configuración en H



2. Topología de red de área local para el bus de subestación

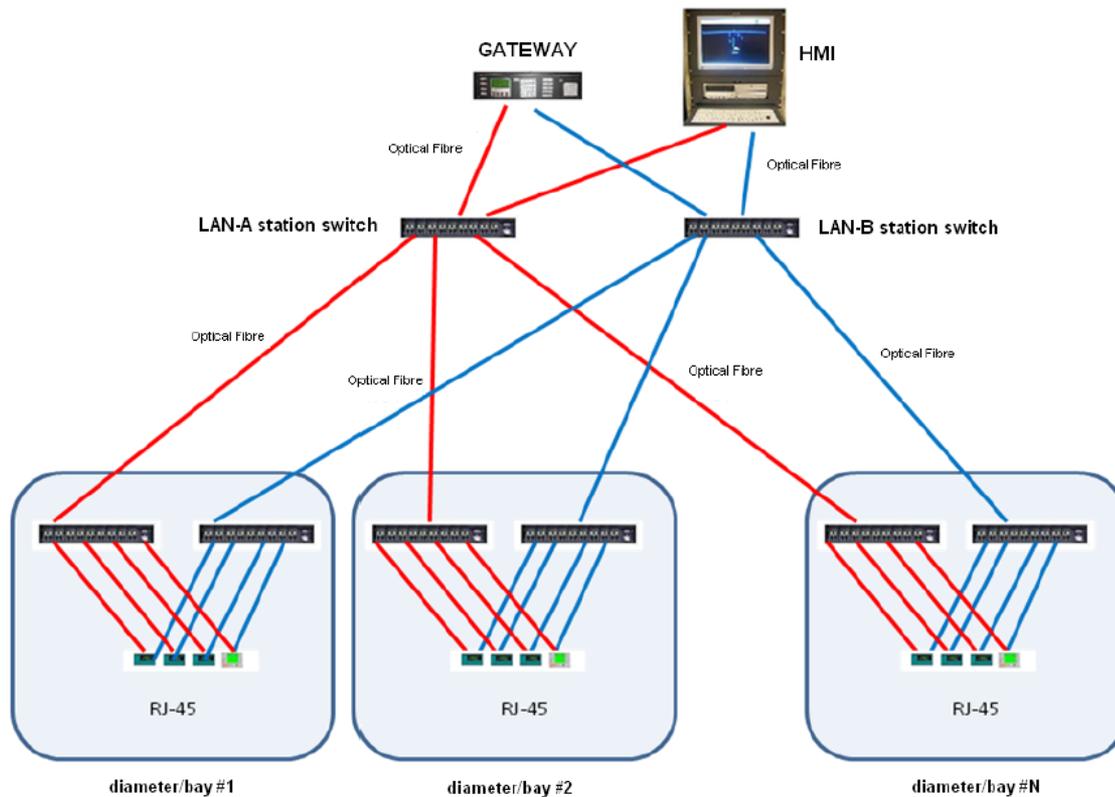
Topología en doble estrella redundante

- Dos redes LAN en estrella cerradas e independientes
- Cada IED necesita dos puertos Ethernet para conectarse a las LAN
- No existe un camino directo entre posiciones. Para ello habrá que subir hasta los switches de subestación
- Protocolo PRP (IEC 62439) para un tiempo de recuperación instantáneo ante fallos



2. Topología de red de área local para el bus de subestación

Topología en doble estrella redundante



Topología óptima en:

- Configuración de interruptor y medio a doble barra



3. Ingeniería, explotación y mantenimiento

Principios básicos de configuración de equipos

- Configuración completa de IEDs mediante ficheros .CID
- Dos partes para cada fichero de configuración:
 - **Estándar**: funciones modeladas según IEC 61850
 - **Propietaria**: objetivo E3 ELIMINARLA
- Extensiones del modelo SCL:
 - **Uso de objetos *InRef***: LNs para funciones de control
 - **Lógicas de control**: mediante objetos *InRef* y nodos GGIO
 - **Cliente GOOSE**: información modelada mediante GGIO
- Estructura de ficheros:
 - \SCL\validated
 - \SCL\notvalidated



3. Ingeniería, explotación y mantenimiento

Proceso de configuración del IED

- Carga por FTP
- Carga por **puerto USB**: memoria USB
 - Descarga del fichero si la memoria está vacía
 - Carga en \notvalidated si hay un único CID
 - Ninguna acción en cualquier otro caso
- Carga mediante **servicios ACSI**
- *LoadMod* para evitar cargas no deseadas
 - *Indifferent*: siempre acepta la carga
 - *Upload*: acepta la carga temporalmente
 - *Protected*: no se acepta la carga
- *ValActAuto* para control de validación y activación de CIDs
 - *Automatic*: modo automático
 - *Controlled*: mediante servicios ACSI



3. Ingeniería, explotación y mantenimiento

Direccionamiento IP

- Direccionamiento IP estático, de acuerdo a los criterios de las distintas compañías del grupo E3
- Posibilidad de configuración mediante el display frontal y la botonera de los IED

Gestión de versiones

- DA *configRev* y *paramRev* del DO *NamPlt* en el nodo lógico LLN0
- Identifica versión de parametrización y configuración



4. Servicios de comunicaciones

GOOSE

- Capacidades mínimas {
 - Publicación: al menos 8 mensajes diferentes
 - Suscripción: al menos a 64 publicadores
- Parámetros *maxTime* y *minTime* para control de retransmisión de mensajes
- La validación de mensajes suscritos depende de la dirección MAC de destino y de alguno (o todos) de los parámetros:
 - GOOSE Control Block Reference
 - DataSet Reference
 - Contenido esperado del data set
 - Application ID
 - GOOSE ID
 - ConfRev
 - Needs Commissioning



4. Servicios de comunicaciones

Sampled Values

- Se emplean las definiciones de la IEC 61850-9-2 Lite Edition:
 - Un dispositivo lógico MU por cada 8 magnitudes eléctricas
 - Cada MU contendrá LNs de tipo TVTR y TCTR
 - Cada MU contendrá un MSVCB01 con un periodo de 80 muestras
 - Se podrán incluir más bloques de control: MSVCB02, USVCB01, USVCB02, etc.



4. Servicios de comunicaciones

Report

- Se consideran clientes potenciales del servicio de Report:
 - 7 clientes = 14 RCB (7 buffered y 7 unbuffered)
 - Implica un máximo de 14 data sets para señalización y teledatada
- Reports con capacidad para 512 y 2048 atributos
- Cada RCB sólo se podrá asignar como máximo a un cliente al mismo tiempo



4. Servicios de comunicaciones

Control

- Se contemplan los 5 modos de control descritos por la norma IEC 61850

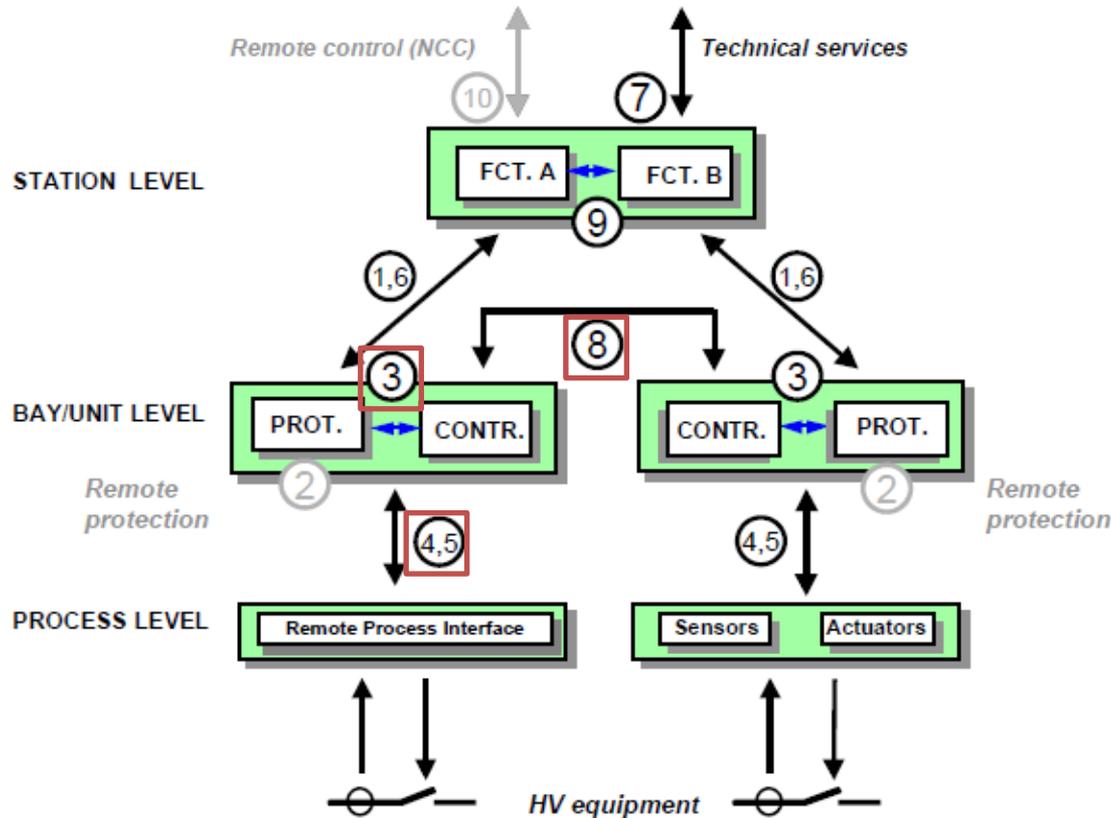
Proceso de test

- Los IEDs admitirán el modo test IEC 61850
- Cualquier equipo que no trabaje en modo test ignorará los mensajes recibidos con el flag de test activo
- Cualquier equipo en modo test ignorará los mensajes recibidos de posiciones en modo de funcionamiento normal



5. Bus de proceso

Interfaces lógicas definidas por la norma IEC 61850:



Bus de proceso:

- Interfaz 3: intercambio de datos en el nivel de posición
- Interfaz 4: intercambio de información instantánea de los TTs y Tis entre los niveles de proceso y posición (SV)
- Interfaz 5: intercambio de datos de control entre los niveles de proceso y posición (GOOSE)
- Interfaz 8: intercambio directo de datos entre posiciones, especialmente en el caso de funciones rápidas (enclavamientos)



5. Bus de proceso

Bus de proceso

- Abarca IEDs de nivel 0 y 1
- Mensajes de tipo **GOOSE** (Interfaz 5) y **Sampled Values** (Interfaz 4)
- El bus de proceso provee de recursos específicos para el tráfico de las interfaces 3, 4, 5 y 8 (crítico), optimizando **latencia** y **fiabilidad**
- Una red de comunicaciones con bajo rendimiento puede tener las mismas consecuencias que el fallo de algún componente



5. Bus de proceso

Fiabilidad del bus de proceso

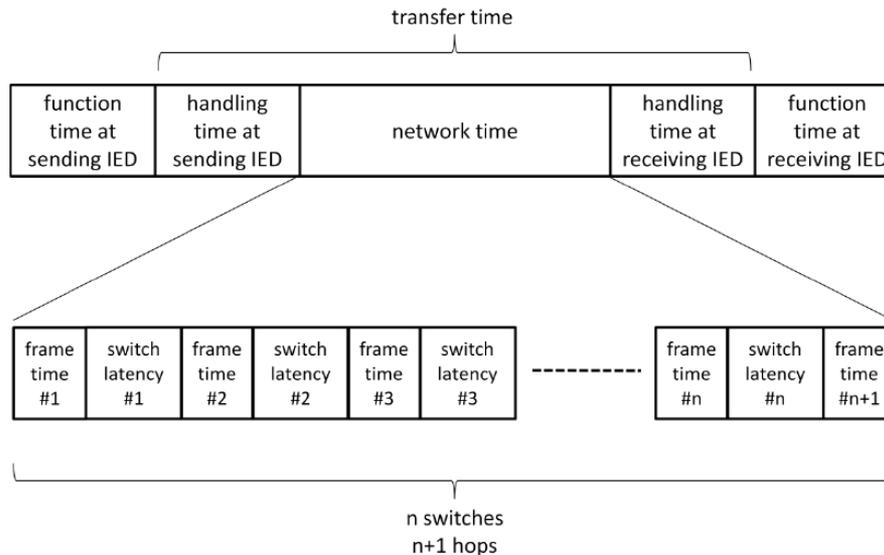
- IEC 61850 pasa de red de cable de cobre a equipos de comunicaciones intermedios
Pueden aparecer fallos
- Forma de solventar los fallos Redundancia de equipos en sistemas y procesos críticos
- En el bus de proceso, la redundancia implica doblar IEDs de nivel 0
- La redundancia física total es inviable (coste económico y complejidad) Se emplean protocolos de enlace como PRP y HSR



5. Bus de proceso

Rendimiento del bus de proceso – Tiempo de transferencia

Tiempo de procesado (IED origen) + Tiempo de procesado (IED destino) + Tiempo de transferencia a través de la red



5. Bus de proceso

Rendimiento del bus de proceso – Tiempo de transferencia

- Los **tiempos de procesado** en los IEDs son **independientes del diseño de la red**.
 - Podrán reducirse empleando IEDs con mejores especificaciones (velocidad de procesado de la CPU, uso de tarjetas de red dedicadas, etc.)
- El **tiempo de transferencia depende del diseño de la red**, aumentando a medida que aumenta el número de saltos (switches) necesarios entre dos IEDs
 - Podrá reducirse escogiendo una topología adecuada o eligiendo equipos intermedios con mejores prestaciones.



5. Bus de proceso

Rendimiento del bus de proceso – Mensajes unicast vs multicast

- **Tráfico unicast (SV):** la trama se envía a un único IED (conexión física o direccionamiento unicast)
 - Ventajas: no inunda la red de mensajes
 - Desventajas: no apto para aplicaciones punto-multipunto
- **Tráfico multicast (GOOSE y SV):** la trama llega a todos los IEDs
 - Ventajas: apto para aplicaciones punto-multipunto
 - Desventajas: algunos IEDs pueden recibir información no necesaria
- **Tráfico multicast selectivo (GOOSE y SV):**
 - Ventajas: la información llega sólo a un grupo de IEDs deseados
 - Desventajas: necesaria configuración específica (VLAN, prioridades, etc.)



5. Bus de proceso

Mapeo SV de funciones de nivel de proceso

- Requerimientos para transmisión SV: **alta fiabilidad, elevado rendimiento y tiempo de coherencia**
- Tiempo de coherencia: un IED destino debe conocer cuando las muestras de diferentes fuentes son simultáneas y, por lo tanto, pueden ser combinadas en cálculos
- Algunos protocolos para correlar eventos de control (SNTP) pueden ser insuficientes
- Grupo E3 especifica métodos para asegurar un tiempo de coherencia aceptable:
 - Muestreo síncrono de la fuente
 - Asumir un retardo limitado
 - Retardo fijo
 - Muestreo sincronizado mediante un reloj maestro



5. Bus de proceso

Alternativas de diseño del bus de proceso

Bus de proceso conmutado vs bus de proceso punto a punto

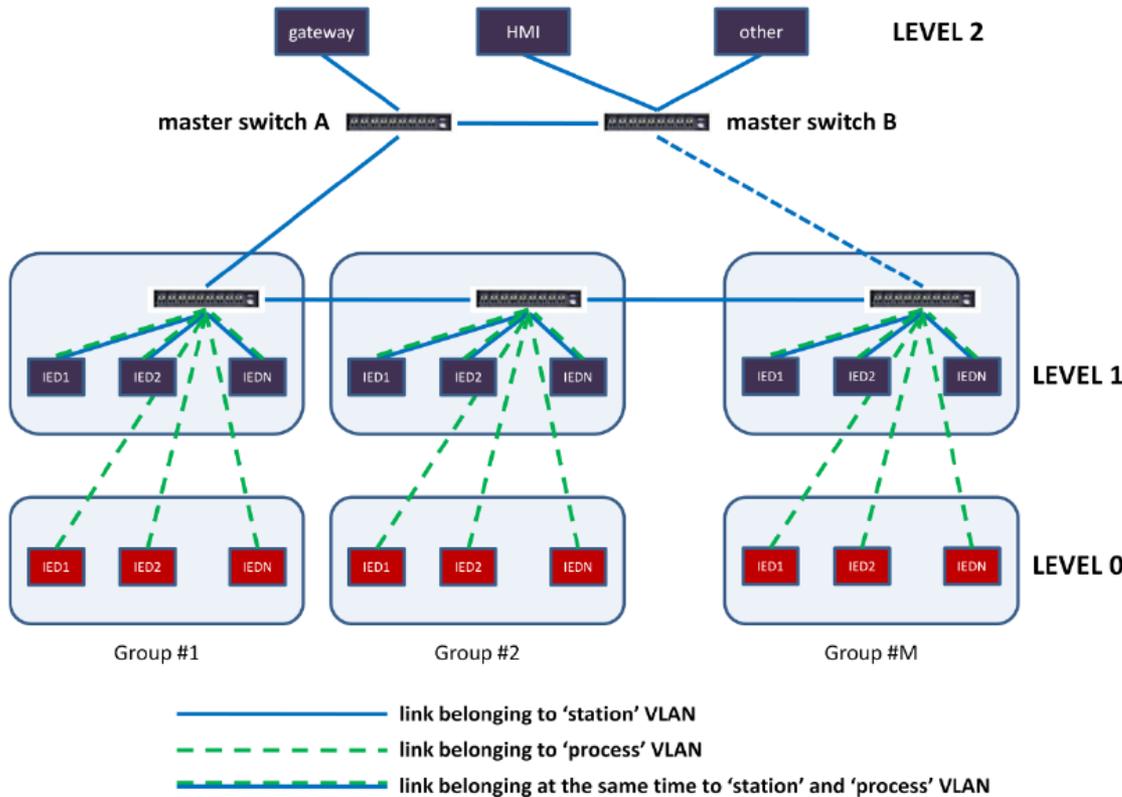
Bus de proceso segmentado vs bus de proceso no segmentado

Bus de proceso redundante vs bus de proceso no redundante



5. Bus de proceso

Ejemplos de arquitectura para el bus de proceso – Bus virtual



Alta fiabilidad

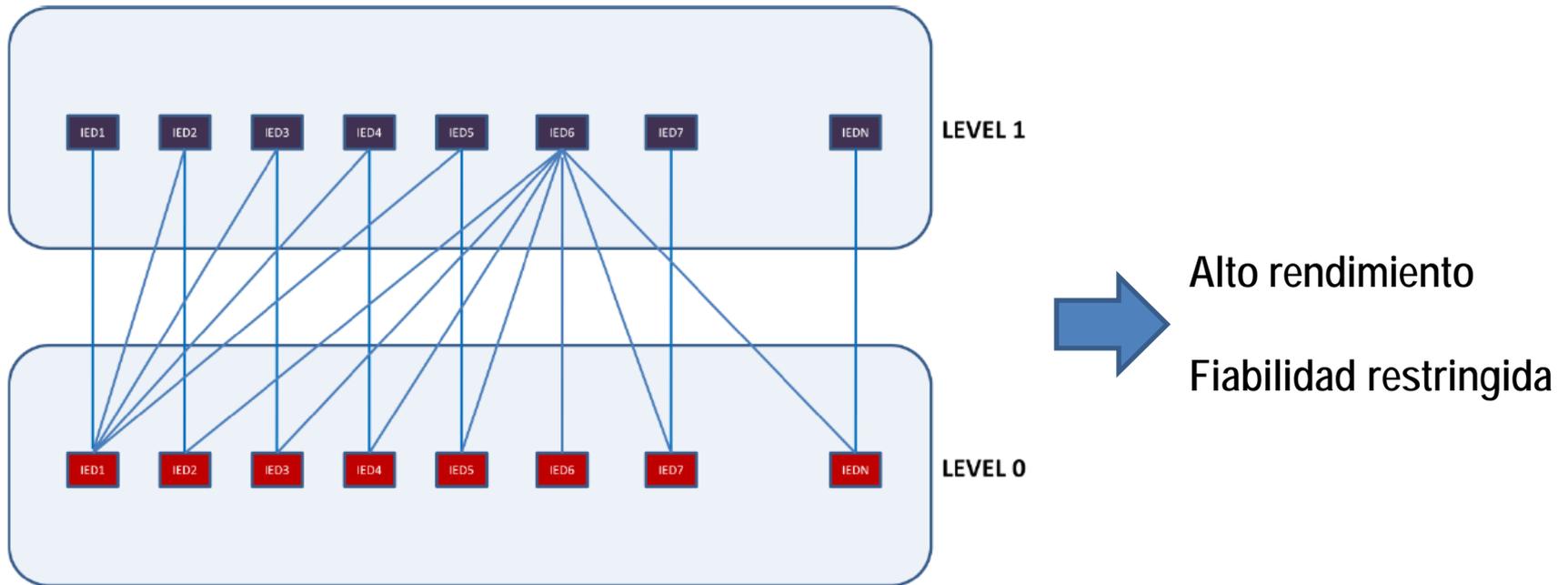
Peor rendimiento

Apropiada cuando no hay procesos mapeados en SV



5. Bus de proceso

Ejemplos de arquitectura para el bus de proceso – Conexiones no redundantes punto a punto con IEDs de nivel 0 no redundantes



Note: connections shown are physical

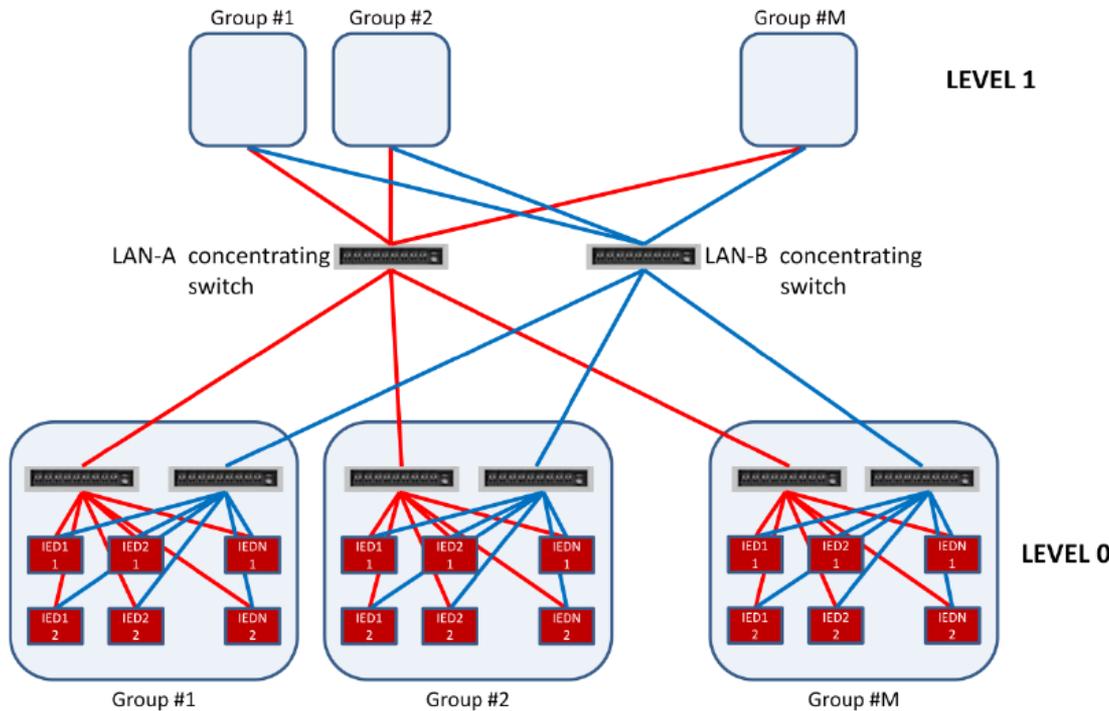


Alto rendimiento

Fiabilidad restringida

5. Bus de proceso

Ejemplos de arquitectura para el bus de proceso – Bus de proceso con IEDs de nivel 0 redundantes y redundancia de red



Gran rendimiento y fiabilidad

Coste económico superior



Gracias por su atención

Jesús Torres Tenor – jesus.torres@fcirce.es