



Norma IEC 61850

Josep Rafecas CITCEA-UPC
rafecas@citcea.upc.edu

Pau Lloret CITCEA-UPC
lloret@citcea.upc.edu



Contenidos

- Introducción
- Introducción a la norma IEC 61850
- Modelado abstracto de datos y funciones
- Configuración del sistema
- Mapeo de las comunicaciones según IEC 61850
- Otras funciones contempladas en la norma IEC 61850
- Extensión fuera de las subestaciones



Introducción

Introducción

- Automatización de subestaciones:
- En una subestación existen multitud de equipos de:
 - Protección
 - Medida
 - Control

Gran cantidad de fabricantes → Necesidad de estandarización

Cableado sensores /actuadores crítico → Bus de comunicaciones



Introducción

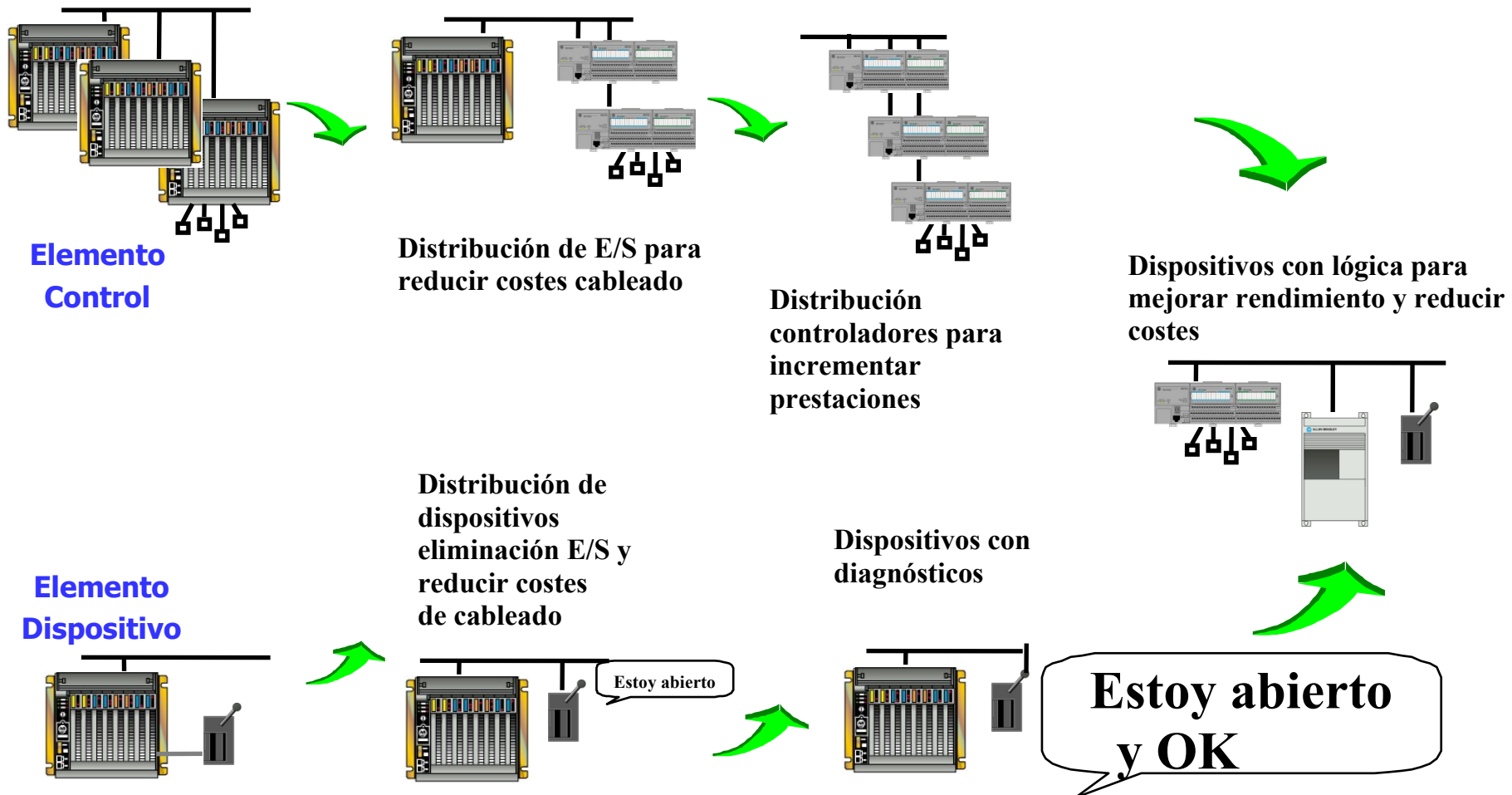
Introducción

- Redes inteligentes (SMART GRID):
 - Mejora de la calidad de suministro
 - Integración de la generación renovable en la red eléctrica
 - Necesidad de monitorización de los consumos
 - Nuevos modelos de negocio en el sector eléctrico



Introducción

Evolución de la automatización





Introducción

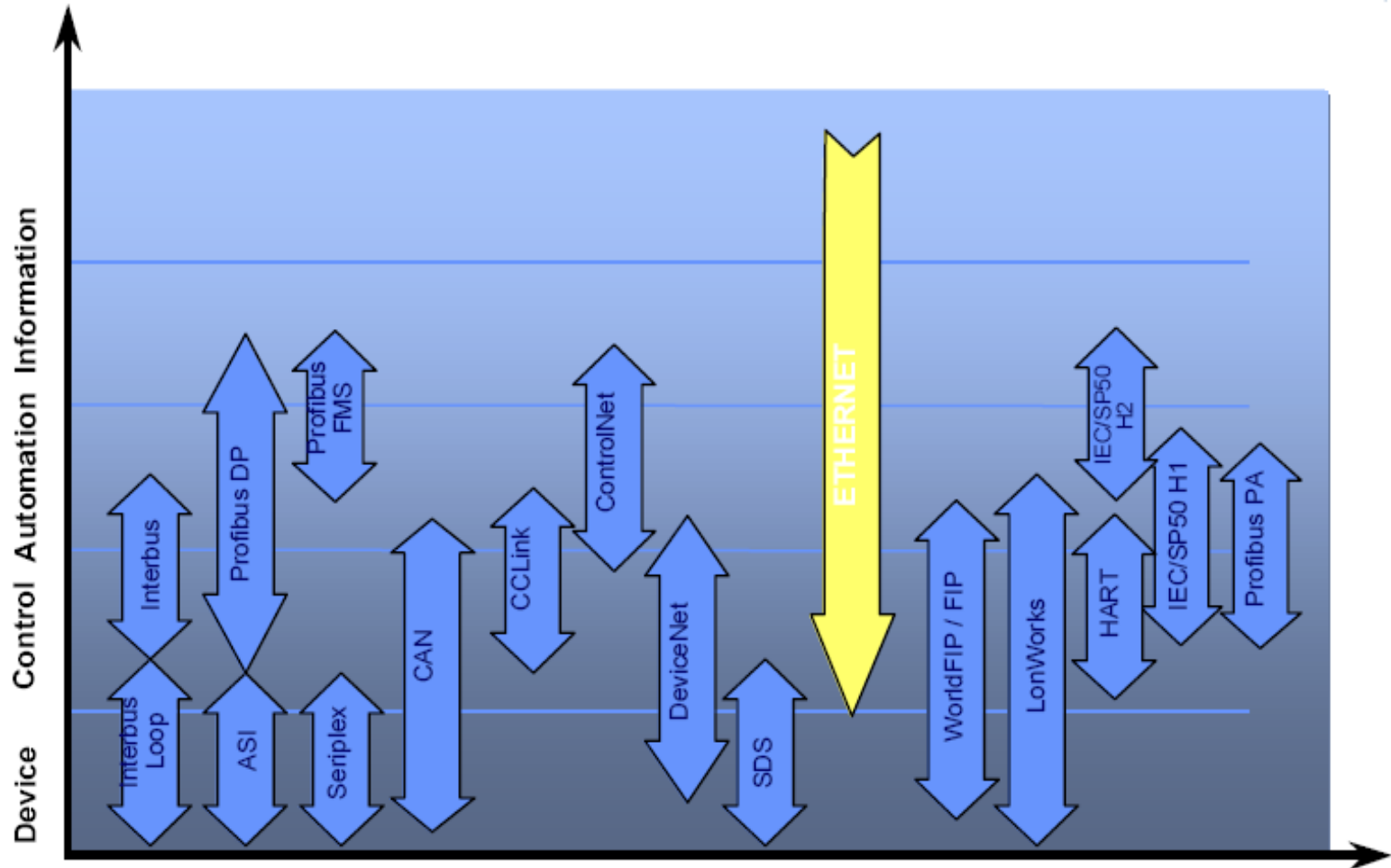
Beneficios comunicaciones

- Menor cableado
- Flexibilidad
- Ampliación o modificación más simple
- Configuración y puesta en marcha
- Diagnósticos
- Funcionalidad ampliada
- Mantenimiento



Introducción

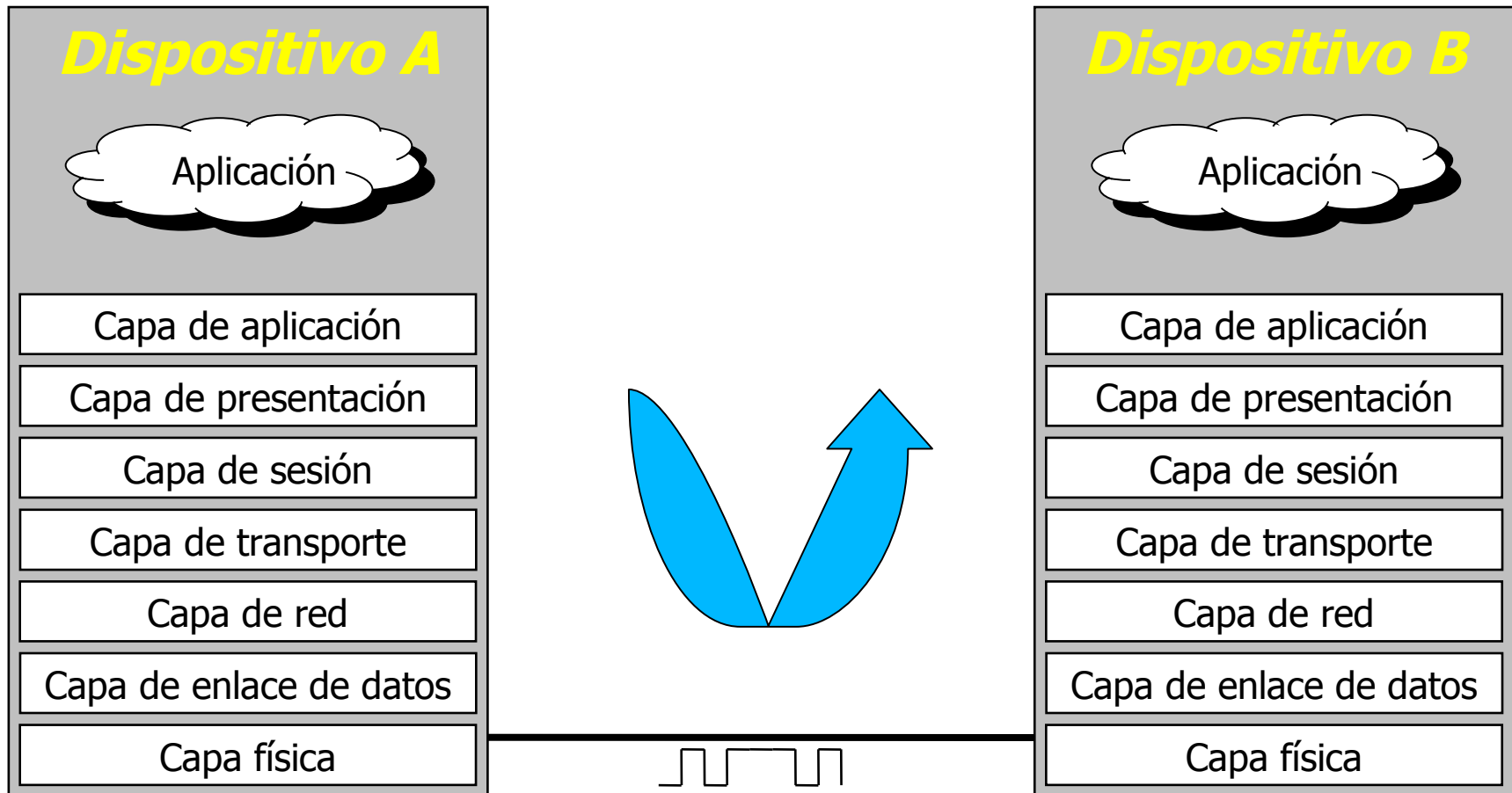
Integración de las comunicaciones





Introducción

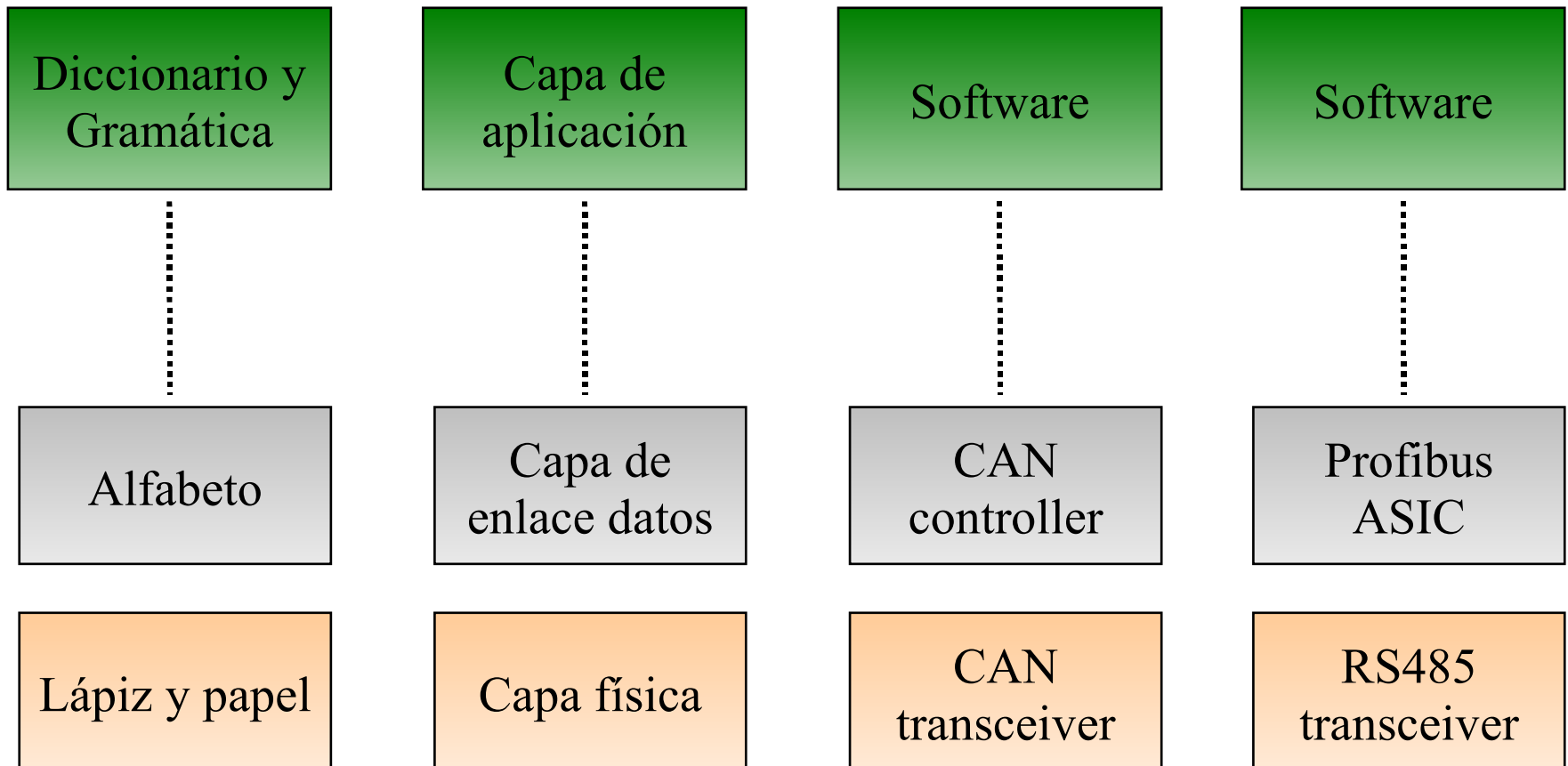
Flujo de los datos





Introducción

Analogía capa de aplicación



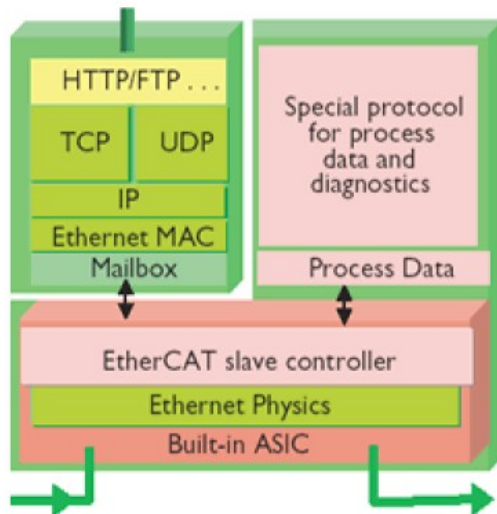


Introducción

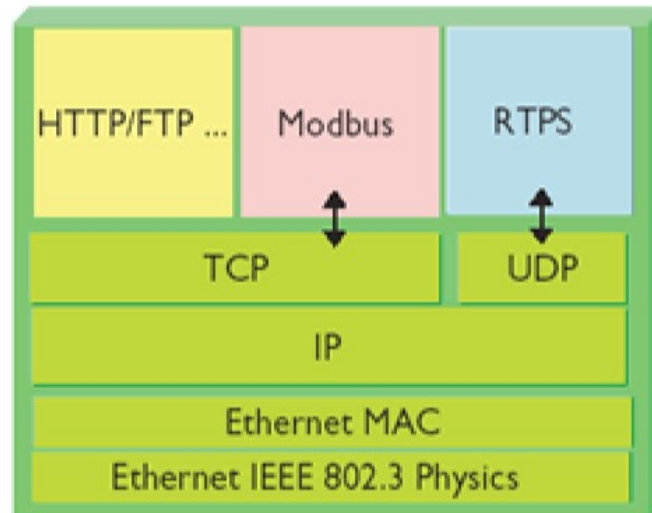
Definición de Ethernet

- Han aparecido múltiples protocolos basados en ethernet para trabajar en entorno industrial

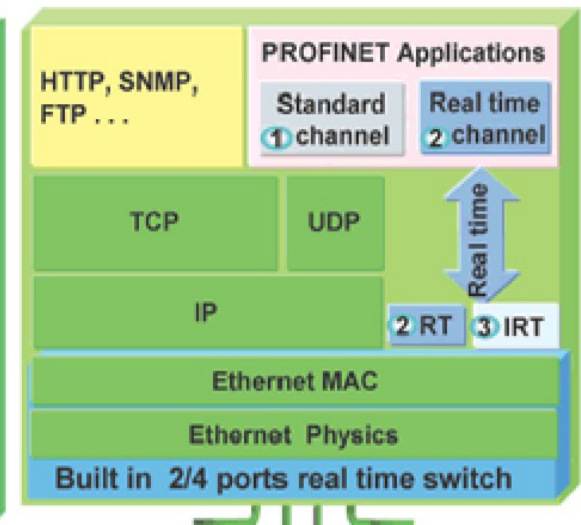
ETHERCAT



MODBUS/TCP



PROFINET

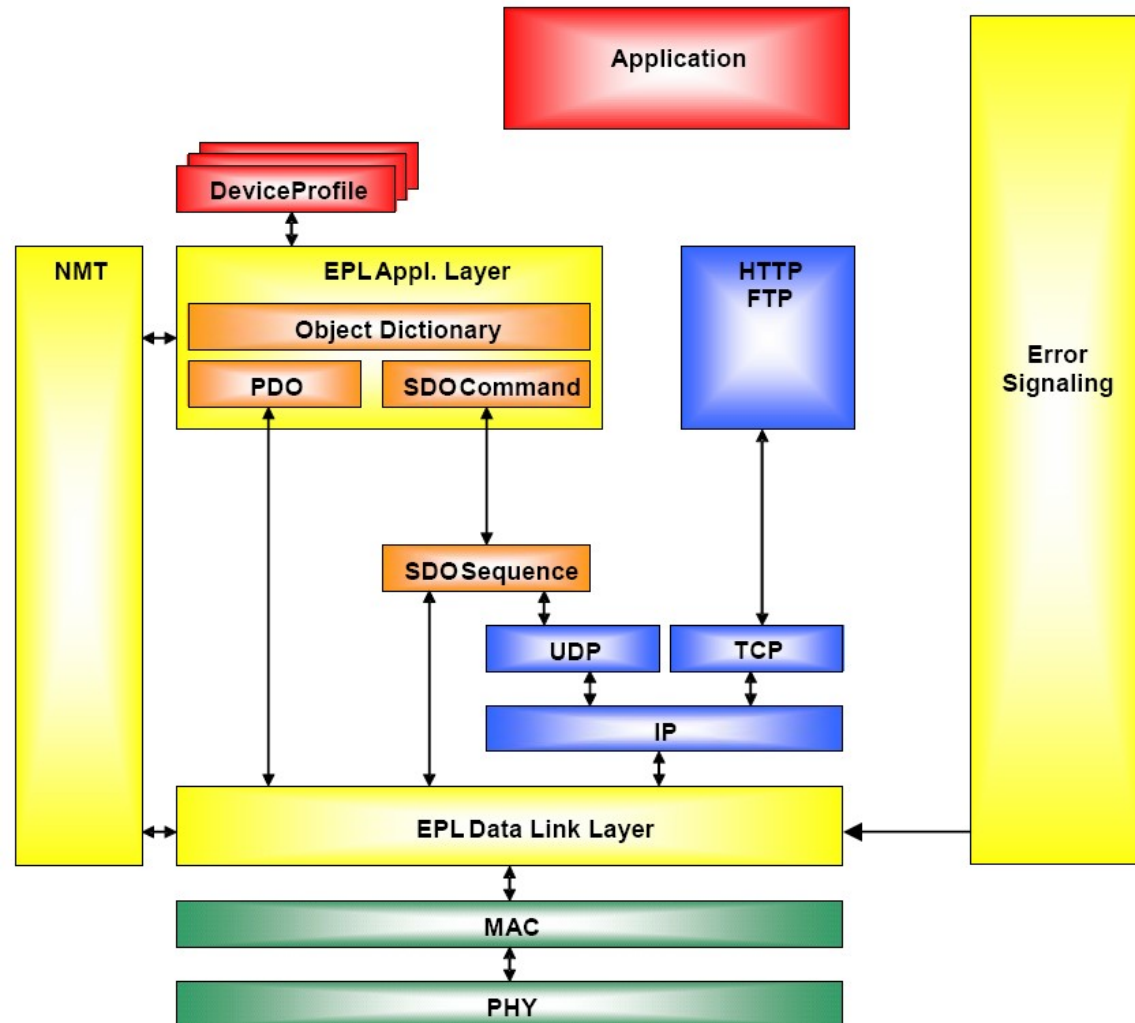


(...)



Introducción

Ethernet PowerLink





Norma IEC 61850

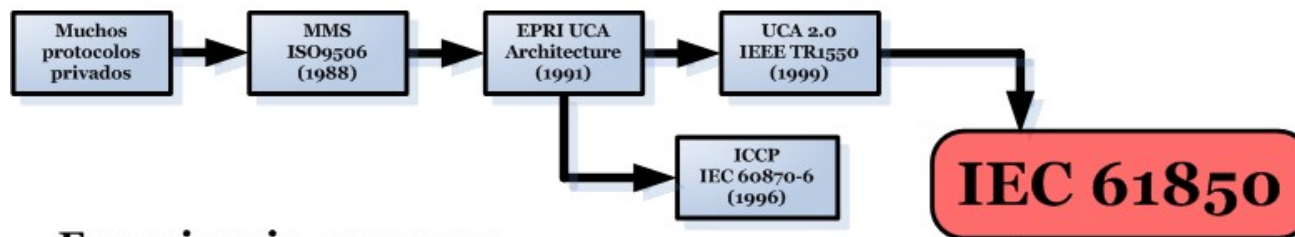


Introducción IEC 61850

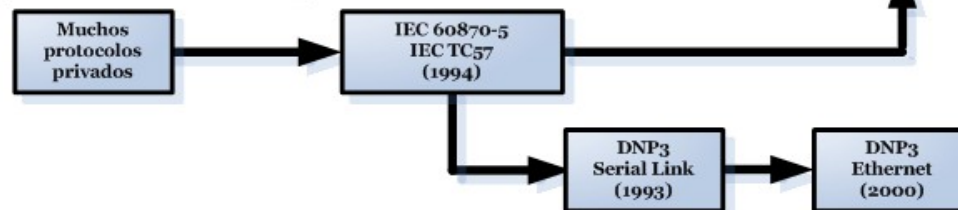
Evolución histórica

- 60-70's: protocolos simples propios de cada fabricante
- 80-90's: primeros protocolos no propietarios (Modbus o DNP)
- 90's:
 - EPRI desarrolla UCA
 - IEC desarrolla IEC 60870-5
- Necesidad de un único estándar internacional: IEC 61850, unión de los trabajos realizados en Europa (IEC) y América del Norte (EPRI).

Experiencia americana:



Experiencia europea:





Introducción IEC 61850

Objetivos IEC 61850

- La norma IEC 61850 define un estándar de comunicación entre equipos de protección, control y medida dentro de una subestación.
- Objetivos:
 - Desarrollar un **estándar internacional** para las comunicaciones en el interior de una subestación automatizada.
 - Conseguir **interoperabilidad** entre equipos de diferentes proveedores.



Introducción IEC 61850

Características IEC 61850

- Comunicación cerca de los equipos de potencia
 - Capacidades de comunicación, adquisición de datos, y control, deben ser incluidas directamente en los equipos primarios.
- Reducción del cableado convencional
 - LAN en lugar de múltiples cables de cobre.
- A prueba de futuro
 - Los servicios y las inversiones serán duraderos a pesar de los rápidos cambios tecnológicos.
 - El estándar está diseñado para seguir tanto el progreso en las tecnologías de comunicación, como los requerimientos que envuelven a estos sistemas.



Introducción IEC 61850

Proyectos con IEC 61850

- Evolución de los proyectos:
 - Primeras experiencias (1996-2001).
 - Demostraciones de interoperabilidad (2000-2005).
 - Proyectos piloto.
 - Instalaciones reales.
- Algunas conclusiones de proyectos piloto:
 - No hay problemas con proyectos monomarca (proyectos turnkey).
 - Interoperabilidad demostrada, pero con más dificultades de las esperadas.
 - Como mejor se aprende es probando (necesidad de más plantas piloto).
 - Muchas eléctricas prefieren mantener sus comunicaciones actuales a la espera de solucionar algunos problemas actuales.



Introducción IEC 61850

Estructura

IEC 61850-1: Introduction and Overview

IEC 61850-2: Glossary

IEC 61850-3: General requirements

IEC 61850-4: System and project management

IEC 61850-5: Comm. req. for functions and device models

IEC 61850-6: Configuration description language for ...

IEC 61850-7: Basic communication structure for ...

IEC 61850-8: Specific communication service mapping

IEC 61850-9: Specific communication service mapping

IEC 61850-10: Conformance testing



Introducción IEC 61850

Actualizaciones en curso

- 2ª Ed. de las partes 1, 3, 4, 5, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4, 8-1, 9-2 y 10 en marcha.
 - Cambio de nombre:
 - Antes: Communication networks and systems in substations
 - Ahora: Communication networks and systems for power utility automation
- 2ª Ed. incluye resoluciones sobre ambigüedades o contradicciones de la 1ª Ed.
 - TISSUE: <http://www.tissue.iec61850.com>
- 2ª Edición de las partes 61850-7-2, 61850-7-3, y 61850-7-4 incluye:
 - Modelos para monitorizar datos históricos y estadísticos
 - Modelos monitorización de calidad de suministro (Grupo Q)



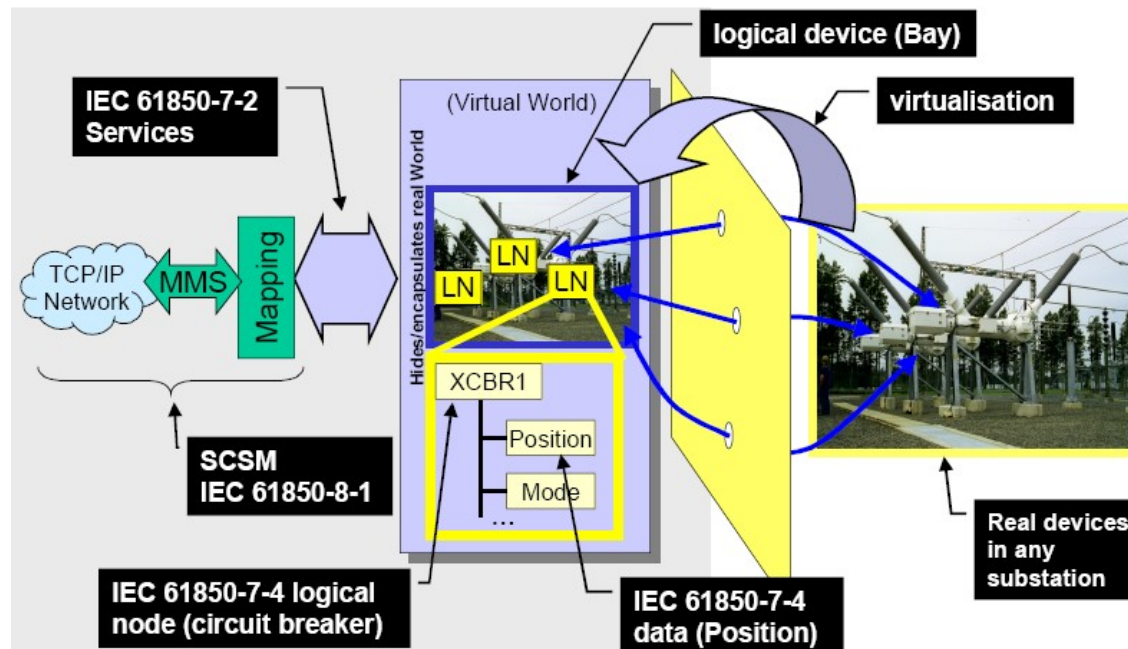
Modelado abstracto de datos y funciones

- Para tener interoperabilidad se necesita:
 - Modelo de los objetos reales (GOMSFE).
 - Definir tipos de datos.
- En IEC 61850-5 se definen de forma genérica:
 - Modelos de equipos.
 - Requerimientos de comunicación.
- En IEC 61850-7-4 y 7-3 se definen específicamente los modelos de información.
- En IEC 61850-7-2 se definen los servicios y funciones para intercambiar información.

Modelo de datos y servicios

Modelo de datos

- El modelo de datos proporciona una descripción del mundo real.
 - Base de datos distribuida y orientada a objetos.
- Un LN es la representación abstracta de una funcionalidad necesaria para la automatización de una subestación.
 - Esta función no puede ser descompuesta en otras más elementales.





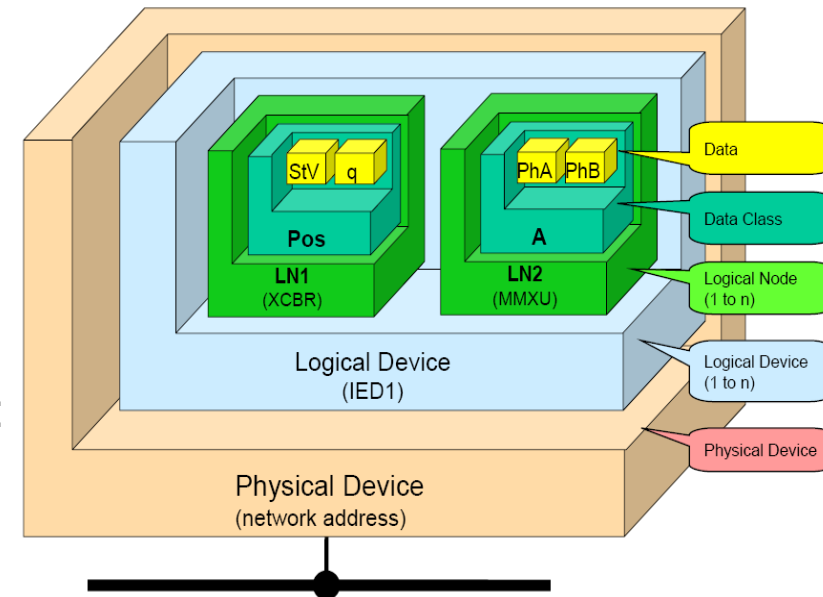
Grupos de LN (13)

- **Grupo L:** LNs del sistema (2)
- **Grupo P:** Protección (28)
- **Grupo R:** Relacionados con protección (10)
- **Grupo C:** Control (5)
- **Grupo G:** Genéricos (3)
- **Grupo I:** Interfaz y archivamiento (4)
- **Grupo A:** Control automático (4)
- **Grupo M:** Medidas (8)
- **Grupo S:** Sensores y monitorización (4)
- **Grupo X:** Switchgear (2)
- **Grupo T:** Transformadores de medida (2)
- **Grupo Y:** Transformadores de potencia (4)
- **Grupo Z:** Otros equipos del sistema eléctrico (15)



Modelo de datos

- Se define cualquier dato utilizando las siguientes categorías:
 - Nodos Lógicos (LN): interruptor, seccionador, transformador de instrumentación...
 - Tipos de datos compatibles (CDC): medida, digital simple...
 - Tipos de datos compuestos (Comp. DC): escala, calidad...
 - Tipos de datos básicos (Base DC): entero, real...

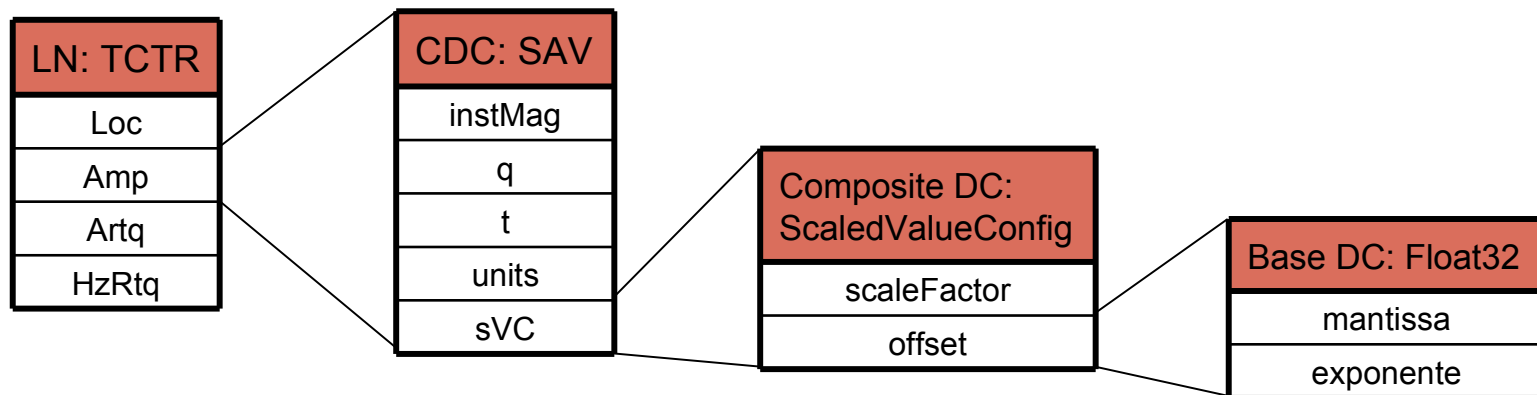




Introducción IEC 61850

Ejemplo LN: transformador de intensidad

- **Esquema de la composición de un LN de un transformador de intensidad**
 - Grupo T: Transformadores de medida
 - LN TCTR: Transformador de intensidad
 - Attribute Amp: valor medido de la intensidad, de tipo SAV
 - CDC SAV: muestras instantáneas de valores medidos
 - Attribute sVC: configuración de la escala del valor de instMag, de tipo ScaledValueConfig
 - Composite DC ScaledValueConfig: define el factor de escala y el offset
 - Offset: valor del ofset, de tipo FLOAT32

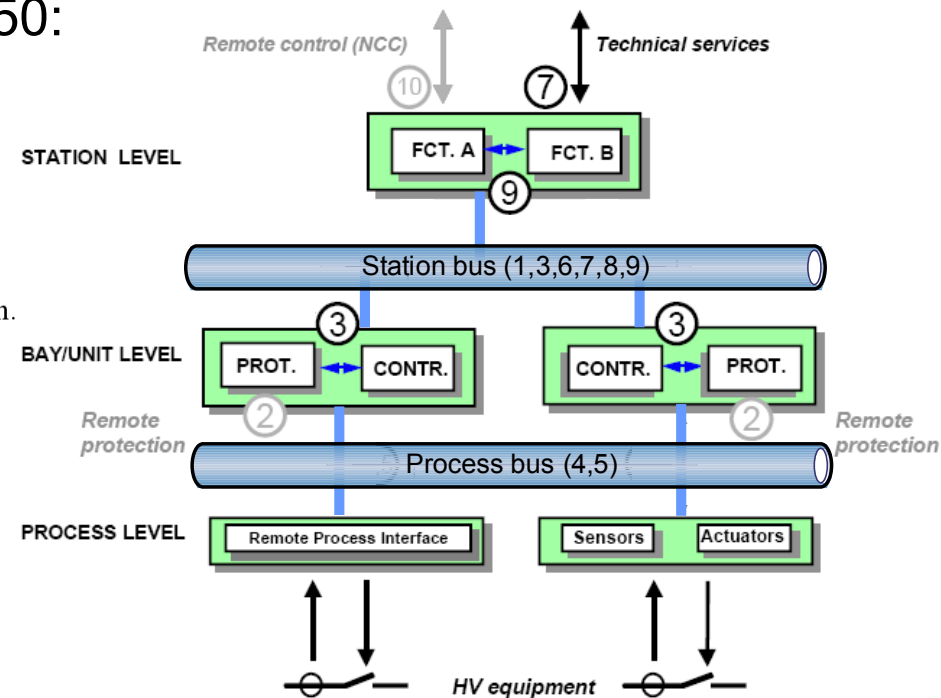




Interfaces de comunicación

- Lista de todos los posibles interfases de comunicación de una subestación contemplados en la norma IEC 61850:

- ① Datos de protección entre nivel de estación y nivel de posición.
- ② Datos de protección entre teleprotecciones.
- ③ Datos internos (sin especificar) del nivel de posición.
- ④ Datos de medida (de TT y TI) entre nivel de proceso y nivel de posición.
- ⑤ Datos de control entre nivel de proceso y nivel de posición.
- ⑥ Datos de control entre nivel de estación y nivel de posición.
- ⑦ Datos de teleconfiguración y telesupervisión.
- ⑧ Datos de protección entre niveles de posición.
- ⑨ Datos de control internos de nivel de estación.
- ⑩ Datos de control entre nivel de estación y los centros de control.

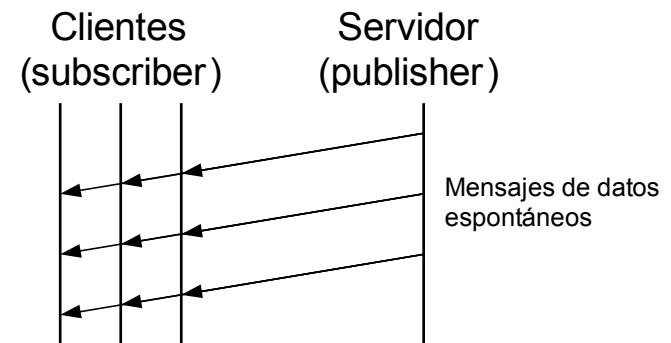
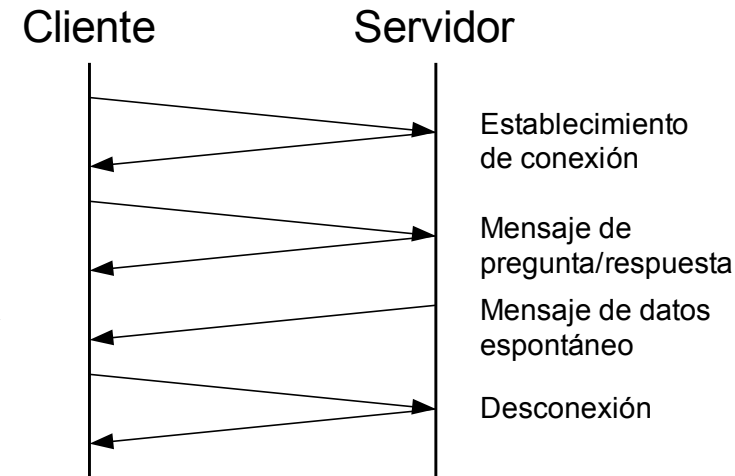




Modelo comunicación

- Two-Party-Application-Association (TPAA)
 - Intercambio bidireccional de información
 - Comunicaciones entre cliente y servidor
 - Transmite servicios de consulta y respuesta

- MultiCast-Application-Association (MCAA)
 - Intercambio unidireccional de información
 - Mensajes GOOSE o transmitir valores muestreados
 - Comunicación entre una fuente (publisher) y varios destinatarios (subscriber)
 - Los destinatarios deben detectar información perdida o duplicada
 - notificar la detección de información perdida
 - descartar la información duplicada





Servicios para el envío de datos

- Existen diferentes maneras de acceder al valor de una variable:
 - Polling: GetData Value
 - Informe (dchg, qchg o dupd)
 - Sin buffer: Unbuffered report
 - Con buffer: Buffered report

Método	Información crítica en el tiempo	Se pueden perder datos	Permite múltiples clientes	Aplicación tipo
Polling (GetDataValues)	×	✓	✓	Browser
Unbuffered report	✓	✓	×	Tiempo real
Buffered report	✓	×	×	Concentrador de datos



Report Control Block

- Existen dos tipos de Informes:
 - Buffered Reports
 - Unbuffered Reports
- Utilizados para monitorizar datos
- Los informes se envían a partir de eventos, utilizando condiciones previamente definidas
 - Envía informes solo cuando es necesario
 - Reduce impacto en ancho de banda
- Un RCB monitoriza los datos de un solo Data Set
- Cada RCB se puede utilizar por un solo cliente



Modelo de servicios GSE

- Distribución rápida y fiable de eventos a más de un dispositivo de forma simultánea.
 - Ejemplos: alarmas, mandos, señal de disparo de un interruptor, ...
- Se definen dos clases de mensajes de este tipo:
 - GOOSE: Generic Object Oriented Substation Event
 - Envía la información del estado que ha cambiado y del resto de DATA-SET.
 - Permite al receptor del mensaje saber que un estado ha cambiado y el tiempo del último cambio.
 - GSSE: Generic Substation Status Event
 - Compatibilidad con GSE de UCA.
 - Solamente envía una lista con información del estado que ha cambiado.



Transmisión de valores muestreados (TSV)

- Transmisión de medidas analógicas minimizando el tiempo que transcurre desde el muestreo hasta la recepción del mensaje.
 - Ejemplo: valores medidos en un transformador de medida (TCTR y TVTR).
- Funcionamiento similar al bloque de control de los GOOSE.
 - El DATASET asociado solo contiene datos de tipo SAV (valores instantáneos de medidas analógicas).
- Se definen dos clases de mensajes de este tipo:
 - Bloque de control MSVCB: permite el envío de mensajes TSV a varios IEDs.
 - Bloque de control USVCB: solo permite el envío de mensajes TSV a un IED.



Configuración del sistema

SCL: Substation Configuration Language

- Lenguaje para la configuración estandarizada de IEDs y subestaciones
- Permite el intercambio de información entre herramientas de configuración de diferentes fabricantes
- Lenguaje basado en XML que describe:
 - Sistema de automatización de una subestación, la aparamenta, y la relación entre ellos.
 - Configuración de los IEDs



Tipos de archivo SCL

- **SSD: System Specification Description**
 - Descripción y especificaciones en XML del sistema entero.
- **SCD: Substation Configuration Description**
 - Descripción en XML de una subestación entera.
- **ICD: IED Capability Description**
 - Descripción en XML de los elementos soportados por un IED.
- **CID: Configured IED Description**
 - Configuración en XML de un IED.



Mapeo de la norma

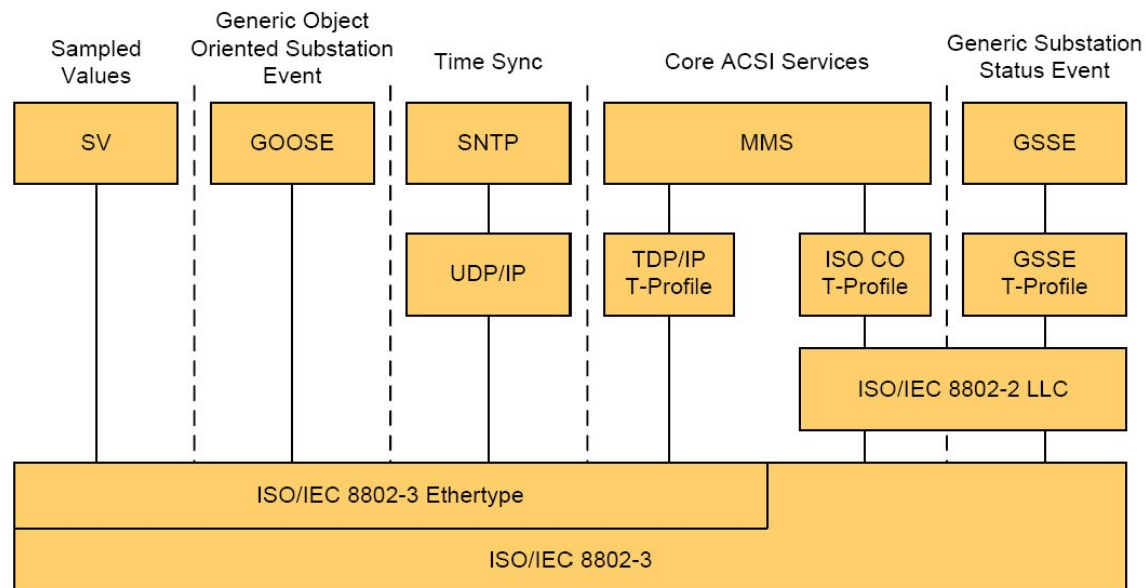
- Los modelos abstractos descritos en las partes IEC 61850-7-X son independientes de cualquier protocolo de comunicaciones.
 - Permite aprovechar el mismo modelo utilizando diferentes protocolos.
- En IEC 61850-8 y IEC 61850-9 se mapean estos modelos abstractos a distintos protocolos según su función.
- Se utiliza el protocolo MMS para implementar la mayoría de la norma IEC 61850.
 - Se mapean los objetos de IEC 61850 a objetos MMS.
 - Se mapean los servicios de IEC 61850 a servicios MMS.
- Otros mapeos se utilizan para la sincronización de tiempos, para los mensajes GOOSE y GSSE, y para los valores muestreados.



Maapeo de las comunicaciones

Maapeo de la norma

- Los servicios principales de la norma se maapean en 61850-8-1 a MMS.
- Se definen otros protocolos para el resto de servicios:
 - SNTP (Simple Network Time Protocol) para los mensajes de sincronización de tiempos.
 - GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) y GSSE (Generic Substation Status Event) para disparos y mensajes rápidos y prioritarios.
- Transmisión de valores muestreados se maapean según una conexión punto a punto en 61850-9-1, o se maapean directamente sobre Ethernet en 61850-9-2.





Otras funciones

Otras funciones de la norma IEC 61850

- La norma también define otras propiedades que permiten uniformizar la automatización de las subestaciones.
 - Requerimientos de calidad (fiabilidad, mantenimiento, disponibilidad, seguridad) y condiciones ambientales (**IEC 61850-3**).
 - Procedimientos de los ensayos de conformidad, aseguramiento de la calidad, documentación requerida, certificación laboratorios de ensayo y requisitos equipos de ensayo (**IEC 61850-10**).



Otras funciones

IEC 61850-10: Certificación laboratorios de ensayo

- Actualmente hay 5 laboratorios con capacidad para certificar equipos basados en la norma IEC 61850:

Client	Level A		KEMA Protocol Competence & Test Center in Arnhem, Netherlands
	Level A		KEMA Protocol Competence & Test Center in Arnhem, Netherlands
Server	Level B		ABB's System Verification and Validation Center in Baden, Switzerland
	Level B		NARI-RELAYS Electric Laboratory in Nanjing, China
	Level B		AREVA T&D UK Ltd, Substation Automation Solutions in Stafford, UK
	Level B		Xuchang KETOP Electrical Apparatus Testing & Research Institute in Henan, China

IEC 61850-10: Certificados de conformidad

- UCA User's Group publica una lista con los equipos con certificado de conformidad respecto a la norma IEC 61850:

<http://www.ucaiug.org/org/TechnicalO/Testing/UCAIug%20Testing%20Quality%20Assurance%20Program/Forms/AIItems.aspx>

Type	Name	Modified
08-0560_CertificateZIV_ZLV8		5/15/2008 12:00 PM
08-0558_CertificateZIV_RTVD		5/15/2008 11:59 AM
08-0556_CertificateZIV_MCVA		5/15/2008 11:58 AM
08-0554_CertificateZIV_IDVA		5/15/2008 11:57 AM
08-0634-GRL100-Certificate		5/5/2008 1:07 PM
08-0632-G1F4-Certificate		5/5/2008 1:07 PM
08-0450_Doble_F6150_Certificate		3/25/2008 1:10 PM
08-0476_DIMAT_TPU1-Certificate		3/20/2008 11:00 AM
08-0211_SiFang-CS200EA-Certificate		2/29/2008 1:26 PM
08-0209_SiFang-CS326-Certificate		2/29/2008 1:25 PM
08-0207_SiFang-CS211-Certificate		2/29/2008 1:24 PM
08-0205_SiFang-CS161-Certificate		2/29/2008 1:24 PM
08-0203_SiFang-CS150-Certificate		2/29/2008 1:20 PM
08-0201_SiFang-CS101-Certificate		2/29/2008 1:19 PM
08-0115_ABB_REF615_Certificate		1/30/2008 10:38 AM
08-0117_Siemens_7VK6_Certificate		1/19/2008 12:23 PM
08-0041-ELIOP-ELTLE5-Certificate		1/11/2008 1:38 PM
07-2496-Ingteam_TCP-IH-Certificate		1/11/2008 1:37 PM
1KH050010 - 500SysIEC61850ConformanceCertificate26June07		12/4/2007 10:13 AM
2005-0260-Siemens-7S164-Certificate		12/4/2007 10:12 AM



IEC 61850 Certificate Level A¹

No. 30520015-Consulting 07-0888

Issued to:
ZIV P+C
Parque Tecnológico, 210
48170 Zamudio
Spain

For the product:
#IRV-A
Type: 7IRV-A3N-220400VB
OS version 2.0
Application version 3.13



The product has not shown to be non-conforming to:

IEC 61850-6, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4 and 8-1 Communication networks and systems in substations

The conformance test has been performed according to IEC 61850-10 with product's protocol, model and technical issue implementation conformance statements: "PICS of the IEC 61850 communication interface in #IRV-A, revision 3", "MICS of the IEC 61850 communication interface in #IRV-A, revision 6", "IEC 61850 Tissues Conformance Statement" and extra information for testing (PXiT) "PXiT of the IEC 61850 communication interface in #IRV-A, revision 6".

The following IEC 61850 conformance blocks have been tested with a positive result (number of relevant and executed test cases / total number of test cases as defined in the UCA International Users Group Device Test procedures):

1 Basic Exchange (20/23)	9ab Generic Object Oriented Substation Events (14/20)
2 Data Sets (2/5)	12a Direct Control (5/11)
5 Unbuffered Reports (9/13)	12c Enhanced Direct Control (7/11)
6 Buffered Reports (12/15)	13 Time Synchronization (3/4)

This Certificate includes a summary of the test results as carried out at ZIV P+C, Spain, with UniCAsim 61850 version 2.14.01 test system running test suite "61850 Conformance Test v2.14.04", UniCA 61850 analyzer version 4.15.00. The test is based on the UCA International Users Group Device Test Procedures version 1.1. This document has been issued for information purposes only, and the original paper copy of the KEMA report: No. 30520015-Consulting 07-0740 will prevail.

The tests have been carried out on one single specimen of the products as referred above and submitted to KEMA by ZIV P+C. The manufacturer's production process has not been assessed. This Certificate does not imply that KEMA has certified or approved any product other than the specimen tested.

Amhem, April 3, 2007

S.J.L.M. Janssen
Managing Director KEMA Consulting

E.F. Melenhorst
Senior Test Engineer

1) Level A – Independent Test Lab with certified ISO 9000 or ISO 17025 Quality System

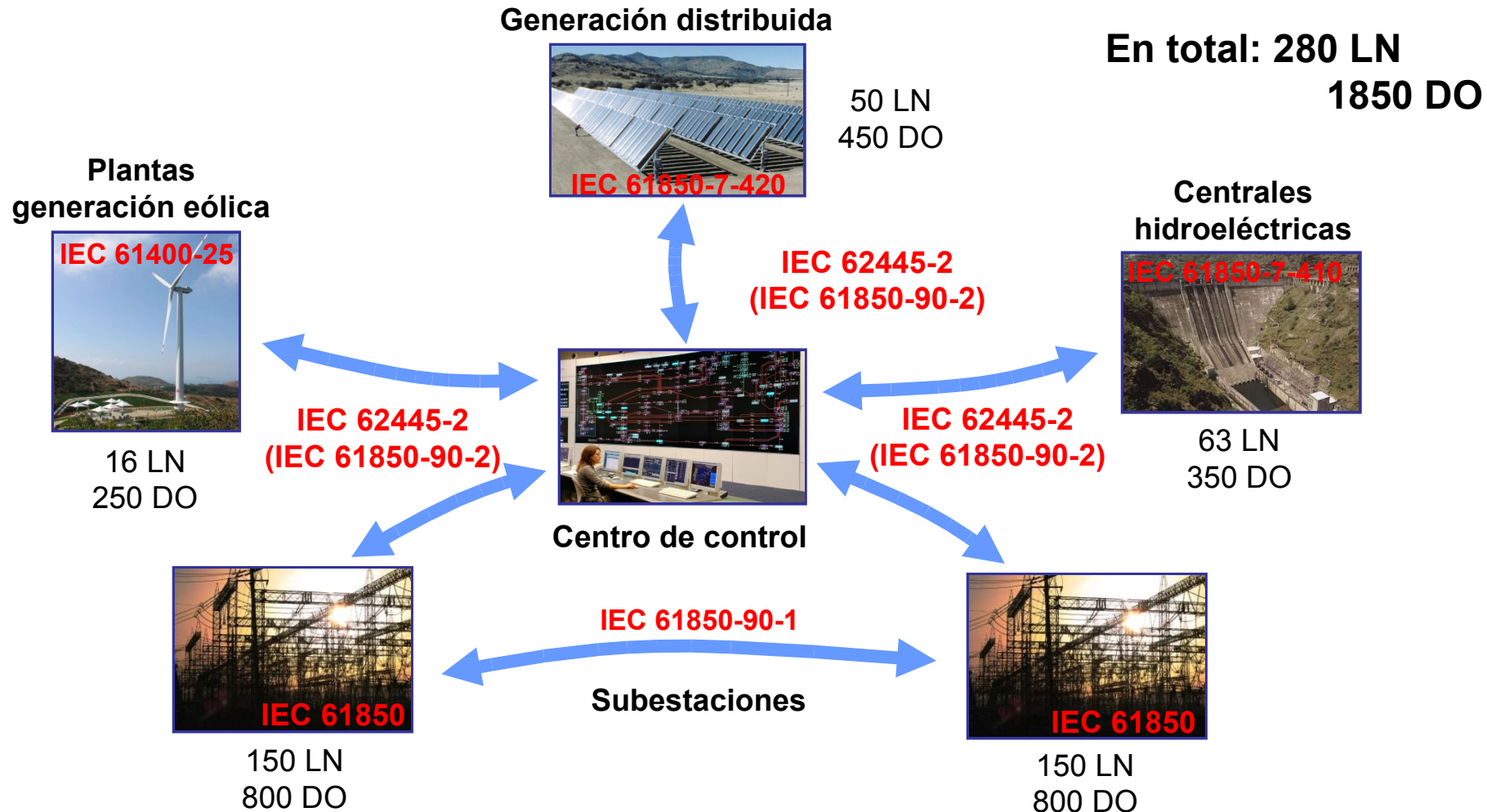
Copyright © KEMA Nederland B.V., Amhem, the Netherlands. All rights reserved. Please note that any electronic version of the KEMA certificate is provided to KEMA's customer for convenience purposes only. It is prohibited to update or change it in any manner whatsoever, including but not limited to dividing it into parts. In case of a conflict between the electronic version and the original version, the original paper version issued by KEMA will prevail.

KEMA Nederland B.V.
Ulrichweg 310, 6812 AR Amhem, P.O. Box 9035, 6800 ET Amhem, The Netherlands.
Telephone + 31 26 355 6142, Telex + 31 26 515 456, Email sales@kema.com



Extensiones fuera de SE

Extensiones al resto del sistema eléctrico





Extensiones fuera de SE

Extensiones: comunicaciones en parques eólicos

Partes de la norma IEC 61400-25

- Engloba aspectos relacionados con las turbinas y las plantas para generación eólica.
- La parte 25 de la norma IEC 61400 especifica las comunicaciones para la monitorización y el control en las plantas de generación eólica

Publicación	Título	
IEC 61400-25-1 {Ed.1.0}	Wind turbines - Part 25-1: Communications for Overall description of principles and models	
IEC 61400-25-2 {Ed.1.0}	Wind turbines - Part 25-2: Communications for Information models	
IEC 61400-25-3 {Ed.1.0}	Wind turbines - Part 25-3: Communications for Information exchange models	
IEC 61400-25-5 {Ed.1.0}	Wind turbines - Part 25-5: Communications for Conformance testing	
IEC 61400-25-4 {Ed.1.0}	Wind turbines - Part 25-4: Communications for monitoring and control of wind power plants - Mapping to communication profile	2008-8

Se han propuesto mapeos a distintos protocolos de comunicación:

- Mapeo a Web Services
- Mapeo a MMS, igual que en IEC 61850-8-1
- Mapeo a OPC XML DA
- Mapeo a IEC 60870-5-104
- Mapeo a DNP3

- Otras partes están aún en preparación:

Publicación	Título	Estado
IEC 61400-25-6 {Ed.1.0}	Wind Turbines - Part 25-6: Communications for monitoring and control of wind power plants - Logical node classes and data classes for condition monitoring	CCDV – votando borrador



Extensiones fuera de SE

Extensiones: plantas hidroeléctricas

- Se han publicado extensiones a la norma también para plantas hidroeléctricas.

Publicación	Título	Fecha publicación
IEC 61850-7-410 {Ed.1.0}	Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-410: Hydroelectric power plants - Communication for monitoring and control	2007-08

- Define unos **60 nuevos LN** para el control y monitorización de plantas de generación hidráulica.
 - Específicos plantas hidroeléctricas
 - Group H – Hydropower specific logical nodes (18)
 - Uso general (se añadirán a 2º edición IEC 61850-7-4)

Group F	Functional blocks (9)
Group I	Interface and archiving (1)
Group K	Mechanical and non-electrical primary equipment (5)
Group M	Metering and measurement (4)

Group P	Protection functions (2)
Group R	Protection related functions (1)
Group T	Transducers and instrument transformers (16)
Group Z	Power system equipment (3)



Extensiones fuera de SE

Extensiones: generación distribuida

- Se está preparando una extensión a la norma para generación distribuida (antes IEC 62350)

Publicación	Título	Fecha publicación
IEC 61850-7-420 {Ed.1.0}	Communication networks and systems in substations - Part 7-420: Communications systems for distributed energy resources (DER) - Logical nodes	2009-03

- **Ámbito de aplicación:**
 - Gestión general de sistemas de generación distribuida
 - Sistemas fotovoltaicos
 - Pilas de combustible
 - Grupos electrógenos
 - Generación combinada de calor y electricidad



Extensiones fuera de SE

Extensiones: Comunicaciones fuera subestación

- Comunicaciones entre subestaciones:
 - Funciones de protección: protecciones de distancia, protecciones diferenciales de línea, ...
 - Protecciones interconectadas
- Comunicaciones entre subestación y centro de control:
 - Harmonización con estándar de comunicaciones en centros de control (IEC 61970)
- Mapeo de los modelos de datos de IEC 61850 a IEC 60870-5-101/104

Publicación	Título	Estado
IEC 61850-90-1 {Ed.1.0} (antes IEC 62445-1)	Communication networks and systems for power utility automation - Part 90-1: Use of IEC 61850 for the communication between substations	2010-03
IEC 62445-2 {Ed.1.0} (IEC 61850-90-2)	Use of IEC 61850 for the communication between control centers and substations	PWI – potencial nuevo trabajo
IEC 61850-80-1 {Ed.1.0} (antes IEC 62445-3)	Communication networks and systems for power utility automation - Part 80-1: Guideline to exchange information from a CDC based data model using IEC 60870-5-101/104	2008-12



Conclusiones

Conclusiones

- Interoperabilidad gracias a la estandarización de las comunicaciones y los modelos de datos.
- Alto grado de flexibilidad a través de la interoperabilidad entre IEDs de distintos fabricantes.
- Utiliza las ventajas de las nuevas tecnologías de automatización y comunicación.
- Supone una reducción de costos desde el diseño hasta la operación y el mantenimiento.
- Adoptado como estándar mundialmente y acogido tanto por fabricantes como por usuarios.



Conclusiones

Conclusiones

- La adopción de la norma IEC 61850 como estándar de comunicaciones es una oportunidad que el sector eléctrico no debería desaprovechar.
- Se pretende extender su uso a otros elementos del sector eléctrico aparte de las subestaciones:
 - Plantas de generación eólica
 - Plantas de generación hidráulica
 - Plantas de generación distribuida
- El desarrollo de la familia IEC 61850 no está finalizado. Extensiones de los modelos de datos se están desarrollando actualmente:
 - Calidad de suministro
 - Monitorización de transformadores
 - ...