

Norma IEC 61850

Contenidos

1. Introducción
2. Introducción a la norma IEC 61850
3. Modelado abstracto de datos y funciones
4. Configuración del sistema
5. Mapeo de las comunicaciones según IEC 61850
6. Otras funciones contempladas en la norma IEC 61850
7. Extensión fuera de las subestaciones

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

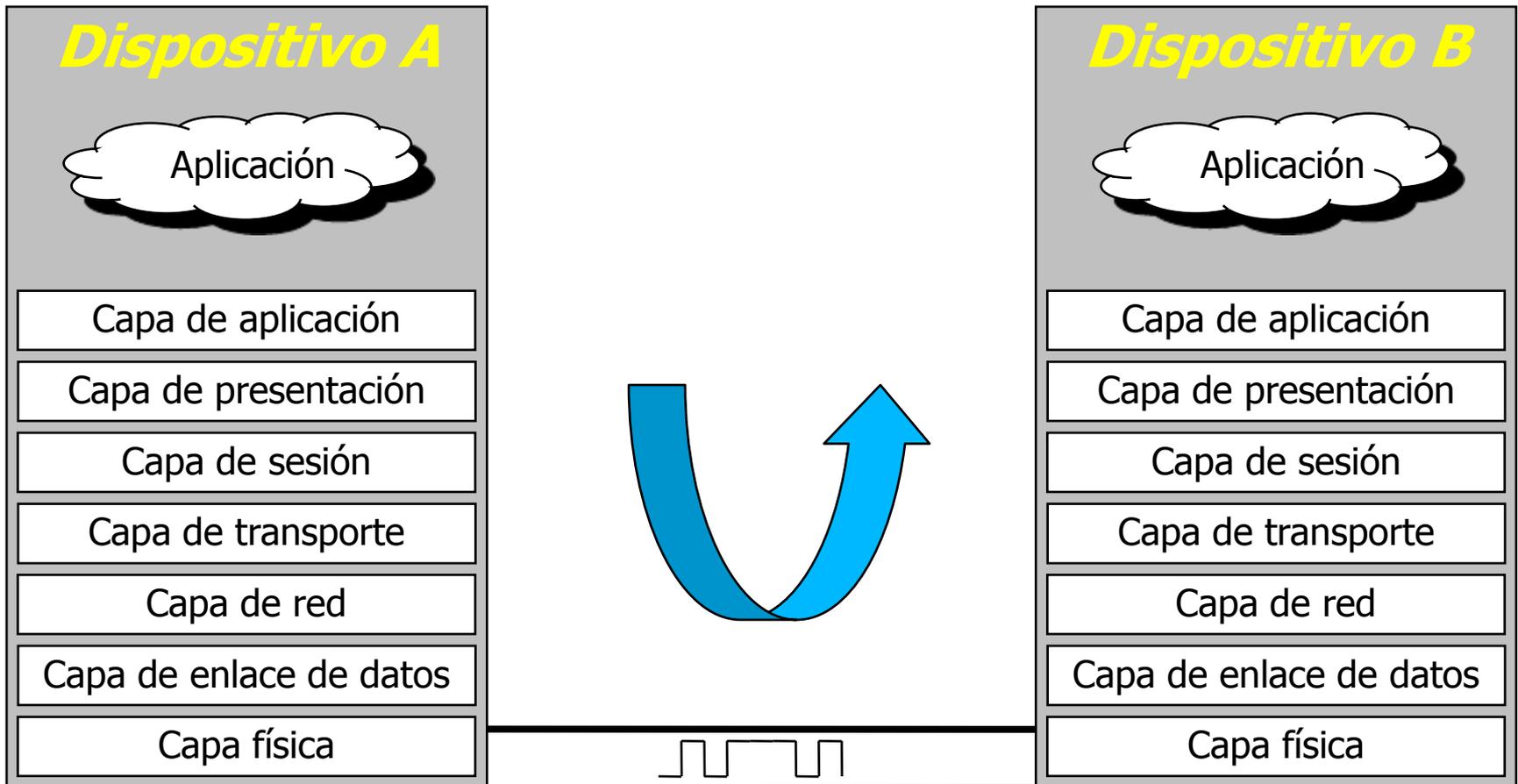
Introducción

- 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

Beneficios comunicaciones

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

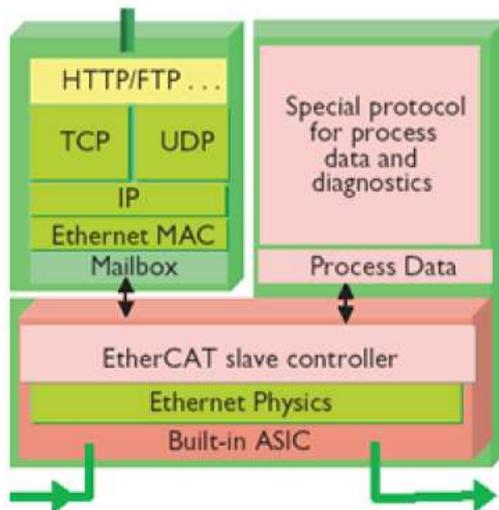
Flujo de los datos



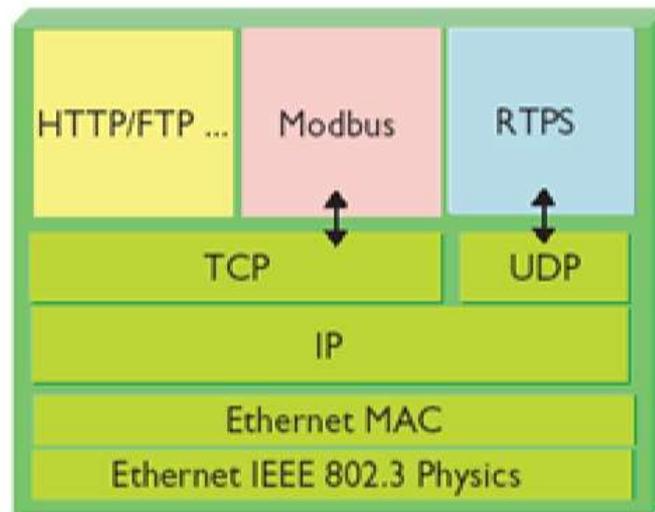
Definición de Ethernet

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

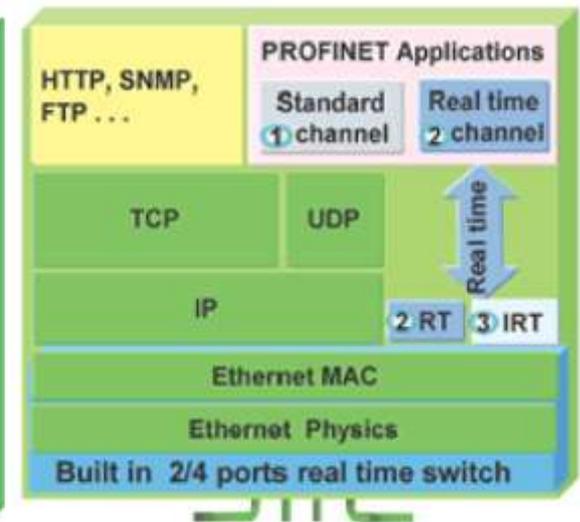
ETHERCAT



MODBUS/TCP

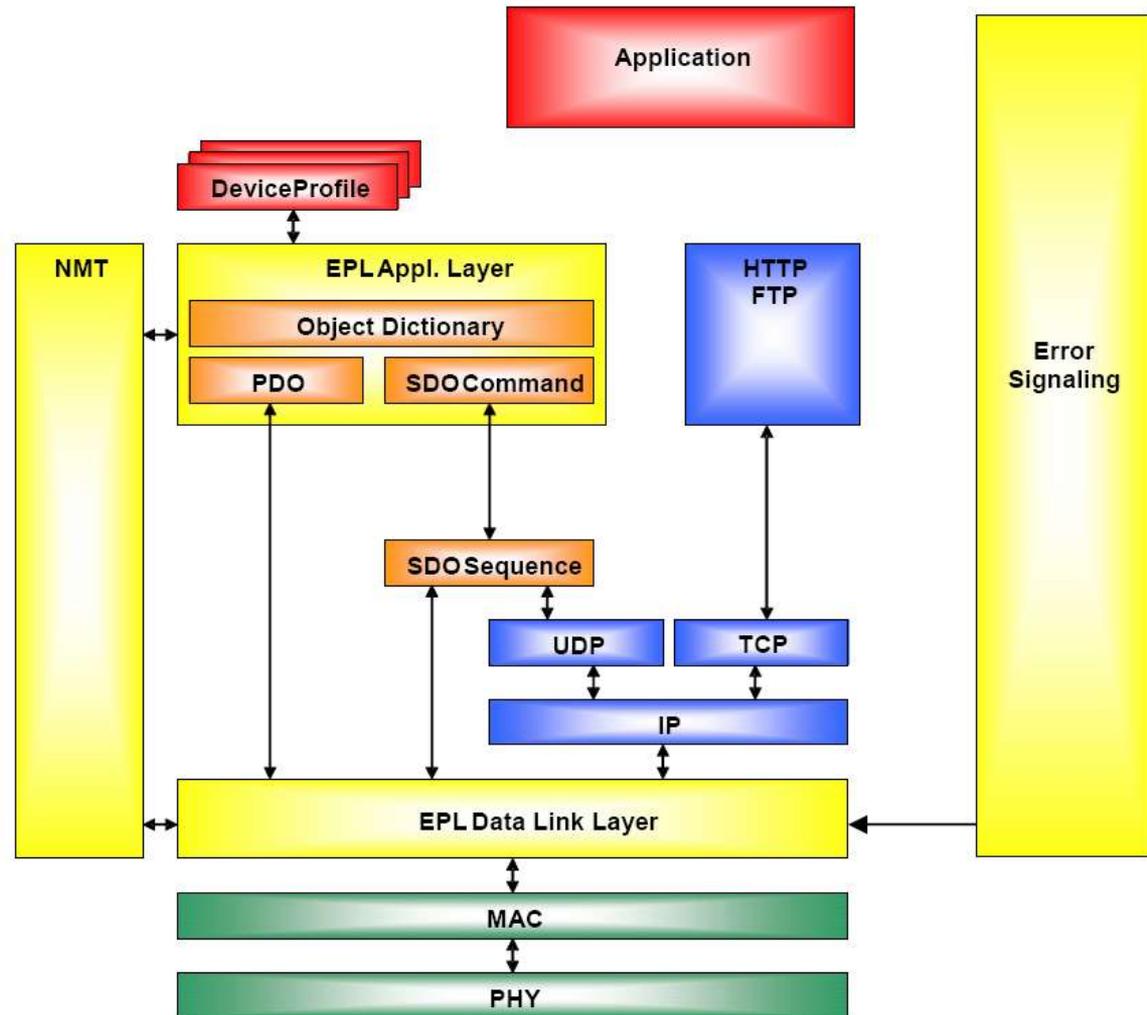


PROFINET



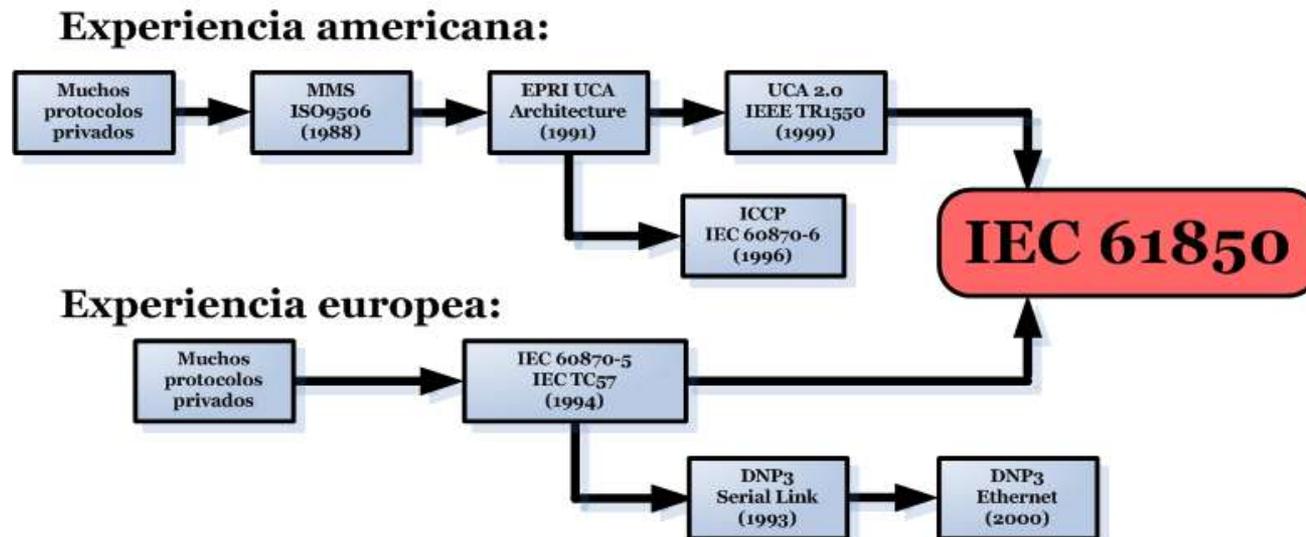
(...)

Ethernet PowerLink



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).



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.

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.

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.

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

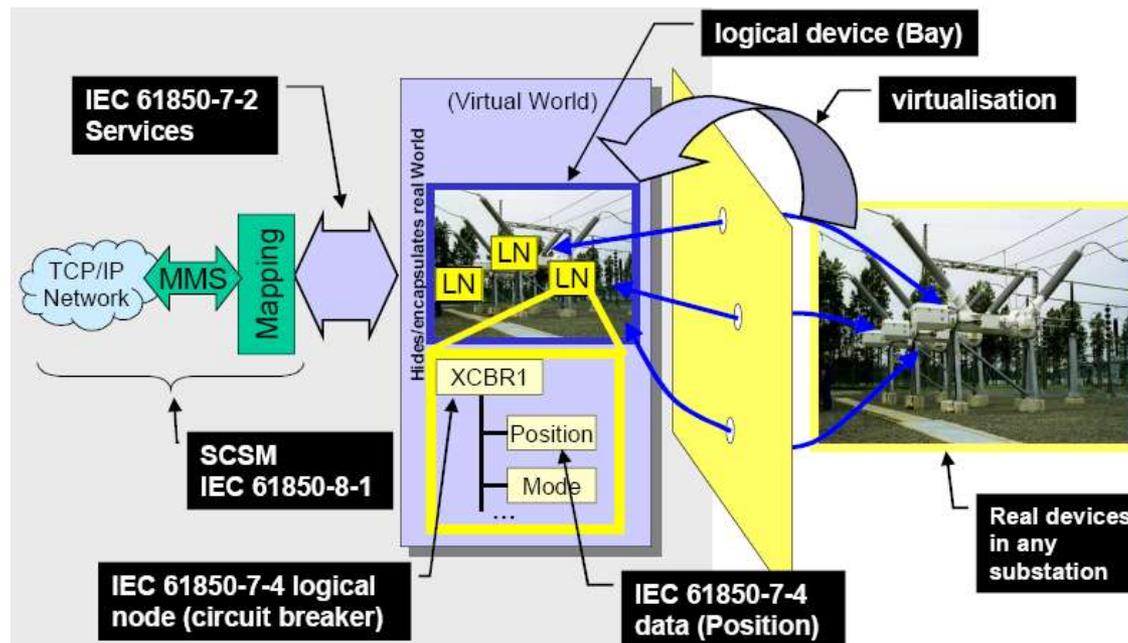
IEC 61850-10: Conformance testing

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

- 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.

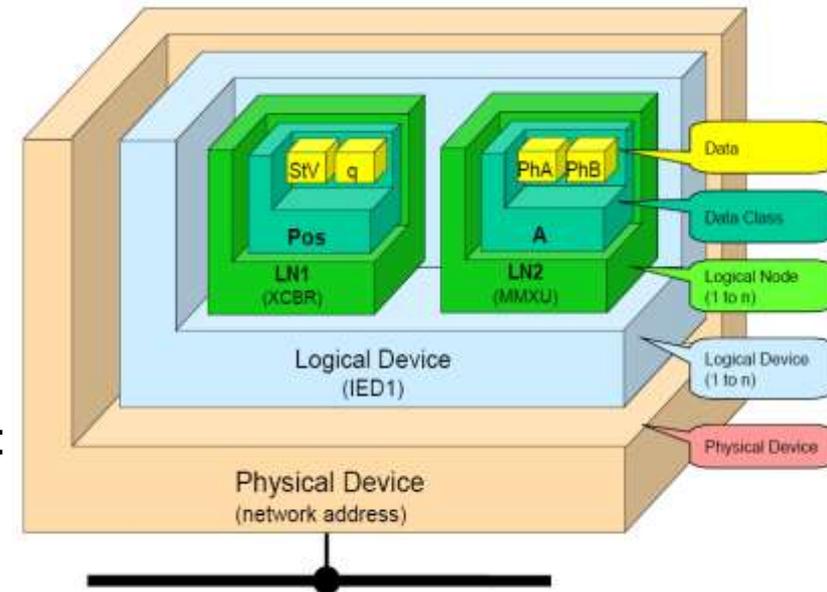


Grupos de LN (13)

- **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)

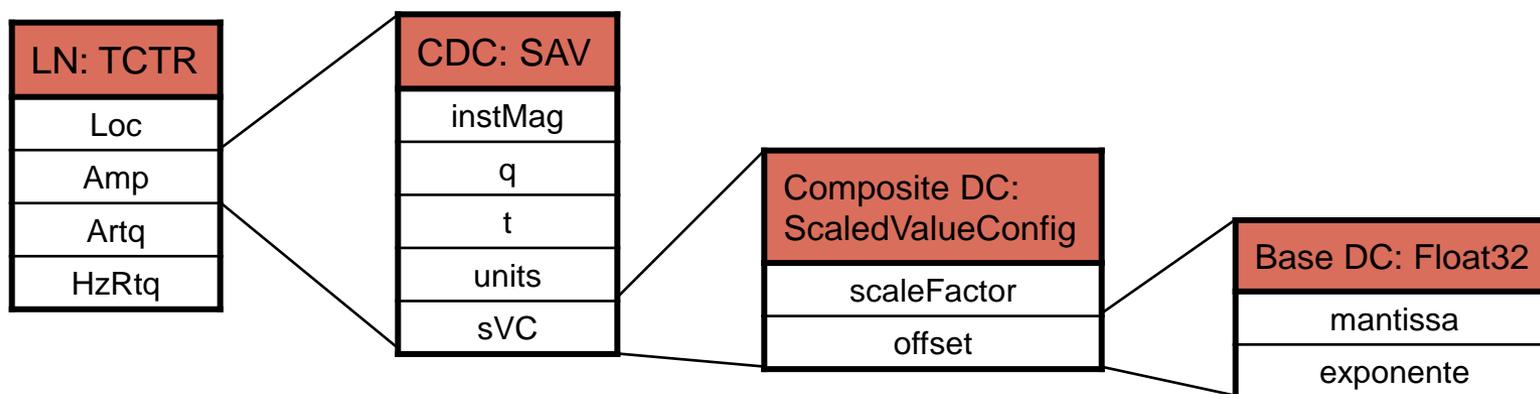
Modelo de datos

- 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...



Ejemplo LN: transformador de intensidad

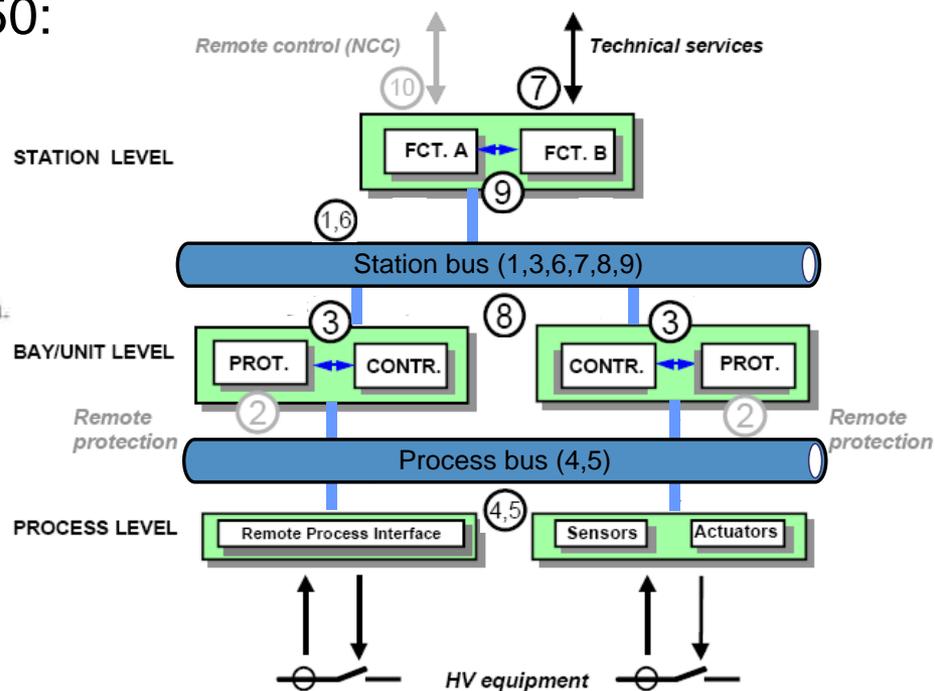
- **Esquema de la composición de un LN de un transformador de intensidad**
 - Grupo T: Transformadores de medida
 - LN TCTR: Transformador de intensidad
 - Attribute Amp: valor medido de la intensidad, de tipo SAV
 - CDC SAV: muestras instantáneas de valores medidos
 - Attribute sVC: configuración de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



Interfaces de comunicación

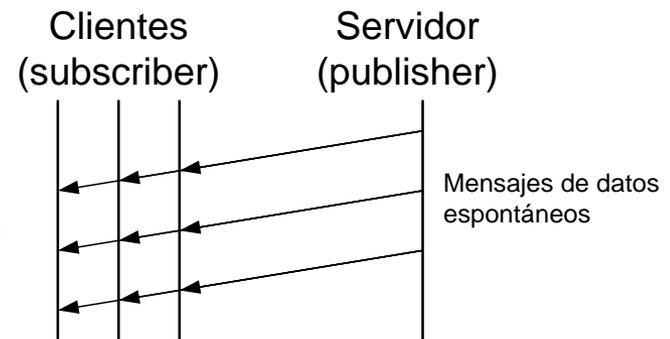
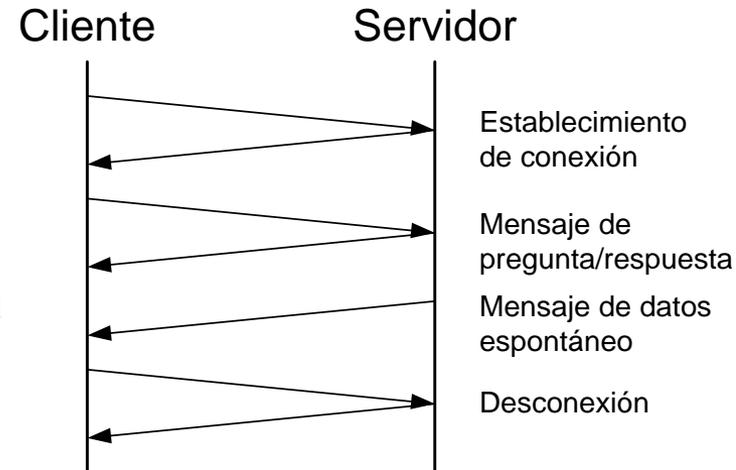
- Lista de todos los posibles interfases de comunicación de una subestación contemplados en la norma IEC 61850:

- 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.

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

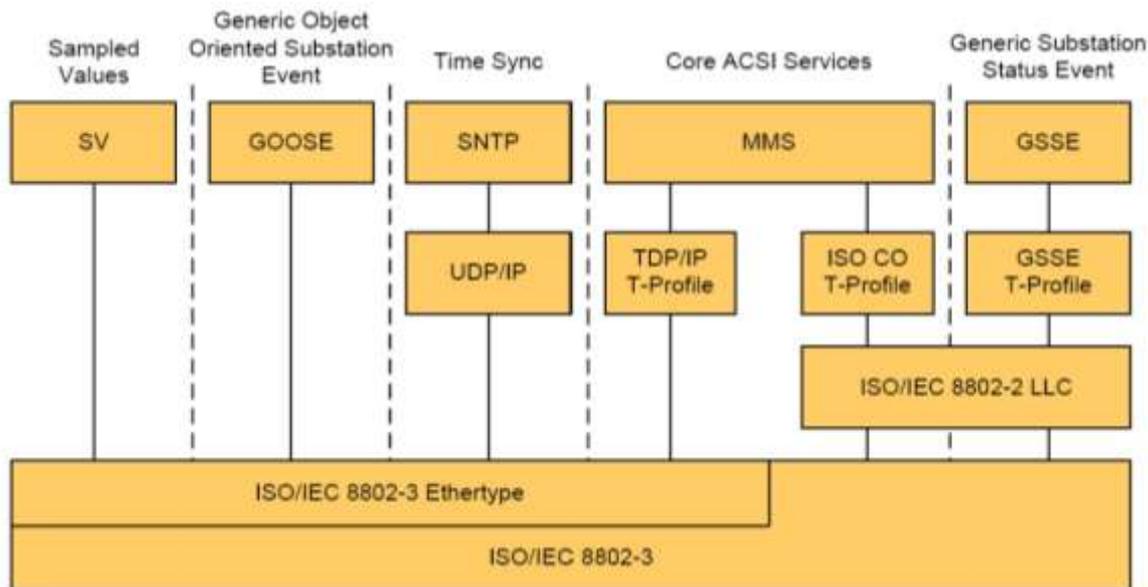
- **SSD: System Specification Description**
 - Descripción y especificaciones en XML del sistema entero.
- **SCD: Substation Configuration Description**
 - Descripción en XML de una subestación entera.
- **ICD: IED Capability Description**
 - Descripción en XML de los elementos soportados por un IED.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

Mapeo de la norma

- Los servicios principales de la norma se mapean 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 mapean según una conexión punto a punto en 61850-9-1, o se mapean directamente sobre Ethernet en 61850-9-2.



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**).

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

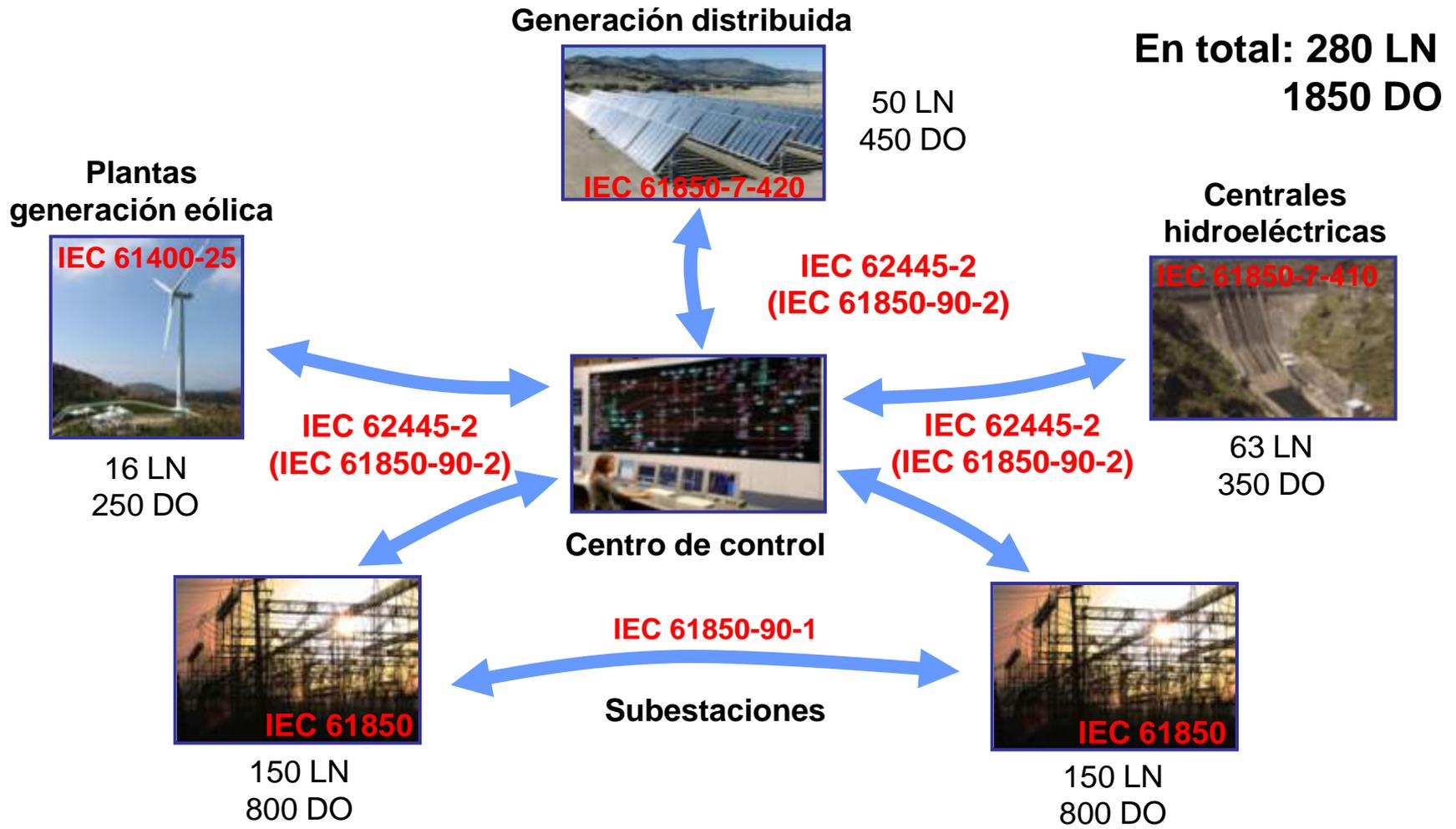
- UCA User's Group publica una lista con los equipos con certificado de conformidad respecto a la norma IEC 61850:

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

Type	Name	Issued
IEC	08-8386_CertificadIDV_EVB	11/15/2008 12:00 PM
IEC	08-8390_CertificadIDV_BTYO	11/15/2008 11:09 AM
IEC	08-8391_CertificadIDV_MCVL	11/15/2008 11:08 AM
IEC	08-8394_CertificadIDV_BFCA	11/15/2008 11:07 AM
IEC	08-8822-GL185-Certificate	1/3/2008 1:07 PM
IEC	08-8822-GL184-Certificate	1/3/2008 1:07 PM
IEC	08-8450-Subst_0115M-Certificate	3/20/2008 1:10 PM
IEC	08-8476-Subst_TPLU-Certificate	3/20/2008 11:00 AM
IEC	08-8211_SfEng-CSC2006-Certificate	3/26/2008 1:26 PM
IEC	08-8209_SfEng-CSC204-Certificate	3/26/2008 1:20 PM
IEC	08-8207_SfEng-CSC211-Certificate	3/26/2008 1:24 PM
IEC	08-8205_SfEng-CSC161-Certificate	3/26/2008 1:24 PM
IEC	08-8203_SfEng-CSC108-Certificate	3/26/2008 1:20 PM
IEC	08-8201_SfEng-CSC10-Certificate	3/26/2008 1:19 PM
IEC	08-8116_ABR-REF101_Certificate	11/30/2008 10:38 AM
IEC	08-8117_Servicio_7x24_Certificate	1/19/2008 12:23 PM
IEC	08-8041-GL0P-GL03B3-Certificate	11/11/2008 1:30 PM
IEC	07-1406-Ingelsan_TUP-De-Certificate	11/11/2008 1:37 PM
IEC	14HJ00023 - 8893y8C61850ConformanciaCertificate241.pdf	11/9/2007 10:12 AM
IEC	2009-0208-Servicio-7200-Certificate	10/6/2007 10:12 AM



Extensiones al resto del sistema eléctrico



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.

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

Publicación	Título	Estado
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

- 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: 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: 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: 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

- 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

- 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
 - ...