

TEORÍA DE PROTOCOLOS

IEC-61850

61850 PROYECTADO A LA EFICIENCIA

IEC-61850 es el estandar más importante actualmente y muy probablemente por muchos años.

Define el modelado de los datos desde el IED hasta la subestacion, optimiza las comunicaciones para una transferencia eficiente y fiable de los datos y comandos de procesos entre y dentro de los IED y de la subestación sobre redes de comunicación de alta velocidad.

INTRODUCCIÓN

La norma IEC61850 brinda soluciones a las necesidades de las últimas tecnologías de automatización y protección de sistemas de potencia eléctrica permitiendo hacer la integración en una sola red y protocolo, dando soporte a los distintos niveles del sistema (proceso, bahía y estación). Todo este enfoque de estandarización va enfocado a la integración de equipos de diferentes fabricantes, minimizando la necesidad de utilizar conversores de protocolo y reduciendo los tiempos de ingeniería.

Esta ha sido concebida para ser perdurable y esto se logra no basándose en un protocolo específicamente, para ello la norma se refiere al modelado de diferentes componentes de la subestación y la forma en que pueden ser mapeados a un protocolo específico.

El modelo de información comprende nodos lógicos, información, y atributos de la información. Los nodos lógicos y la información, contenida en los nodos lógicos, son los conceptos fundamentales que se utilizan para describir los sistemas reales y sus funciones. La información interactúa con su entorno a través de servicios, tales como "control", "sustitución", "get y set" y "reporte". Los servicios pueden ser interpretados como que transportan la información definida por PICOMS (Pieces of Communication).

Los nombres de los nodos lógicos y los nombres de la información definen el significado estandarizado o la semántica de los dispositivos de la subestación. IEC 61850-7-4 define una lista de alrededor de 90 nodos lógicos, como por ejemplo "XCBR", para designar el interruptor; "PDIS", para designar la protección de distancia, MMXU, para designar mediciones operativas, etc.

Este modelo de información también es utilizado como base para el Lenguaje de Configuración de Subestación (Substation Configuration Language, SCL - IEC 61850-6). La configuración de la subestación describe que información opcional es utilizada en un dispositivo específico, cuales son los nombres de las instancias de todos los nodos lógicos, que vínculos de comunicaciones existen, cual es la relación de los IEDs con el diagrama unifilar, y toda la información necesaria para la ingeniería del sistema.

La arquitectura del IEC-61850 es un paso importante hacia delante comparado con los enfoques de integración previos basados en estándares como el IEC60870. Desde que se hizo estándar internacional (2005) ha ido ganando la aceptación de las empresas eléctricas hasta los consumidores industriales de electricidad.

SCADA PARA EL SECTOR ELECTRICO



SIMULADOR DE PROTOCOLOS



RECONOCIMIENTO



La norma al establecer una comunicación a nivel de proceso y campo, permite un mayor control del sistema y una disminución considerable en el cableado eléctrico, enviando la información requerida en los IEDs por comunicaciones. La implementación debe ser cuidadosa, debido a que se tienen que seguir conservando las prestaciones operativas convencionales de los sistemas eléctricos clásicos como lo es tiempos de operación, seguridad, redundancia y confiabilidad.

Una de las características del protocolo [IEC 61850](#) que sirve de apoyo para cumplir con estas condiciones, es que ha sido diseñado para permitir actualizaciones tecnológicas en el área de las comunicaciones, debido a que está basado en TCP/IP e Ethernet.

Toda la integración de los diferentes dispositivos electrónicos, Gateways y demás se realiza en una arquitectura común mediante una plataforma de comunicaciones ampliamente conocida y probada: la tecnología Ethernet (capas 1 y 2 del modelo Osi). Esta tecnología permite la interconexión de diferentes dispositivos heterogéneos en funciones y fabricantes en una red común, debido que IEC61850 no define ninguna topología de red se debe aplicar un diseño robusto ante fallas y ataques informáticos para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y poder aprovechar los beneficios que nos ofrece 61850.

Y el éxito de dicho protocolo se debe a las grandes ventajas que brinda como la integración de sistemas y la ingeniería. A continuación se hará mención de las principales ventajas que ofrece dicho protocolo así como sus desventajas y la forma en que las soluciona.

Características básicas del IEC-61850

La continua integración funcional de las funciones de protección, control y monitoreo junto con la creciente presión para reducir costos en los proyectos de subestaciones ha conducido a una nueva generación de herramientas de ingeniería.

El [IEC 61850](#) estandariza tres elementos pertenecientes a la Ingeniería en Comunicaciones:

- Los nombres y movimientos de datos operacionales: Monitoreo, comandos, interface de operador (cliente / servidor, host / DEI).
- Los nombre y movimientos de datos en tiempo real Protección, interbloqueos, automatización, valores de muestras (peer to peer, DEI / DEI, bus de campo).
- Los nombres y movimientos de información de configuración de ajustes de comunicaciones (atributos del SCL).

Objetivos

Las experiencias de la industria han demostrado la necesidad y la oportunidad para el desarrollo de protocolos de comunicación estandarizados, lo que apoyaría la interoperabilidad de los IED (Intelligent Electronic Device), de diferentes fabricantes. La interoperabilidad en este caso es la capacidad de que equipos de diferentes fabricantes puedan operar en la misma red o vía de comunicación para compartir información y comandos.

El objetivo de la creación de un estándar de comunicaciones se puede expresar en los siguientes puntos:

Asegurar la interoperabilidad entre varios IED.

- IED de diferentes fabricantes pueden intercambiar y usar información sobre medios de comunicación comunes.
- La ingeniería y configuración de datos es transportable entre herramientas de fabricantes.

Independencia de proveedores

- Los IED al contar con la interoperabilidad, no le es necesario el realizar los proyectos con un solo fabricante.

Descripción abierta de IED.

- Reducir la ingeniería y la configuración.
- Las capacidades de los IED son descritas en forma estándar.
- Funciones, soluciones, y datos propietarios son aún permitidos y están disponibles.

Comunicación junto a los equipos de potencia - Bus de proceso.

- IED de diferentes fabricantes pueden intercambiar y usar información sobre medios de comunicación comunes.
- La ingeniería y configuración de datos es transportable entre herramientas de fabricantes.

Asegurar la interoperabilidad entre varios IED.

- Adquisición de datos, y control, deben ser incluidas directamente en los equipos primarios.

Libre configuración.

- Libre asignación de funciones en sistemas de configuraciones centralizadas o descentralizadas.

Reducción del cableado eléctrico convencional.

- Redes LAN en lugar de múltiples cables de cobre.

A prueba de futuros desarrollos tecnológicos.

- Los servicios y las inversiones serán duraderas 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.

La intercambiabilidad no es un objetivo de esta norma, aunque en aplicaciones sencillas se pueda realizar la intercambiabilidad de equipos, no está estandarizada en la [IEC 61850](#).

ESTRUCTURA Y ESTADO DE LA NORMA

Inicialmente el estándar [IEC 61850](#) como fue concebido, era para la automatización de subestaciones y la telecomunicación entre sus dispositivos, en los diferentes niveles de control, siempre enfocado para la comunicación interna de la subestación; cuenta con 14 partes principales, provenientes de 10 capítulos. Estos 10 capítulos son los siguientes:

- IEC 61850-1: Introducción y vista general.
- IEC 61850-2: Glosario.
- IEC 61850-3: Requerimientos generales.
- IEC 61850-4: Sistema y administración del proyecto.
- IEC 61850-5: Requerimientos de comunicación para las funciones y modelado de equipos.
- IEC 61850-6: Lenguaje de descripción de la configuración para sistemas de automatización.
- IEC 61850-7: Estructura básica de comunicación para la subestación y alimentadores.
- IEC 61850-8: Servicios de comunicación específicos de mapeo (SCSM)- MMS.
- IEC 61850-9: Servicios de comunicación específicos de mapeo (SCSM)- SV.
- IEC 61850-10: Pruebas de conformidad.

El alcance de cada documento, se describe brevemente en lo que sigue:

- IEC 61850-1 - Introduction and overview:

Este reporte técnico es aplicable a Sistemas de Automatización de Subestaciones – Substation Automation Systems (SAS). Define la comunicación entre Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IEDs) en la subestación y los requerimientos relacionados del sistema. Esta parte brinda una introducción y una visión general de la serie [IEC 61850](#).

- IEC 61850-2 - Glossary:

Este documento contiene el glosario de la terminología específica y definiciones utilizadas en el contexto de SAS en las diferentes partes del estándar.

- IEC 61850-3 - General requirements:

Las especificaciones de esta parte pertenecen a los requerimientos generales de la red de comunicaciones con énfasis en los requerimientos de calidad. Trata además las pautas para condiciones ambientales y servicios auxiliares, con recomendaciones basados en la relevancia de requerimientos específicos de otros estándares y especificaciones.

- IEC 61850-4 - System and project management:

Las especificaciones de esta parte se refieren a la gestión del sistema y del proyecto con respecto al proceso de ingeniería y sus herramientas de soporte; al ciclo de vida del sistema global y sus IEDs; al aseguramiento de la calidad comenzando con la etapa de desarrollo y finalizando con la discontinuación y fuera de servicio del equipamiento del SAS y sus IEDs. Se describen los requerimientos del sistema y el proceso de gestión del proyecto y herramientas especiales de soporte para ingeniería y ensayo.

- IEC 61850-5 - Communication requirements for functions and device models:

Las especificaciones de esta parte se refieren a los requerimientos de comunicaciones de las funciones realizadas en el SAS y en los modelos de dispositivos. Se identifican todas las funciones conocidas y sus requerimientos de comunicaciones. La descripción de las funciones no se utiliza para estandarizar las funciones, sino para identificar los requerimientos de comunicaciones entre servicios técnicos y la subestación y requerimientos de comunicaciones entre IEDs en la subestación. El objetivo básico es la interoperabilidad para todas las interacciones.

- IEC 61850-6 - Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs:

Esta parte de la serie IEC 61850 especifica un formato de archivo para describir configuraciones vinculadas con comunicaciones con IEDs y parámetros de IEDs, configuraciones de sistemas de comunicaciones, estructuras de playas o patios, y las relaciones entre ellas. El principal propósito de este formato es intercambiar descripciones de capacidad de IEDs, y descripciones de SAS entre herramientas de ingeniería de IED y herramientas de ingeniería de sistemas de diferentes fabricantes en forma compatible. El lenguaje definido se denomina Lenguaje de descripción de Configuración de Subestación Substation Configuration description Language (SCL). El IED y el modelo del sistema de comunicaciones en SCL está de acuerdo con IEC 61850-5 e IEC 61850-7-x. Las extensiones específicas SCSM o reglas de utilización pueden ser requeridas en partes apropiadas. El lenguaje de configuración se basa en el Extensible Markup Language (XML) versión 1.0.

- IEC 61850-7-1 - Basic communication structure for substation and feeder equipment – Principles and models:

Este documento de la serie IEC 61850 introduce los métodos de modelado, los principios de comunicaciones, y los modelos de información que son utilizados en las partes de IEC 61850-7-x. El propósito de este documento es proveer, desde un punto de vista conceptual, asistencia para entender los conceptos básicos de modelado y métodos de descripción para modelos específicos de información de subestación para sistemas de automatización de subestación, funciones de dispositivos utilizadas para propósitos de automatización de subestaciones, y sistemas de comunicaciones para proveer interoperabilidad.

- IEC 61850-7-2 - Basic communication structure for substation and feeder equipment – Abstract communication service interface (ACSI):

Define el ASCI (Abstract Communication Service Interface) en términos de un modelo de clase jerárquico de toda la información que puede ser accedida

a través de una red de comunicaciones y los servicios que operan sobre estas clases de parámetros asociados con cada servicio.

- IEC 61850-7-3 - Basic communication structure for substation and feeder equipment – Common data classes:

Esta parte de la norma [IEC 61850](#) especifica tipos de atributos comunes y clases de datos comunes relacionadas con aplicaciones en subestaciones.

- IEC 61850-7-4 - Basic communication structure for substation and feeder equipment – Compatible logical node classes and data classes:

Esta parte de la [IEC 61850](#) especifica la información del modelo de dispositivo y funciones relacionadas a las aplicaciones de una subestación. En particular, especifica los nombres de nodos lógicos compatibles y los nombres de los datos para la comunicación entre IEDs. Esto incluye la relación entre nodos lógicos y datos. Para alcanzar interoperabilidad, todos los modelos de datos necesitan una buena definición en cuanto a semántica y sintaxis. La semántica de los datos es provista por nombres asignados a nodos lógicos y a los datos que ellos contienen, como fueron definidos en esta parte del documento. Las definiciones de nombres de datos y nombres de nodos lógicos compatibles encontrados en esta parte y la semántica asociada son fijos. La sintaxis de las definiciones de tipo de todas las clases de datos son definiciones abstractas provistas por IEC 61850-7-2 e IEC 61850-7-3.

- IEC 61850-8-1 - Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3:

El mapeo permite el intercambio de datos sobre Redes Locales ISO/IEC 8802-3, entre los diversos tipos de equipamiento de una subestación. Algunos de los protocolos utilizados en este documento son de ruteo, por lo que las comunicaciones no están restringidas a la red de área local. El intercambio de datos permite el monitoreo en tiempo real de datos de control, incluyendo valores medidos, etc. También especifica un método para el intercambio de datos críticos y no críticos en tiempo a través de la red de área local relacionando las tramas ACSI a MMS e ISO/IEC 8802-3. Los servicios y protocolos MMS son especificados para operar sobre los modelos de comunicaciones OSI y TCP completos. También provee soporte para arquitecturas centralizadas y distribuidas.

distribuidas. - IEC 61850-9-1 - Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link:

Esta parte se aplica a transformadores de medida de tensión y corriente (ECT y EVT) con salida digital vía una unidad concentradora (merging unit), para su utilización con instrumentos electrónicos de medida y de protecciones. Para salidas digitales el estándar considera conexiones punto a punto desde la unidad concentradora a los instrumentos electrónicos de medida. Esto permite interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes.

- IEC 61850-9-2 - Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3 2:

Define el SCSM para valores muestreados sobre ISO/IEC 8802-3. La intención de esta definición es reforzar la [IEC 61850-9-1](#) para incluir el mapeo completo del modelo de valores muestreados. Se aplica a transformadores de corriente y tensión electrónicos (ECT y EVT con salida digital), unidad concentradora, y dispositivos electrónicos inteligentes como por ejemplo: unidades de protección, controladores de bahía y medidores.

El enfoque de este estándar ha cambiado desde su nombre, ya no enfocado a subestaciones, sino a sistemas de potencia, dando la oportunidad de contar con los beneficios de la estandarización, a las diferentes áreas de la industria eléctrica. Por lo tanto lo han tomado como un eslabón importante para la formación de la red inteligente, su cubrimiento al sistema eléctrico debe cubrir todas las áreas de comunicación, en donde exista el manejo de potencia eléctrica.

Todas estas nuevas extensiones de la norma son basadas y respaldadas por los conceptos de las 14 partes principales.

MODELADO DE DATOS

IEC 61850 define dentro de su fundamento la existencia de tres niveles de operación en un sistema eléctrico (inicialmente subestaciones y extendido a centrales de generación hídricas en su edición 2) (Fig. 1).

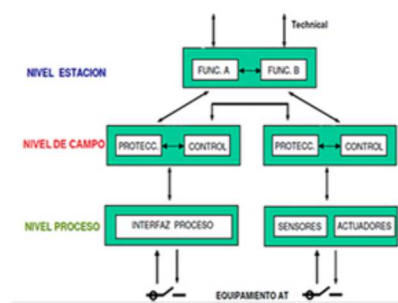


Figura 1 Modelo de interfaz

A partir de las funciones de monitoreo, control y protección que se llevan en los tres niveles se crean objetos o modelos de información, que interactúan entre ellos por medio de servicios de comunicación para después ser representados (mapeados) en un protocolo específico. Los datos son agrupados por restricciones funcionales (RF) organizados dentro de nodos lógicos (LN) en dispositivos lógicos (LD) ubicados en equipos físicos. En la Fig. 2 se presenta la organización de datos que plantea la norma.

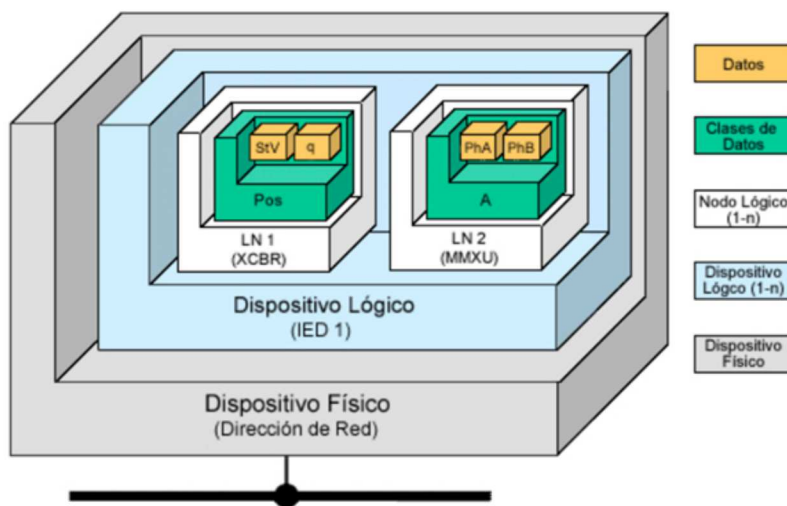


Figura 2 Modelo de información

La representación de la estructura de un dato en IEC61850 se muestra a continuación en la fig. 3



Figura 3 Estructura general de un dato

Puntos de acceso:

Son los puntos de conexión lógicos para la comunicación. Estos serán un puerto serie, una conexión Ethernet, o bien una dirección cliente servidor dependiendo del stack utilizado. Cada uno de los puntos de acceso de un IED a un bus de comunicaciones se define de forma única. Cada servidor tiene un único punto lógico de acceso.

En el estándar se define un total de 92 logical nodes, divididos en 6 grupos principales:

Equipos lógicos (Logical devices LD):

Son grupos de nodos lógicos (LN) para una misma función (protección, control, grabación de las variaciones). Es condición indispensable que estos equipos lógicos se encuentren en el mismo equipo físico.

Nodos lógicos (Logical nodes LN):

Son los pilares fundamentales de las funciones. Se trata de la parte más pequeña de una función que intercambia datos. Los nodos lógicos es un objeto que se define por una serie de datos y métodos.

Datos (data objects DO):

Corresponde a las distintas partes de los nodos lógicos, las cuales representan información más específica, como por ejemplo el estado o medida de un elemento. Los nodos lógicos y datos que forman parte de un equipo lógico son cruciales para la descripción e intercambio de información para conseguir interoperabilidad en los sistemas de automatización de subestaciones. Tanto los equipos lógicos como los nodos lógicos y los datos tienen que configurarse. La principal razón por la cual deben de configurarse éstos conceptos, es seleccionar apropiadamente los nodos lógicos y datos y asignar el valor específico, por ejemplo el valor inicial del proceso de datos.

Funciones y nodos lógicos:

El objetivo del estándar es especificar los requisitos y proporcionar un marco de trabajo para conseguir interoperabilidad entre IEDs de distintos fabricantes.

La asignación de funciones a los equipos (IEDs) y niveles de control no es fija. Normalmente depende de requisitos disponibilidad, funcionamiento, restricción de costes, etc. Por lo tanto, el estándar debe soportar cualquier tipo de asignación de funciones. Para permitir una libre asignación de funciones, la interoperabilidad debe estar proporcionada entre funciones, las cuales residen en equipos de distintos proveedores. Las funciones se dividen en pequeñas partes, que se localizan en distintos equipos físicos pero de forma que se mantenga la comunicación de unas con otras. Estas partes que forman una función se denominan nodos lógicos (LN).

Las funciones (funciones de aplicación) de los SAS son control y supervisión, al igual que protección y supervisión de los equipos primarios. Otras funciones (funciones del sistema) están relacionadas con el sistema propiamente dicho, como por ejemplo la supervisión de la comunicación.

Nodos lógicos

El principal objetivo del estándar [IEC 61850](#) es proporcionar interoperabilidad entre los equipos IEDs de distintos fabricantes, de forma más precisa, entre las funciones que tienen lugar en la subestación y residen en los equipos físicos de distintos fabricantes.

La información, dentro del entorno de subestaciones, se intercambia entre los equipos que forman los sistemas de automatización de subestaciones, es decir los datos fluyen entre las funciones y sub-funciones de estos equipos. En el nuevo estándar lo que se propone es representar todas las funciones y equipos utilizados en el sistema, por medio de nodos lógicos (LN, Logical Nodes). De esta forma toda la información de las subestaciones se estructura en unidades atómicas, los LNs. Además también existe la posibilidad de poder incorporar nuevos nodos

lógicos en el futuro, siempre y cuando siga las reglas definidas en el estándar. Para alcanzar los requisitos principales de asignación y distribución libre de funciones, todas las funciones deben de descomponerse en nodos lógicos. Para poder intercambiar datos entre los distintos nodos, la norma define las conexiones entre nodos a través de conectores lógicos (LC, Logical Connections).

En la figura se muestra los enlaces entre los nodos lógicos. Cada LN se asigna a una función y a un equipo (PD, Physical Device), pudiendo existir varias funciones dentro de un mismo equipo. Los equipos se conectan a través de conexiones físicas (PC, Physical Connections), de forma que un nodo lógico es parte de un equipo físico, y una conexión lógica es parte de una conexión

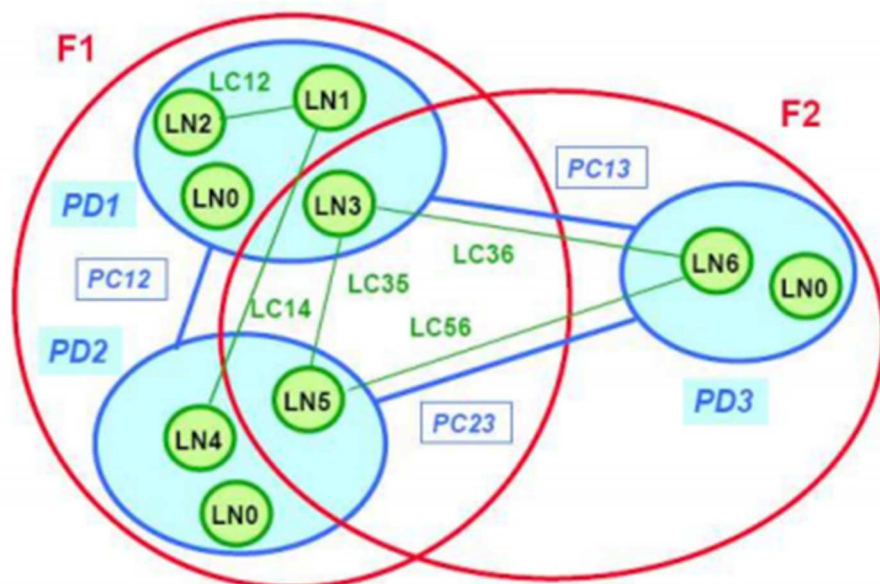


Figura 4 Enlaces entre nodos Logicos

En el estándar se define un total de 92 logical nodes, divididos en 6 grupos principales:

- Nodos lógicos para las funciones de protección.
- Nodos lógicos para el control.
- Equipos físicos.
- Seguridad del sistema y de los equipos.
- Nodos lógicos relacionados con los equipos primarios.
- Nodos lógicos relacionados con los servicios del sistema.

Tabla 1 Grupos de lógicos

Indicador	Grupo de Nodos Lógicos	Funciones	Cant.
L	Nodos Lógicos del Sistema		3
P	Funciones de Protección	PTOC, PIOC, PDIS, PDIF, etc	28
R	Funciones relacionadas con Protecciones	RREC, RSYN, etc	10
C	Control Supervisado	CSWI, CILO, CALH, CPOW	5
G	Funciones Genéricas	GGIO, GAPC, GSAL	3
I	Interface y Archivo	IHMI, ITCI, IARC, ITMI	4
A	Control Automático	ATCC, ANCR, ARCO, AVCO	4
M	Medidores y Medidas	MMXU, MMTR, MHAI, MSQI	8
S	Sensores y Monitorización	SIMG, SARC, SPDC	4
X	Reconectores y seccionadores	XCBR, XSWI	2
T	Transformadores de Medida	TCTR, TVTR	2
Y	Transformadores de Potencia	YPTR, YLTC, YEFN, YPSH	4
Z	Otros Equipos	ZBAT, ZGEN, ZMOT, etc	15

Todos los nombres de los nodos lógicos empiezan con la letra indicadora del grupo al que pertenecen.

Descomposición de funciones en LNS

A continuación se muestra un ejemplo de descomposición en distintos nodos

lógicos de las siguientes funciones:

- Protección de distancia.
- Protección de sobrecorriente.
- Conmutación sincronizada de interruptor.

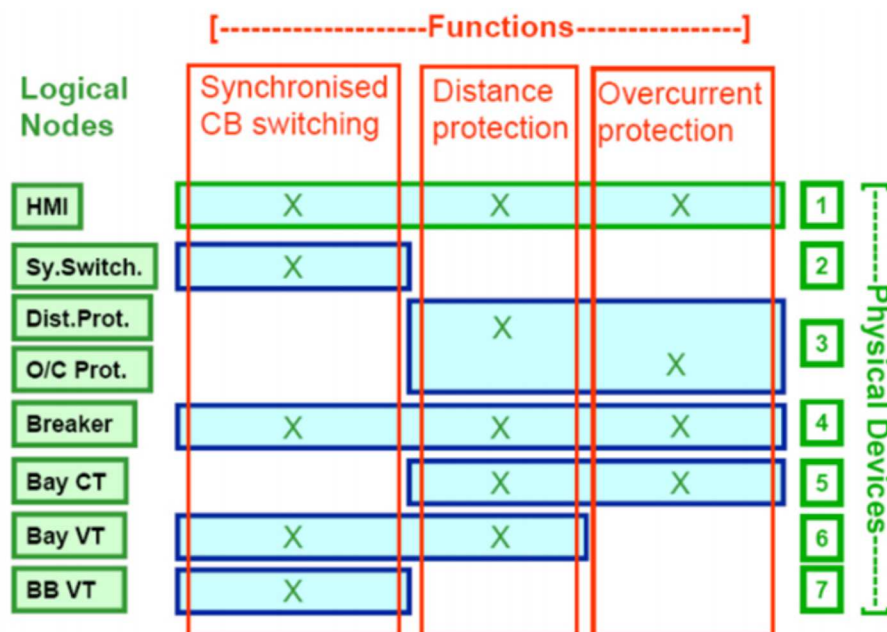


Figura 5 Descomposición de funciones lógicas en nodos lógicos

Estas funciones se descomponen en los nodos lógicos. Estos nodos lógicos a su vez forman parte de una serie de equipos físicos, los cuales se representan en la figura con números que indican:

- 1) IHM de estación.
- 2) Equipo de conmutación sincronizado.
- 3) Unidad de protección de distancia, con la función de sobrecorriente integrada.
- 4) Unidad de control de bahía.
- 5) Transformador de corriente.
- 6) Transformador de tensión.
- 7) Transformador de tensión.

Las funciones de distancia, sobrecorriente y conmutación se dividen en distintos nodos lógicos. Los nodos lógicos no son excluyentes, sino que un mismo nodo lógico puede formar parte de dos o más funciones diferentes, por ejemplo HMI, están presentes en las tres funciones, mientras que el nodo lógico de transformador de corriente solamente en la protección de distancia y sobrecorriente. Por otra parte, los equipos físicos contienen varios nodos lógicos, de forma que pueden existir varias funciones dentro de un PD.

Atributos asociados a los nodos lógicos:

Los nodos lógicos es un objeto que define con una serie de datos y atributos. Los atributos que componen los nodos lógicos son:

- LNName.
- LNREF.
- DATA.
- DATA-SET.
- BRCB.
- URCB.
- LCB.
- LOG.
- SGCB.
- GoCB.
- GsCB.
- MSVCB.
- USVCB.

Además la norma define la sintaxis necesaria de los distintos conceptos del modelo de datos:

a) LNNName – Logical node name

El atributo LNNName se usa para identificar inequívocamente el nodo lógico del que se trata, dentro del equipo lógico al que pertenece.

b) LNRef – Logical node ObjectReference

Se trata del único camino para llegar al equipo lógico en cuestión, y tiene la siguiente estructura. Es decir, este atributo identifica el logical device al que pertenece el LN en cuestión.

c) Data [1..n] DataSet [0..n]

Identifican todos los datos que pertenecen al nodo lógico.

d) BufferedReportControlBlock [0..n] y UnbufferedReportControlBlock [0..n]

Identifican el BRCB y el URCB que contiene el nodo lógico. Ambos atributos representan la información correspondiente a los informes de control, siendo el primer atributo propio de los informes con búfer para evitar pérdida de datos durante desconexiones.

e) LogControlBlock [0..n] y SettingGroupControlBlock [0..1]

Identifican el LCB y el SGCB respectivamente que pertenezcan al nodo lógico en cuestión. El atributo LCB representa la información de control cuyo valor puede ser modificado, mientras que en los dispositivos lógicos, que tengan el atributo SGCB, agruparán múltiples valores de DataAttributes utilizando functional constraint SG. Cada uno de estos grupos contiene un valor para cada DataAttribute.

f) Log [0..1] , GOOSEControlBlock [0..n] y GSSEControlBlock [0..n]

Estos tres atributos identifican los LOG, GOCB y GSCB que forman parte de LLN0, Logical Node Zero. Este nodo lógico representa los datos comunes del equipo lógico, mientras que los atributos GOCB y GSCB representa la información acerca del control del servicio goose y control de los eventos generales de la subestación respectivamente.

g) MulticastSampledValueControlBlock[0..n], UnicastSampledValueControlBlock [0..n]

Estos atributos identifican los MSVCB y USVCB que forman parte de LLN0. Estos atributos representan la información relativa al control de los valores muestreados.

Datos y Atributos

La semántica de los nodos lógicos se representa mediante datos y atributos. El número medio de datos propios a un nodo lógico es aproximadamente 20. Cada uno de estos datos contiene a su vez una serie de detalles, los cuales se conocen como atributos, Data attributes. Las clases de DATOS representan la información significativa de los dispositivos de automatización. Los valores de estos DATOS, por ejemplo, pueden tener acceso de lectura (GetDataValues) o bien pueden ser ajustados (SetDataValues). En el apartado IEC 61850-7-4 la norma especifica una lista de datos, por ejemplo, Pos para la posición, OilFil para la filtración del aceite, etc.

La composición de DATOS en IEC 61850-7-4 está basada en plantillas comunes (las clases de DATOS comunes, CDC) especificadas en el apartado IEC 61850-7-3. Cualquier grupo de DATOS (o parte de DATOS) pueden ser, a su vez, agrupados para construir un grupo determinado DATA-SET aplicando el servicio CreateDataSet. Estos DATA-SET, también tienen acceso de lectura (GetDataSetValues) y escritura (SetDataSetValues).

Los Logical Nodes se definieron con una serie de datos obligatorios (Mandatory) y otros opcionales (Optional). A continuación se muestra un extracto de la norma

como ejemplo de Logical Node. Concretamente se trata de PIOC (Protección instantánea de sobrecorriente):

DATA	CDC	Description	M/O
		All mandatory from common definition	M
OpCntRs	INC	(trip) operation count	O
		Status information	
Str	ACD	Protection start, general and per phase	O
Op	ACT	Trip, general and per phase	M, transient
		Settings	
StrVal	ASG	Start value	O

Figura 6 Datos Protección sobrecorriente

En principio lo único exigible a la totalidad de fabricantes son los datos obligatorios. Los opcionales se definieron de forma que si un fabricante desea implementarlos los deberá implementar como fije la norma, pero no es obligatorio que se implemente para cumplir con la norma IEC61850. En la norma quedan definidos un total de 355 tipos de datos. Estos datos se pueden clasificar de la siguiente forma:

Clase de Datos	Cantidad
Información del sistema	13
Información de los equipos físicos	11
Medidas	66
Valores muestreados	14
Datos controlables	36
Información de estados	85
Ajustes	130
TOTAL	355

Figura 7 Tipos de datos

ATRIBUTOS ASOCIADOS A LOS DATOS

Los atributos que pertenecen a los datos deben de seguir la siguiente estructura que presenta la norma:

DATA class		
Attribute name	Attribute type	Value/value range/explanation
DataName	ObjectName	Instance name of an instance of DATA, for example, PhV (1st level), phsA (2nd level)
DataRef	ObjectReference	Path-name of an instance of DATA, for example, MMXU1.PhV or for example, MMXU1.PhV.PhsA
Presence	BOOLEAN	Indicates mandatory/optional
DataAttribute [0..n] DataAttributeType FunctionalConstraint TrgOp [0..n]	DAType FC TriggerConditions	For example, Vector class of IEC 61850-7-3 for example, MX for example, dchg
Specializations of DATA		
CompositeCDC [0..n]	DATA	For example, WYE class of IEC 61850-7-3
SimpleCDC [0..n]	COMMON-DATA	For example, CMV class of IEC 61850-7-3
Services GetDataValues SetDataValues GetDataDirectory GetDataDefinition		

a) DATA NAME:

El atributo **DataName** identifica inequívocamente los DATOS dentro del nodo lógico.

b) DATA ref.

Se trata del camino único de los datos, y tiene la siguiente estructura.

c) Presence:

Este atributo es de tipo **BOOLEANO** y especifica si los DATOS dentro de un CDC (Common Data Clases) o nodo lógico son obligatorios (Presence = TRUE) u opcionales (Presence = FALSE).

d) Data attribute:

Los atributos de los datos a su vez deben especificar:

DAType: El tipo de dato esta normalizado y debe de seguir la estructura:

DAType		
Attribute name	Attribute type	Value/value range/explanation
DATName	ObjectName	Instance name of an instance of DAType , for example, cVal (1st level), mag (2nd level), f (3rd level)
DATRef	ObjectReference	Path-name of an instance of DAType for example, MMXU1.PhV.phsA.cVal for example, MMXU1.PhV.phsA.cVal.mag or for example, MMXU1.PhV.phsA.cVal.mag.f
Presence	BOOLEAN	Indicates mandatory/optional
Specializations of DAType		
CompositeComponent [0..n]	DAType	For example, mag in Vector class of IEC 61850-7-3 for example, f in AnalogueValue of IEC 61850-7-3
PrimitiveComponent [0..1]	BasicType	For example, FLOAT32 class of IEC 61850-7-3 for f
NOTE 1 An instance of a DAType may contain 0 or more instances of a CompositeComponent or a PrimitiveDAT . However, they cannot both be absent, so at least one of these elements must be present.		
NOTE 2 The structure of a DAType is recursive since a CompositeComponent is also of type DAType . The level of recursion may be restricted by a SCSM, so the number of levels of recursion of CompositeComponents is normally no greater than 2.		

Funcional constraint (FC)

De un punto de vista de aplicación, los **DataAttributes** se clasifican según su utilización específica; por ejemplo, algunos atributos son usados con el objetivo de controlar, otros atributos indican medidas o grupos de ajuste. Los funcional constraint (FC) son una propiedad del **DataAttribute** que caracteriza estos atributos.

Los funcional constraint (FC) se pueden utilizar tanto en la definición de DATOS (contenido en nodos lógicos) como en algunos bloques de control (por ejemplo, BRCB).

Ejemplo de descomposición de datos

Dentro del nodo lógico XCBR, el cual representa la información de un interruptor real, existen una gran cantidad de datos que representan aplicaciones específicas. Un ejemplo de atributo sería la posición de dicho interruptor. Para modelar la información relativa a su posición se define el dato POS.

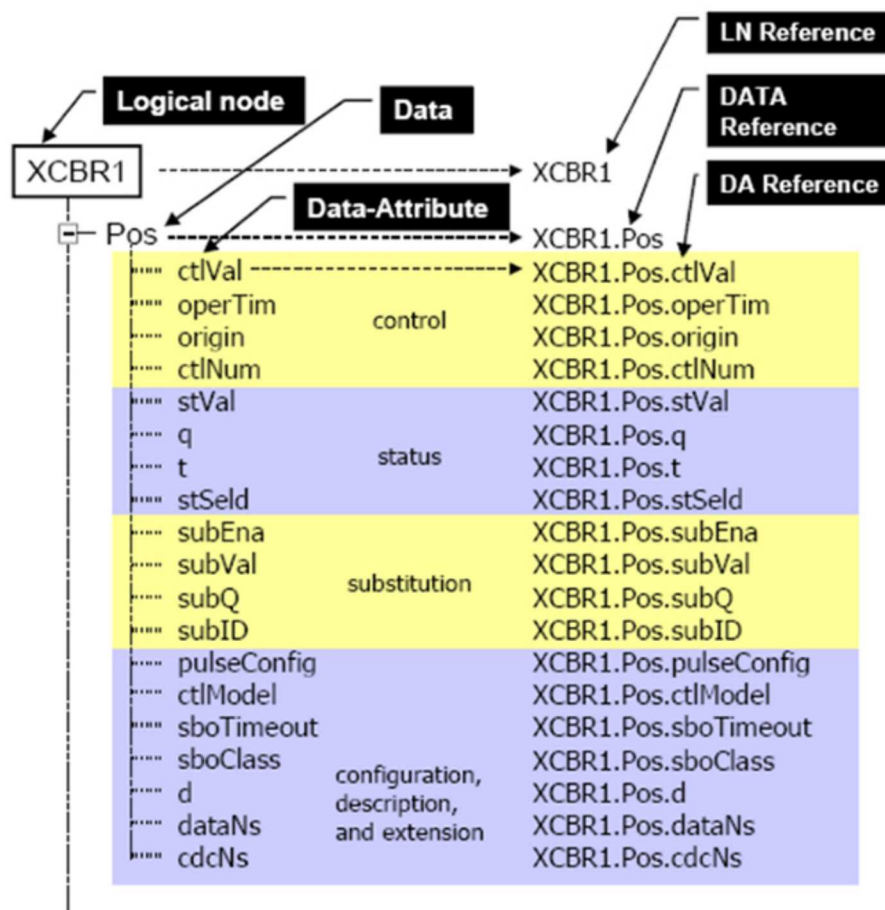


Figura 8Ejemplo descomposicion de datos

El dato posición, Pos, tiene a su vez aproximadamente 20 atributos asociados. Por ejemplo Pos.ctlVal representa toda la información que se puede controlar, es decir puede cambiar por activa o inactiva. Por otro lado, el dato asignado a la posición tiene el atributo Pos.stVal, el cual representa la posición real del interruptor (puede ser: estado intermedio, off, on o bien estado crítico). Todos estos atributos se organizan de forma que todos los relativos al control, estado, configuración etc. se presentan en la lista juntos. Todos los atributos de datos quedan definidos por su nombre y tipo, los cuales están estandarizados. En el caso de stVal y ctlVal.

La información relativa al atributo de posición Pos, contiene varios atributos que se pueden encontrar en otras muchas aplicaciones. La primera característica de la posición es el atributo stVal, status value, el cual representa cuatro estados distintos (estado intermedio, off, on o bien estado crítico). Estos cuatro estados, representados con dos bits, se conocen comúnmente con el nombre información de "double point". Mientras que el conjunto de atributos definidos en el dato Pos, se denomina Common Data Class, CDC.

Common Data Class CDC.

Las Common Data Classes proporcionan una reducción del tamaño de las definiciones de los datos. La definición de datos no necesita una lista de todos los atributos que la forman, sin embargo necesita hacer referencia a su Common Data class. En el apartado IEC 61850-7-3 la norma define un amplio rango de Common Data Classes para las distintas aplicaciones. Se clasifican en:

- Información de estado.
- Información de medidas.
- Información de estados controlables.
- Ajuste de estados.
- Ajustes analógicos.
- Información de descripción.

LENGUAJE DE CONFIGURACIÓN DE SUBESTACIÓN (SCL)

SCL, es el acrónimo de Substation Configuration Language, lenguaje descriptivo de configuración, que define la norma IEC 61850 en la parte 6. Se trata de un lenguaje basado en W3C XML, y se basa en los estándares XML. SCL es básicamente una especificación del sistema acerca de los las distintas conexiones existentes entre los equipos de la subestación en el diagrama unifilar, al mismo tiempo que documenta la asignación de los nodos lógicos a los equipos y unidades que integran el unifilar, para: definir la funcionalidad, puntos de acceso y los pasos para el acceso a subredes de todos los posibles clientes.

Este lenguaje define un formato capaz de describir la ingeniería de un sistema de automatización de subestaciones, proporcionando una descripción estandarizada de:

- Funcionalidad del sistema de automatización.
- Estructura lógica de la comunicación del sistema,
- Relación entre los equipos y sus funciones.

El objetivo principal del lenguaje SCL es el intercambio interoperable de los datos de ingeniería en la subestación entre las herramientas de ingeniería de los distintos fabricantes. Este modelo también permite obtener una configuración automatizada de las funciones y de las comunicaciones, así como la comprobación del funcionamiento del sistema.

Para poder proporcionar esta interoperabilidad es necesario:

- Una descripción formal del sistema de automatización de la subestación, incluyendo todos los enlaces de comunicación.
- Describir sin ningún tipo de ambigüedad las capacidades de los dispositivos IEDs,
- Descripción de los servicios de comunicación aplicables.
- Descripción formal de la relación entre la instalación de distribución y los datos del sistema de automatización.

Usar un mismo lenguaje es un requisito obligatorio (pero no suficiente) para conseguir la interoperabilidad entre todos los componentes de una subestación.

El proceso real como se ha conseguido la interoperabilidad se resume en la siguiente figura:

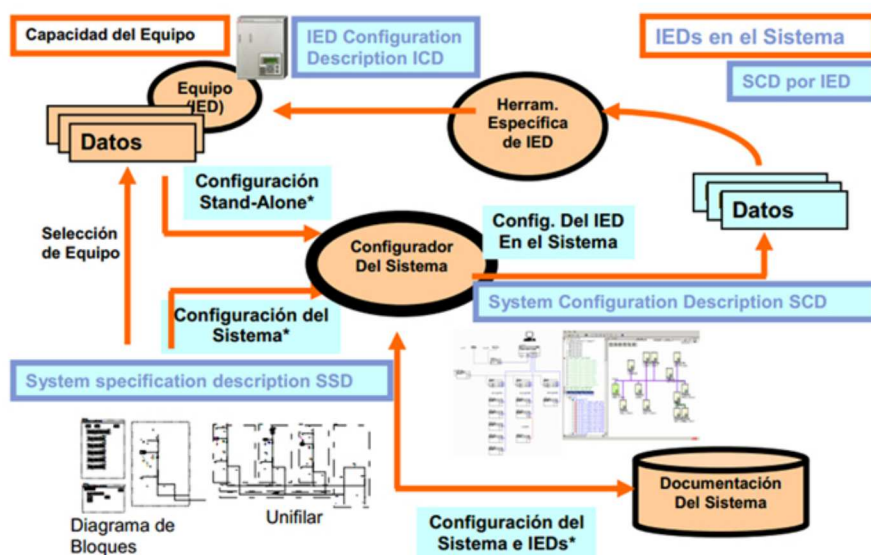


Figura 9 Proceso del lenguaje de configuración de la subestación

Los archivos de la SCL se utilizan para intercambiar los datos de configuración entre diversas herramientas, posiblemente de distintos fabricantes. Hay por lo menos cuatro tipos de intercambio de datos, y por lo tanto cuatro clases de archivos SCL.

Esto se hace por medio de diversas extensiones de archivo. Sin embargo, el contenido de cada uno de estos archivos obedecerá las reglas del lenguaje SCL. Cada archivo debe especificar la versión y el número de revisión para poder distinguir entre las distintas versiones del mismo archivo. Esto significa que cada

herramienta tiene que guardar la información acerca de la versión y el número de revisión del archivo que ya ha exportado.

Datos en SCL

Los intercambios de datos, existentes en el entorno de las subestaciones se puede recoger en los siguientes cuatro puntos:

- El intercambio de datos entre las herramientas de configuración de los IEDs y las herramientas de configuración del sistema.
- El intercambio de datos entre las herramientas de especificaciones del sistema y las herramientas de configuración del sistema.
- El intercambio entre la herramienta de configuración del sistema y la herramienta de configuración de los equipos IEDs.
- El intercambio de datos entre la herramienta de configuración de los IEDs a los equipos IEDs.

Esto se hace a través de diversos archivos fundamentales del lenguaje SCL, que la norma define en el apartado IEC 61850-6 son:

.ICD (IED Capability Description),

contiene las características de cada dispositivo relacionadas con las funciones de comunicación y el modelo de datos.

Cada archivo .ICD contiene un apartado para la descripción del dispositivo, en la que se recoge:

- Las características relacionadas con el servicio de comunicación, como por ejemplo si los servicios de transferencia de archivos está preparado.
- Las características de configuración del equipo, por ejemplo cuantos bloques de control pueden ser configurados dinámicamente o por medio de un archivo SCD.
- Los datos relacionados con la funcionalidad y los datos en términos de nodos lógicos (LN) y el contenido de los datos (DATA).

.SSD (System Specification Description),

Contiene las especificaciones de partida para la definición del sistema: el esquema unifilar junto a las funciones que se realizarán en los equipos primarios, en términos de nodos lógicos.

.SCD (System Configuration Description),

Se trata de un archivo que el integrador del sistema exportará como resultado de las ICDs y las SDDs, el cual contiene la configuración del sistema: todos los IEDs, la configuración de las comunicaciones y la descripción de la subestación.

.CID (Configured IED Description),

Contiene para cada equipo la configuración y todos los datos necesarios para describir la interacción con el resto de equipos del sistema.

Esto significa que un archivo SCL debe contener las siguientes informaciones:

- Descripción de la topología y nombres de la aparamenta.
- Configuración de los IEDs, en términos de los logical nodes.
- Relación entre las funciones de los IEDs y la aparamenta.
- Descripción de la red de comunicaciones.

GOOSE

La transmisión de información implementada en el protocolo [IEC 61850](#) se puede realizar a través de servicios de comunicación que la misma norma establece (Fig. 10), entre los que se tienen la transferencia rápida de eventos (GOOSE), la sincronización de tiempo (NTP, IEE-1588), transferencia de archivos, mensajes MMS y gestión de la red (SNMP)

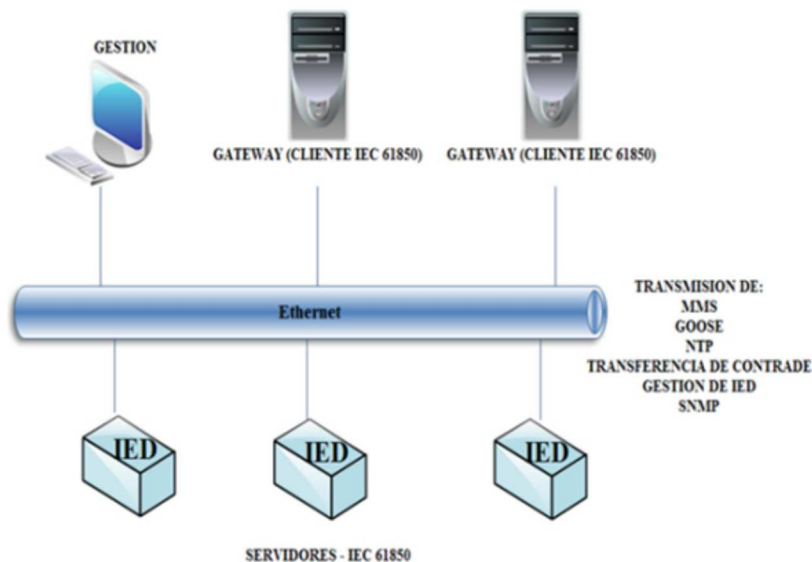


Figura 10 Servicios soportados en IEC 61850

Los datos de procesos se transmiten a través de mensajes GOOSE o también nombrada como la transmisión rápida de eventos, la cual se basa en la norma IEEE 802.1q de Ethernet, con la posibilidad de enviar a través de la red mensajes con un bit de prioridad, para transmitir información que requiera de mucha velocidad, como es el caso de los disparos y eventos requeridos para enclavamientos en los sistemas eléctricos que oscilan desde los 150ms.

En la Fig. 11 se presenta el esquema de funcionamiento de la prioridad en los mensajes GOOSE; cuando es generado, al tener una prioridad mayor a las tramas comunes, este sobrepasa la cola de transmisión y el mensaje es enviado a la red, garantizando tiempos cortos en la transmisión en casos de tener avalanchas de información.

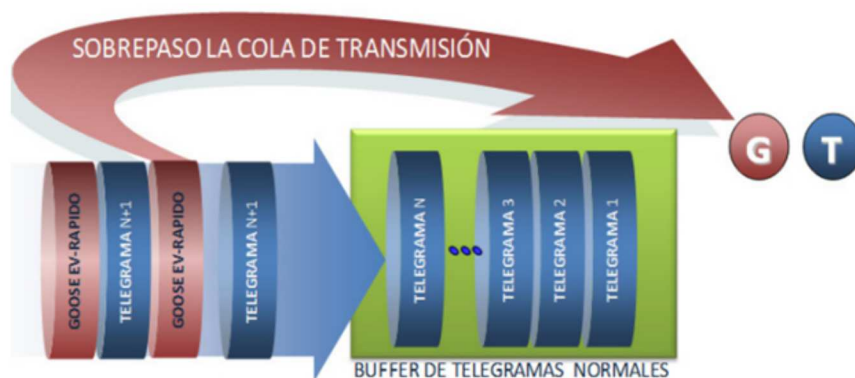


Figura 11 Mensaje Goose con prioridad

Los mensajes del servicio GOOSE son de tipo multicast, es decir, que son transmitidos a varios dispositivos de la red, los cuales están suscritos para recibir el mensaje y posteriormente procesarlos. Estos datos son organizados en un DataSet. Como la transmisión es de tipo multidifusión no existe un proceso de acuso de recibo del dato, por lo tanto, se requiere de un mecanismo de repetición del mensaje para asegurar la transmisión óptima del mismo. Esta retransmisión consiste en estar enviando repetidamente el mensaje GOOSE. En estado estable, él envió se realiza cada cierto tiempo como se muestra en la Fig.12, sin embargo cuando ocurre un evento nuevo (cambio de estado de la señal enviada), el intervalo de transmisión se acorta, y es progresivamente aumentado hasta llegar nuevamente al tiempo normal del ciclo.

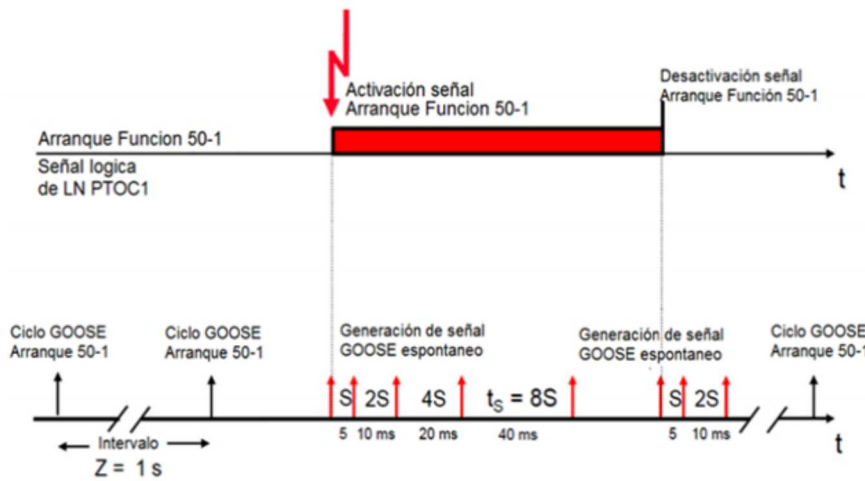


Figura 12 Tiempos para transmisión de Goose

A continuación se presenta una captura GOOSE obtenida con Wireshark:

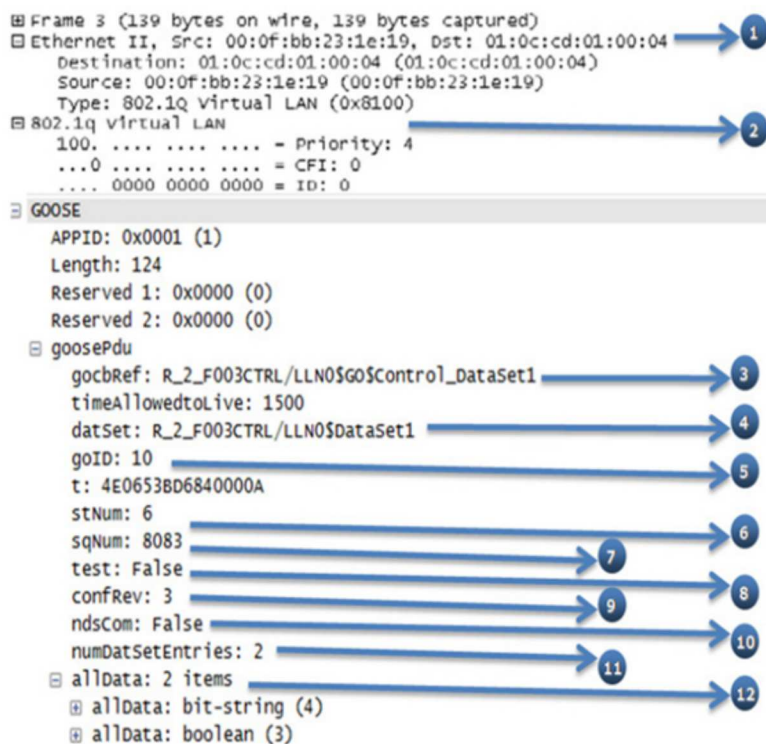


Figura 13 Trama Goose

- En (1) se presenta las direcciones MAC de la fuente y destino del mensaje, estas son direcciones virtuales generadas por cada IED en el momento de la creación de un GOOSE, el rango es definido en [13] y varía desde 01-0c-cd-00-00 hasta la 01-0c-cd-01-ff.
- En (2) se presenta los parámetros de la VLAN, el primero de ellos es la prioridad que varía de 1-7 y que según las recomendaciones de [13], para mensajes GOOSE no debe colocarse en un valor menor a 4 (la norma define la prioridad en 4). Otro de los parámetros es el ID, el cual indica la VLAN que por defecto para estos mensajes es 0, sin embargo, es posible utilizar otro ID. Cuando se utilice una VLAN diferente de 0 para este tipo de mensajes hay que tener en cuenta la configuración de en los Switch debido a que el GOOSE es generado con Tagged.
- El gocbRef (3) indica la dirección donde se encuentra el origen de la información contenida en el mensaje.
- En (4) se define el nombre del Dataset, el cual se puede definir como el contenedor de la información enviada desde el dispositivo fuente a la red.
- El goID (5) es un identificador que representa el número ID de la aplicación de la trama Ethernet, es asociado a la aplicación donde se configura los mensajes GOOSE.
- El stNum (6) es un número que incrementa cuando existe un cambio de estado de algún dato contenido en el Dataset.

- 7 El sqNum (7) es un parámetro que representa el número de veces que ha sido enviado el mensaje desde su último cambio de estado.
- 8 Test (8) indica si el GOOSE está en prueba, esta función se utiliza en casos de que un IED este en modo prueba. Al activar esta función los otros IEDs detectan que el mensaje generado esta en modo prueba y no realizan ninguna función.
- 9 ConfRev (9) representa la llave de compatibilidad, es utilizado para tener un control de cambios y garantizar que en la red circulen mensajes validos para todos los integrantes del sistema.
- 10 El ndscom (10) indica si existe alguna falla o incompatibilidad en la configuración.
- 11 En (11) numDataSetEntries indica la cantidad de información que contiene el DataSet
- 12 En allData (12) se encuentra la información compartida por el IED fuente.

GLOSARIO

GOOSE (generic object oriented substation event)

IEC 61850 (estándar de redes y sistemas de comunicación en subestaciones")

LAN (red de área local)

IGMP (protocolo de mensajes de grupos de Internet)

MAC (control de acceso al medio)

MMS (especificación de mensajes de fabricación)

OSI (interconexión de sistemas abiertos)

RSTP (protocolo de árbol de expansión rápido)

SNMP (protocolo simple de administración de redes)

SNTP (simple Network Time Protocol)

TCP (protocolo de control de transporte)

HSR (high availability seamless redundancy)

PRP (protocolo de redundancia paralela)

UDP (protocolo de datagrama de usuario)

IED (dispositivos electrónicos inteligentes).

SCSM (Specific Communication Service Mapping)

Otras temas recomendados:

[Teoría DNP3](#) | [Modbus](#) | [Teoría IEC 60870-5-104](#) | [Capacitación en IEC 61850](#)



Cll 154 No. 17-63 PBX: (57 1) 755 99 00 comercial@axongroup.com.co
www.axongroup.com.co

Siganos:  

[SOLUCIONES](#) | [PRODUCTOS Y SERVICIOS](#) | [DESCARGAS](#) | [SOPORTE](#) | [ENTRENAMIENTOS](#) | [NOVEDADES](#) | [CONTÁCTENOS](#)