

APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR IEC 61850 EN LOS SISTEMAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA SUBESTACIONES DE ALTA TENSIÓN

Eduardo José Molina Ochoa

Ing. Electricista, Energy Transmission and Distribution Service
Siemens Austral Andina. molina.eduardo@siemens.com

Oscar David Flórez Cediel

Ing. Electricista, Esp. Telecomunicaciones, Esp. Instrumentación Electrónica,
Esp. Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, Magister Ing. Eléctrica,
Universidad Autónoma de Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. oscar.florez@fuac.edu.co

Recibido: 05-11-2009, aceptado: 17-11-2009, versión final: 12-12-2009¹

RESUMEN

En este documento se analiza la implementación de la metodología del nuevo estándar IEC 61850 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) de manera que se compara la misma contra la metodología convencional en pruebas fundamentales de relés de protección aplicado a subestaciones de alto voltaje. Adicionalmente también se analiza el desempeño de este nuevo estándar con el nuevo concepto de mensaje de comunicación a nivel de IED (Intelligent Electronic Device). Se obtiene un alto rendimiento en la red de datos gracias al medio de transmisión que es inmune a los problemas de interferencia electromagnética característicos en estos sitios, además de la flexibilidad en la reconfiguración de los parámetros de operación del sistema de protecciones.}

Palabras clave: IEC 61850 GOOSE, protecciones eléctricas, fibra óptica, SCADA

ABSTRACT

This paper discusses implementation of the methodology of the new standard IEC 61850 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) so as to compare it against the conventional methodology in fundamental tests applied to protective relays for high voltage substations. Additionally also analyze the performance of this new standard with the new concept of message-level communication IED (Intelligent Electronic Device). You get a high performance data network through the means of transmission that is immune to electromagnetic interference problems characteristic of these sites, besides the flexibility in the reconfiguration of the operating parameters of the system of protections.

Keywords: IEC 61850 GOOSE, electrical protection, fiber optic, SCADA

¹ Este artículo es el resultado de un proyecto de grado en Ingeniería Eléctrica.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la tecnología de control numérico aplicado a los esquemas de protección de subestaciones de alta tensión ha reducido notablemente el número de componentes distintos o equipos, lo cual ha aumentado la disponibilidad del sistema y ha reducido los costos asociados al mismo. Adicionalmente, el uso de redes LAN (Local Area Network) de alta velocidad para la transmisión de datos ahorra de manera considerable el volumen de cableado, y permite, gracias a su baja susceptibilidad a las interferencias electromagnéticas (en el caso de la fibra óptica) su utilización lo más cerca posible del proceso primario. De manera específica, entre los diferentes sistemas que tiene una subestación de alta tensión, uno de los más críticos son los de las protecciones eléctricas, en los que se ha logrado implementar a través del uso de IEDs basados en microprocesadores que ofrecen nuevas posibilidades tales como autosupervisión, mayor capacidad computacional para los algoritmos de protección y control, almacenamiento y envío de datos, manejo de eventos y análisis de fallas entre las principales.

Los desarrollos en esta área, aprovechando las nuevas tendencias tecnológicas han logrado

una reducción significativa de espacio físico requerido para la instalación de los sistemas de protección, medición, control y supervisión, como también en la cantidad de cable utilizado; lo cual influye directamente en una reducción en los costos del proyecto, mejoras en la operación, reducción y planificación del mantenimiento y adicionalmente brindan una serie de beneficios que representan ventajas importantes a la hora de compararlos con los sistemas convencionales.

2. EVOLUCIÓN DE LOS IED DE PROTECCIÓN Y COMUNICACIÓN

Las primeras investigaciones en el campo de la protección computarizada comenzaron en la década de los años 60, cuando las computadoras digitales comenzaron a reemplazar las herramientas tradicionales empleadas para el análisis de los sistemas de potencia. Inicialmente se resolvieron los problemas de flujos de carga, de cortocircuito y de estabilidad empleando nuevos programas con resultados satisfactorios.

La Figura 1 muestra como una familia de IEDs ha evolucionado desde la protección electromecánica hasta la protección de relés numéricos. Con esta evolución se observa que la velocidad

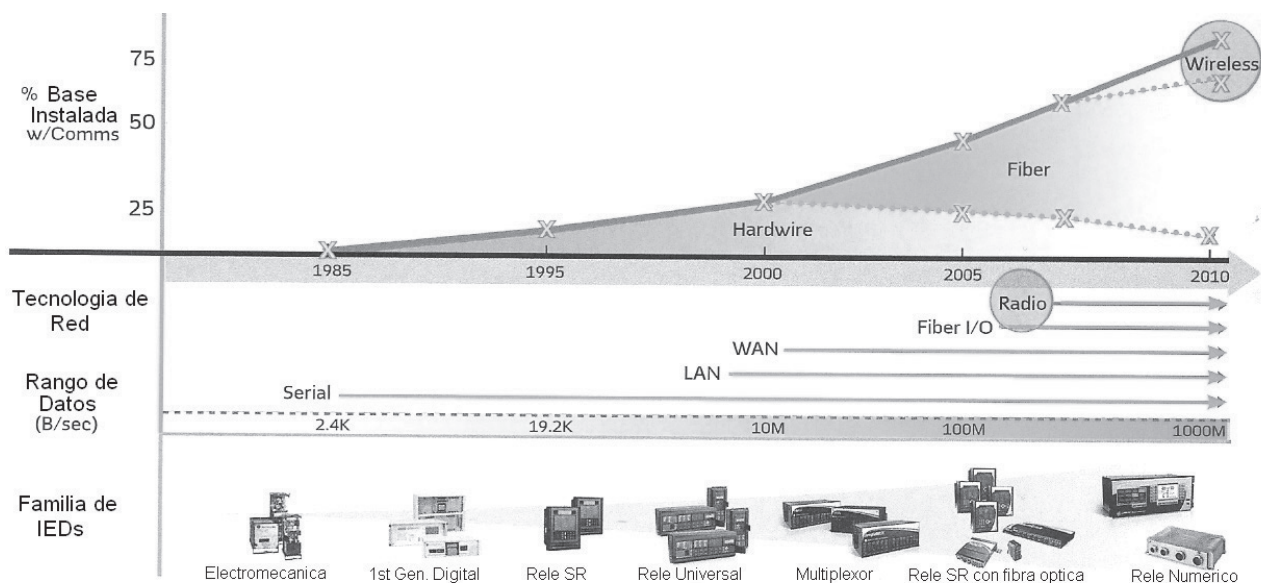


Figura 1. Evolución de IED

en la transmisión de datos también ha crecido brindando una respuesta rápida ante eventos o señales enviadas al sistema de potencia, el incremento en la velocidad de transmisión de datos garantiza al centro de control tener una ejecución y visualización de los equipos de corte y seccionamiento en tiempo real (Sollecito, 2008).

3. APLICACIÓN DE LA NORMA IEC 61850

La arquitectura de protección y control de una subestación actual difiere sustancialmente de la arquitectura de una subestación clásica por la aparición de los equipos programables de protección y control de cada posición así como por el equipo que realiza las labores de SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition -adquisición de datos y supervisión de control) local y enlace con el telemando y por las comunicaciones establecidas entre ellos.

La norma IEC 61850 trata de definir el bus de comunicaciones de la subestación teniendo en cuenta que datos están disponibles, como son descritos, accedidos e intercambiados y la forma de conexión de los elementos a las redes de comunicaciones (IEEE Standard 1346).

El propósito durante muchos años ha sido definir una arquitectura de comunicaciones que permitiera una integración de los IED's dentro de elementos de más alto nivel. Una infraestructura que sea independiente del fabricante y que permita a elementos de varios fabricantes ser integrados conjuntamente.

A diferencia de la utilización de protocolos de comunicación estándar (DNP3, Modbus, etc) donde los datos del emisor son "traducidos" según el "lenguaje" del protocolo y es necesario, que en el receptor se conozcan las mismas claves para volverlo a traducir (existiendo una pérdida de contexto) en la norma IEC 61850 los datos a transmitir se dividen en grupos lógicos y cada uno de ellos a su vez se dividen en nodos lógicos, de tal forma que todos los datos que puedan generarse en la subestación queden contenidos en uno de estos grupos (IEEE Standard 1346).

La norma define un determinado nodo lógico para identificar un dispositivo (por ejemplo un interruptor) dentro de la red y, a modo de contenedor de la información acerca de la posición del mismo (abierto, cerrado), el número de operaciones, los amperios totales conmutados, la capacidad restante de operaciones o el estado de su mecanismo de acción, entre otros.

El envío de mensajería GOOSE se realiza a través de los IED's que se encuentran conectados a una red física como lo es una red ethernet, la forma en la que se envía el mensaje entre equipos como se muestra en la figura 2 el IED X envía un mensaje a los IED Y y al IED Z los cuales son relés de protección y poseen velocidades de 115200 baudios con una distancia máxima de 15 metros para un puerto de comunicaciones RS-232 (Siemens, siprotec 2008).

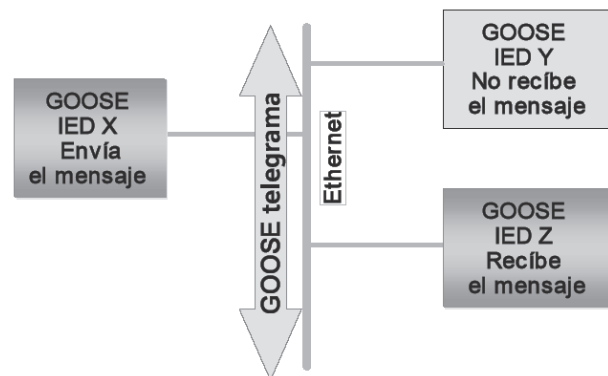


Figura 2. Sistema de automatización según IEC 61850

En la figura 3 se observa un esquema típico de las redes de comunicación, esta configuración muestra la flexibilidad y la interoperabilidad que tiene la norma IEC 61850 con IED de otros fabricantes brindando con esto que los equipos que se tengan en la subestación tengan un protocolo de comunicación abierto, se pueden integrar y subirse hasta el centro de control para ser supervisado por medio de la mensajería GOOSE, estos esquemas se pueden encontrar en las subestaciones eléctricas dentro de las bahías. Los IED pueden comunicar los todos los parámetros de operación (Estándar IEC 61850, 2008).

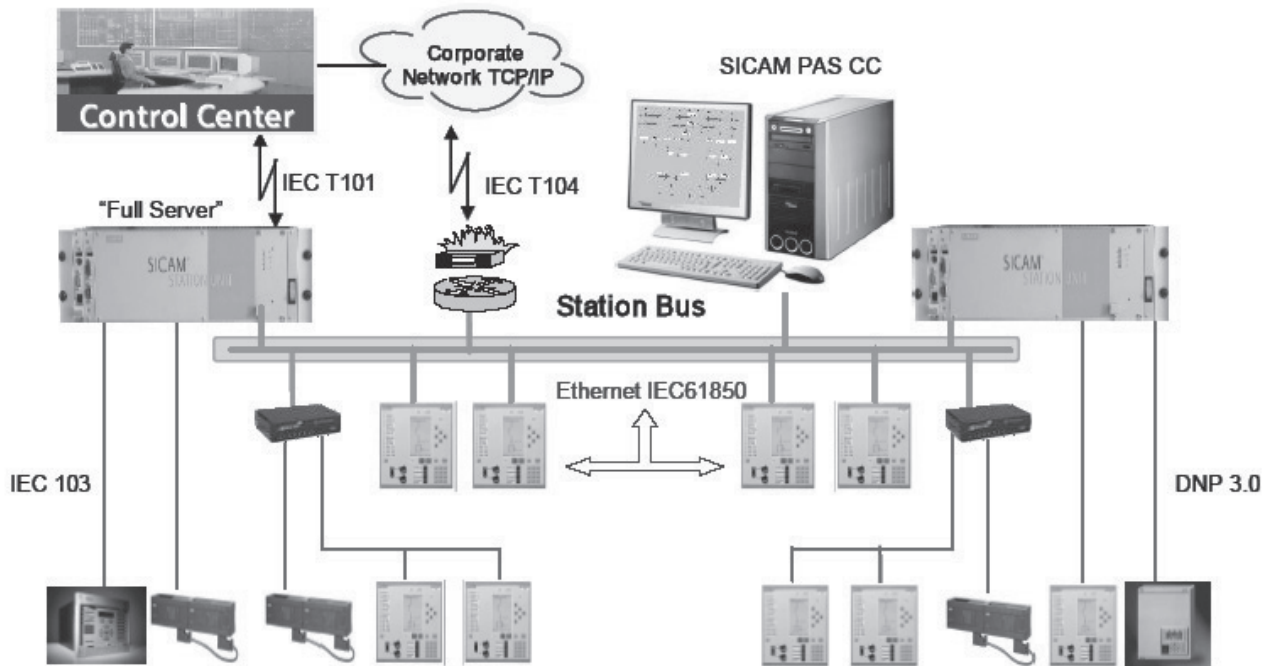


Figura 3.
Arquitectura de redes de comunicación

Las distintas bahías se intercambian después los datos sobre eventos, definidos por el servicio GOOSE, normalmente mediante el bus de estación. Este bus, que proporciona la conexión física con el nivel de supervisión, transporta además la comunicación vertical con los dispositivos del nivel de la estación y los centros de control de red. Con las definiciones establecidas en la norma IEC 61850, se puede crear un modelo virtual de la subestación, planificando todas las funciones de los IED y los canales de comunicaciones

En el proceso de diseño de una nueva subestación, los ingenieros proyectan el sistema de automatización de la subestación, que puede cargarse en la nueva herramienta de prueba a fin de establecer el modelo virtual de la misma desde una etapa muy temprana. La herramienta de prueba puede también crear el modelo virtual cuando se conecta a una estación de control ya existente, siempre que esté configurada de acuerdo con la norma IEC 61850.

Este paso garantiza que es completa y coherente, y que no es preciso un examen posterior a

través del sistema de control. El propio sistema de control se puede probar de manera parecida cuando se conecta a la herramienta

La herramienta comprueba la adecuada definición de los nombres o la configuración de informes y eventos, simula todos los dispositivos de la subestación que debe considerar el sistema de control. Esto tiene la gran ventaja de que ya se pueden llevar a cabo pruebas en un entorno de oficina en vez de tener que hacerlo a pie de obra. Ilustra directamente el salto paradigmático cuando se hacen las pruebas con el nuevo entorno de herramientas IEC 61850.

Mientras en el enfoque clásico los dispositivos tenían que estar físicamente presentes y conectados al sistema de control, la nueva herramienta simula los IED, que se someten a una comprobación previa de coherencia, seguida por pruebas rápidas y eficientes en un entorno de oficina. También es posible el método alternativo. Si se dispone de los IED reales sin tener instalado un sistema de control, este se puede conectar directamente a la herramienta, que hará las veces de un sistema de control. Tam-

bién se puede probar con el nuevo programa el correcto funcionamiento del tráfico GOOSE. Cuando se comprueba la respuesta a la interconexión lógica de los IED reales, posiblemente en combinación con IED simulados, se pueden detectar fácilmente los fallos en la automatización de la subestación.

De esa forma, se pueden ejecutar en breve tiempo varios ciclos de pruebas, examinando todo el espectro de posibles casos reales. Para lograr una arquitectura de comunicación se debe tener un canal de comunicación por el cual se llevaran los datos que se recogen de los equipos de seccionamiento y de corte ubicados en el patio de la subestación eléctrica.

Los protocolos de comunicación fueron los que comenzaron la automatización de las subestaciones eléctricas, a través de este medio de empaquetamiento de datos es posible desde un lugar remoto supervisar y maniobrar los equipos de seccionamiento y corte de energía en una subestación de media y alta tensión.

En la tabla 1 se puede observar la comparación entre los protocolos que marcaron una pauta en los esquemas antiguos de protección y comunicación en las subestaciones eléctricas, adicionalmente se presentan algunas diferencias significativas en comparación con la normatividad IEC 61850 en donde una de ellas se pre-

sentan con respecto a los protocolos conocidos como DNP3, Modbus entre otros es el modo de comunicación, en la normatividad IEC 61850 no se presentan los niveles jerárquicos que se presentan en los protocolos de comunicación existentes, gracias al tipo de comunicación que se presenta por medio de la mensajería GOOSE se puede indagar un IED desde otro, de manera que se intercambian o comparten información haciendo más fácil y rápido la ejecución de una orden dentro del sistema.

La velocidad de transmisión de datos es otro punto sobresaliente ante los protocolos mencionados en la tabla 1. IEC 61850 tiene una tasa de transferencia de datos de 100 Mbit/s logrando con esta velocidad que una orden se ejecute en menor tiempo que cuando se ejecuta a través de uno de los protocolos mostrados en los cuales presentan una velocidad máxima de 0,19 Mbit/s (IEC 61850, 2003).

De los beneficios que brinda la norma IEC 61850 se pueden destacar las ventajas y las desventajas con respecto a los esquemas antiguos en los que se utiliza un protocolo tipo jerárquico con respecto al utilizado por la norma IEC 61850 a través de la mensajería GOOSE, el cual responde a eventos orientados. En la tabla 6 se muestran las diferencias entre los esquemas de pruebas de protecciones y comunicación entre los IED que se tengan integrados al sistema de control.

Tabla 1
Comparación de algunos protocolos utilizados en automatización de Subestaciones eléctricas

	Valores medidos	Bus de comunicación	Modo de comunicación	Velocidad (Mbit/s)
IEC 60870	Si	No	Maestro/esclavo	0,19
Profibus FMS	Si	No	Maestro/esclavo	12
DNP V3.00	Si	No	Maestro/esclavo	0,12
Modbus	Si	No	Maestro/esclavo	0,12
UCA2	Si	No	Evento orientado	100
IEC 61850	Si	Si	Evento orientado	100

Definitivamente el desempeño es superior a los esquemas de lógica cableada ya que su fundamentación y aplicación se genera a través del

software de configuración de los IED's que se tengan o que se vayan a instalar en una subestación eléctrica para su respectiva automa-

tización, posicionándose en un primer lugar y como un buen avance a la modernización de equipos de protección sin tener que discriminar fabricante alguno.

IEC 61850 marca un cambio significativo con gran proyección en las subestaciones eléctricas de media y alta tensión pensando solo en mejorar la calidad de la energía entregada al consumidor final y minimizando los constantes mantenimientos que se tienen que realizar periódicamente a los equipo de protección eléctrica, llevando esta minimización de los mantenimientos a cifras económicas se reduciría en un gran porcentaje para las empresas distribuidoras y de transmisión de energía eléctrica aumento la confiabilidad y total seguridad que el sistema que se ha implementado responderá de una manera adecuada en beneficio tanto del cliente como del consumidor final.

Por ejemplo en la figura 4 se aprecia un cableado típico para señales de posición como también las señales de medida que se tiene que implementar para que pueda funcionar un esquema de recierre con lógica líder-seguidor para una bahía de una subestación.

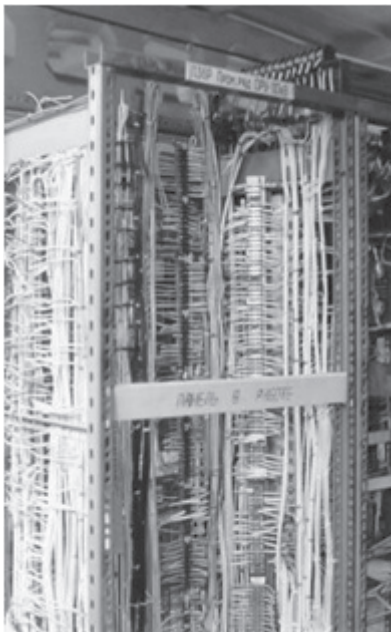


Figura 4. Aspecto del cableado convencional para señales de posición y medida.

Cuando se utiliza la norma IEC 61850 el cableado que se tendrá en los tableros es mínimo como se muestra en la figura 5 la llegada de las señales y medidas de otros equipos por medio de fibra óptica al equipo que requiere de las respectivas señales.

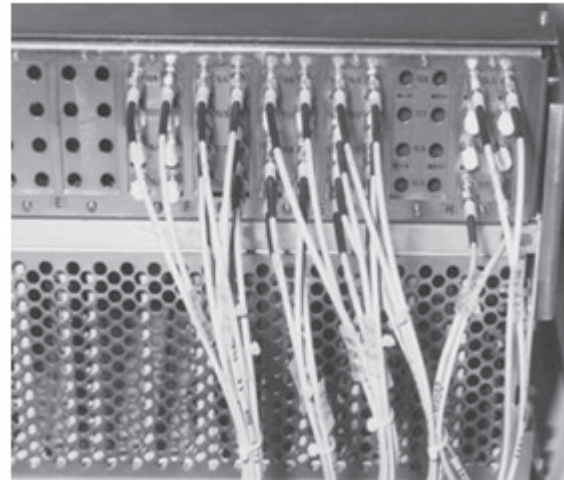


Figura 5. Aspecto del cableado con IEC 61850 para señales de posición y medida

4. CONCLUSIONES

El estándar IEC 61850 GOOSE se está utilizando extensamente en muchos diseños de subestaciones debido a la gran capacidad que tiene que interconectar diversos equipos de diferentes fabricantes lo que representa una ventaja ya que no depende de protocolos propietarios.

Una característica del estándar IEC 61850 GOOSE es poder consultar a cada IED para conocer el estado en el que se encuentran los equipos que está supervisando en posicionamiento y medida, mejorando la calidad de los esquemas de control con respecto a los esquemas de control que se tenían con otros protocolos de comunicación.

Los tiempos en los que el estándar IEC 61850 mediante la mensajería GOOSE brinda al sistema de control en tiempo real haciendo escaneos de la red cada vez que ocurra un evento, a diferencia de los otros protocolos que se encontraban restringidos por un ancho de banda y por la forma de interrogación punto a punto que se tenía con los equipos que este supervisa.

Debido a que el estándar IEC 61850 GOOSE se utiliza como medio de transmisión físico Fibra Óptica obteniendo una alta velocidad de transmisión de los datos, así como una reducción de la interferencia electromagnética ocasionada por los conductores de potencia y los equipos de la subestación como también de fenómenos externos como descargas atmosféricas.

La mensajería GOOSE entre las protecciones brinda un mejor tiempo de ejecución entre las mis-

mas cuando se presenta una falla, de igual forma se presta para hacer uso de funciones que tenga un IED de otro campo sin necesidad que el IED que lo necesite la tenga físicamente instalada.

La flexibilidad a través de la interoperabilidad entre IED's de diferentes fabricantes es una gran ventaja el cual no limita la actualización del sistema SCADA que se diseñen por medio del estándar IEC 61850 GOOSE a través de la mensajería del mismo.

REFERENCIAS

IEC 61850: Communications, networks and systems in substations (comunicaciones, redes y sistemas en las subestaciones), internacional Standard, 2003.

IEEE Standard 1346, IEEE Recommended Practice for Evaluating Electric Power

Estándar IEC 61850 para subestaciones eléctricas. Revista electo industrial: Actualizado Mayo. 2008 [Citado 20 de mayo de 2008]. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=643&rank=1>

Siemens. SIPROTEC Download-Area. Alemania: Actualizado Abril. 2008 [Citado 25 de abril de 2008]. Disponible en: http://Siemens.siprotec.de/download_neu/html_nav/ind_dev_e.htm

Sollecito, L. (2008). GE digital energy, The impact of distributed 18 generation, Intelligent grid, protection automation and control, magazine, volume 5 article 38.

