



MODERNIZACIÓN DE LOS GRUPOS GENERADORES DIESEL DE EMERGENCIA DE LA ITAIPIU BINACIONAL UTILIZANDO LA NORMA IEC 61850

Alfredo Humberto Fernández Insfran, Ph.D., M.Sc., M.Sc.

**Itaipu Binacional - Usina Hidroeléctrica de Itaipu
Paraguay**

RESUMEN

De forma a asegurar la confiabilidad y la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, grandes centrales hidroeléctricas normalmente disponen de diversas fuentes auxiliares de fluido eléctrico para alimentar los servicios auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Algunas de estas fuentes auxiliares son de procedencia externa mientras que otras están localizadas en la propia usina. Entre estas últimas los grupos generadores diesel de emergencia constituyen algunos de los equipos más utilizados para cumplir esta función. En muchos casos los grupos generadores son de una tecnología muy antigua, sufriendo los rigores del envejecimiento y de la obsolescencia. Los grupos diesel de emergencia de la Itaipu Binacional pueden ser fácilmente clasificados dentro de esta categoría, y esfuerzos de modernización deben ser hechos de forma permitir una operación eficiente a largo plazo. La Norma IEC 61850 viene a cubrir esta necesidad, llenando la laguna tecnológica actual de incompatibilidad existente entre los diversos fabricantes de los equipos de supervisión. En consecuencia, la aplicación de esta norma en la actualización de una parte de las instalaciones, principalmente la relacionada con el comando, la protección y el control puede producir una operación más eficiente. En este trabajo técnico es presentado una propuesta de modernización de los sistemas de automatización de los grupos diesel de emergencia utilizando la Norma IEC 61850.

PALABRAS CLAVES

Grupos Diesel de Emergencia, Norma IEC 61850, Automatización de Subestaciones, Interoperabilidad, Modelo de Sistemas, Modelo de Datos.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Itaipu Binacional ha realizado importantes esfuerzos en el sentido de determinar estrategias de modernización de sus instalaciones. En estos trabajos, la Norma IEC 61850 ha sido un componente fundamental. La determinación de su aplicabilidad a los diversos componentes de la planta hidroeléctrica, incluyendo los Grupos Generadores de Emergencia, se constituye así, un objetivo importante. Desarrollar un modelo basado en la Norma IEC 61850 que demuestre su aplicabilidad en la elaboración de las especificaciones de modernización del sistema diesel de emergencia es el objetivo de este trabajo.

2. LA NORMA IEC 61850 Y LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

Existen múltiples protocolos propietarios destinados a la automatización de las subestaciones. Este hecho ha producido no pocos problemas a los usuarios finales, principalmente en la hora de hacer el mantenimiento o mismo la mejoría del sistema. La interoperabilidad de dispositivos elaborados por diferentes fabricantes puede ser ventajosa para estos usuarios. Un grupo de proyecto de la IEC con aproximadamente 60 miembros de diferentes países, ha trabajado en tres fuerzas tarea IEC, a partir de 1995, buscando alcanzar este objetivo. Ellos han respondido a todas las preocupaciones y objetivos y crearon la Norma IEC 61850 [01].

La Norma establece los componentes en los cuales debe estar basado un sistema IEC 61850, por la definición de modelos [03]:

- Modelo Funcional;
- Modelo de Datos;
- Modelo de Servicios;
- Modelo de Mensajes;
- Modelo de Tiempo;
- Modelo de Pruebas;
- Modelo de Configuración;
- Modelo de Conformidad;
- Modelo de Sistema.

Los modelos que afectan directamente a la especificación de un Sistema de Automatización desde el punto de vista del usuario son: el Modelo Funcional, el Modelo de Datos y el Modelo de Sistema.

2.1 El Modelo Funcional

Dentro de la norma una función debe ser descompuesta utilizando Nodos Lógicos que interactúan con ellos mismos, y con otras funciones vía comunicación PICOM (*Piece of Information for COMMunication*) [02]. La implementación de la descomposición de una función en nodos lógicos lleva al concepto aplicado por la norma de conexión lógica. Así, los nodos lógicos son agrupados en dispositivos físicos que por su vez interactúan con otros dispositivos físicos, formando las funciones propias del Sistema de Automatización. Este concepto puede ser visto en la Figura 1.

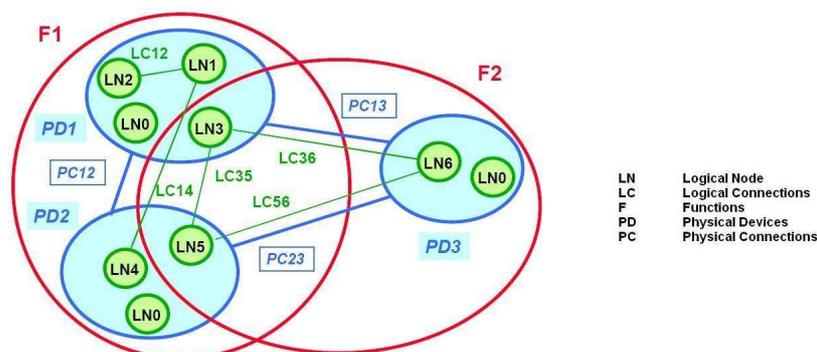


Figura 1: El Modelo Funcional

2.2 El Modelo de Datos

El modelo de datos es representado vía clases. El concepto de clases es ampliamente implementado en la Norma IEC 61850. Así, el describe en forma abstracta, la información utilizada por una función real o por un dispositivo. Basado en este modelo, el IED (*Intelligent Electronic Device*) implementa entonces una estructura de clases donde el modelo de datos es definido, especificando que intercambiar y como hacer este intercambio cuando es solicitada una información.

Como resultado de este modelo, ver Figura 2, la unidad padrón de información es totalmente auto sustentada, pues en ella son definidas los tres componentes fundamentales de cualquier Sistema de Automatización que utiliza la Norma IEC 61850: la macro función Sistema de Potencia es establecida lógicamente vía el *Logical Device Name*; las sub funciones que representan las diversas funcionalidades de comando, control y protección, son modeladas en forma lógica dentro del *Logical Node Name*; y en el *Data Name* es modelada la referencia de datos [04].

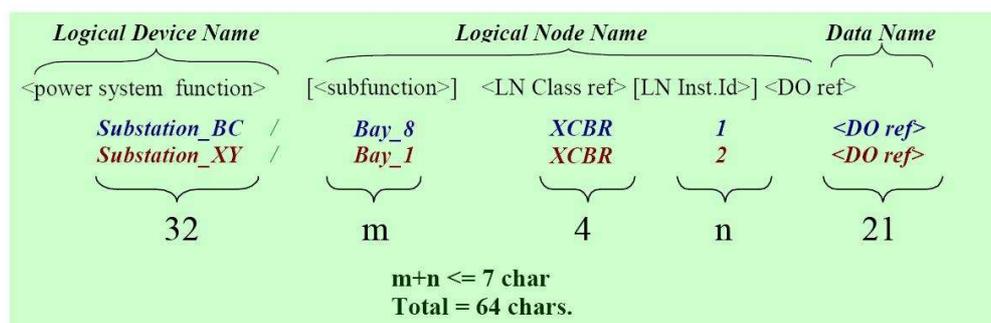


Figura 2: El Modelo de Datos

2.3 El Modelo de Sistema

Del punto de vista de la Norma IEC 61850, la arquitectura del Sistema de Automatización puede ser dividida en diversos niveles, donde el nivel mas primario es el nivel de proceso. Los procesos pueden ser proyectados sobre bahías, constituyendo el nivel de bahías. Las bahías son partes constituyentes de la subestación, y se comunican con el tercer nivel o nivel de subestación. En el nivel de subestación se encuentra el control conocido como Control Local. Finalmente en el ultimo nivel se disponen las informaciones a nivel de empresa, o a nivel remoto. Este nivel es conocido como Nivel SCADA y en el se encuentra el Comando Remoto, ver Figura 3.

La implementación de estos conceptos lleva a la construcción del componente mas importante de cualquier Sistema de Automatización: La Función. La definición de las funciones permite que el sistema pueda ser modelado en forma de clases, siendo posible la programación vía herramientas computacionales, en la representación de los componentes en forma virtual, que es el objetivo primario de la Norma IEC 61850. Estas funciones pueden ser modeladas sobre los sistemas DER (*Distributed Energy Resource*), en el cual están clasificados los Grupos Generadores Diesel [5].

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
 13, 14 y 15 de Octubre de 2010

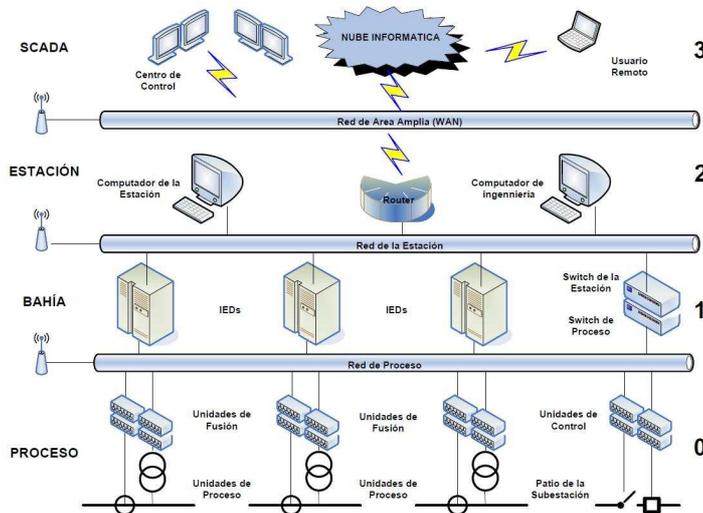


Figura 3: El Modelo de Sistema

3. LA NORMA IEC 61850 APLICADA A LOS GRUPOS DIESEL DE EMERGENCIA

La atribución de los Nodos Lógicos establecidos por la norma, a las diversas funciones que permiten la operación de los grupos diesel de emergencia debe seguir dos reglas básicas de implementación [11]: la primera se refiere al modo en que deben ser agrupados, en una forma general los Nodos Lógicos; la segunda se refiere al modo operativo de los grupos diesel utilizado en la Itaipu. De acuerdo al criterio de la primera regla, las funciones del generador y motor de los grupos diesel de emergencia pueden ser agrupadas en cuatro familias: Funciones de Control (1), Funciones de Sincronismo y Toma de Carga (2), Funciones del Auxiliar Eléctrico (3), y Funciones del Auxiliar Mecánico (4), Ver Figura 4.

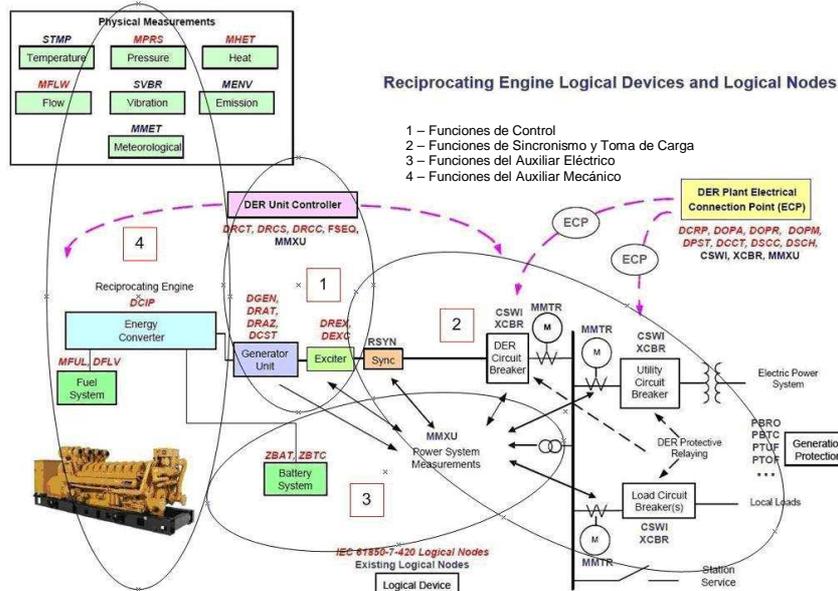


Figura 4: Atribución de Nodos Lógicos al Grupo Diesel

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
 13, 14 y 15 de Octubre de 2010

La segunda regla establece que la operación de los diversos equipos que forman la planta hidroeléctrica de Itaipu deben seguir una jerarquía básica, también aplicable a los grupos diesel de emergencia. Esta jerarquía establece que un equipo específico debe ser operado en tres niveles: nivel de equipo o panel, nivel local y nivel remoto. En un Sistema de Automatización IEC 61850, esta regla puede ser implementada utilizando tres niveles básicos de control: el Control de Bahía, el Control de Estación y el Control Remoto. El Control de Bahía corresponde al comando y supervisión a nivel de equipo o panel mientras que el Control de Estación corresponde al nivel local. El Control Remoto, que corresponde al nivel remoto, presenta las mismas características del Control de Estación, sin embargo se encuentra alejado del equipo controlado y la comunicación se realiza vía WAN. El mapeo de las funciones del grupo diesel de emergencia, es el objetivo de este trabajo. De acuerdo con esto, ver Tabla I, fue establecida la siguiente distribución de funciones dentro de las diversas bahías:

Tabla I: Mapeo de Funciones dentro de las Bahías

Bahía	Función	Bahía	Función
<i>GD_KB_01</i>	FPP: Partida y Parada FCG: Generador FRV: Regulador de Velocidad FRT: Regulador de Tensión FPP: Protección Eléctrica	<i>GD_KB_02</i>	FPP: Partida y Parada FCG: Generador FRV: Regulador de Velocidad FRT: Regulador de Tensión FPP: Protección Eléctrica
<i>GD_QU_01</i>	FSA: Supervisión Sistema Alternado FD352A: Comando Disyuntor 352 A FD352B: Comando Disyuntor 352 B FD352C: Comando Disyuntor 352 C	<i>GD_QU_02</i>	FSA: Supervisión Sistema Alternado FD452A: Comando Disyuntor 452 A FD452B: Comando Disyuntor 452 B FD452C: Comando Disyuntor 452 C
<i>GD_CO_01</i>	FSC: Supervisión Sistema Continuo FD52A: Comando Disyuntor 52 A FD72A: Comando Disyuntor 72 A FD72A: Comando Disyuntor 72 C FD89A: Comando Disyuntor 89 A	<i>GD_CO_02</i>	FSC: Supervisión Sistema Continuo FD52A: Comando Disyuntor 52 A FD72A: Comando Disyuntor 72 A FD72A: Comando Disyuntor 72 C FD89A: Comando Disyuntor 89 A
<i>GD_ENG_01</i>	FGM: Generador / Motor FTC: Turbo Compresor FAC: Aceite Combustible FAP: Aire de Partida FAB: Agua Bruta FAC: Agua de las Camisas FPI: Agua de los Picos Inyectores FAL: Aceite Lubrificante	<i>GD_ENG_02</i>	FGM: Generador / Motor FTC: Turbo Compresor FAC: Aceite Combustible FAP: Aire de Partida FAB: Agua Bruta FAC: Agua de las Camisas FPI: Agua de los Picos Inyectores FAL: Aceite Lubrificante
<i>GD_KS_01</i>	FS: Sincronización FD52A: Comando Disyuntor 52 A FD52B: Comando Disyuntor 52 B FD52C: Comando Disyuntor 52 C	<i>GD_LC_01</i>	NCE: Control de Estación (Corresponde a la Sala de Control Local)

La definición de las bahías estuvo basada en los paneles de control del Grupo Diesel. Las bahías establecidas para estos paneles fueron las siguientes [06-10]:

- KB 01 → Bahía *GD_KB_01*;
- KB 02 → Bahía *GD_KB_02*;
- KS 01 → Bahía *GD_KS_01*;
- QU 01 → Bahía *GD_QU_01*;
- QU 02 → Bahía *GD_QU_02*;
- CO 01 → Bahía *GD_CO_01*;
- CO 02 → Bahía *GD_CO_02*;
- Diesel 01: → Bahía *GD_ENG_01*;
- Diesel 02: → Bahía *GD_ENG_02*.

El Control de Estación o nivel local está interconectado con el Control Remoto vía red WAN. La identificación de este Control de Estación es el siguiente:

- Control Local 01: → *GD_LC_01*.

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

Llevando cada función y cada bahía al sistema diesel tenemos el modelo general final, ver Figura 5.

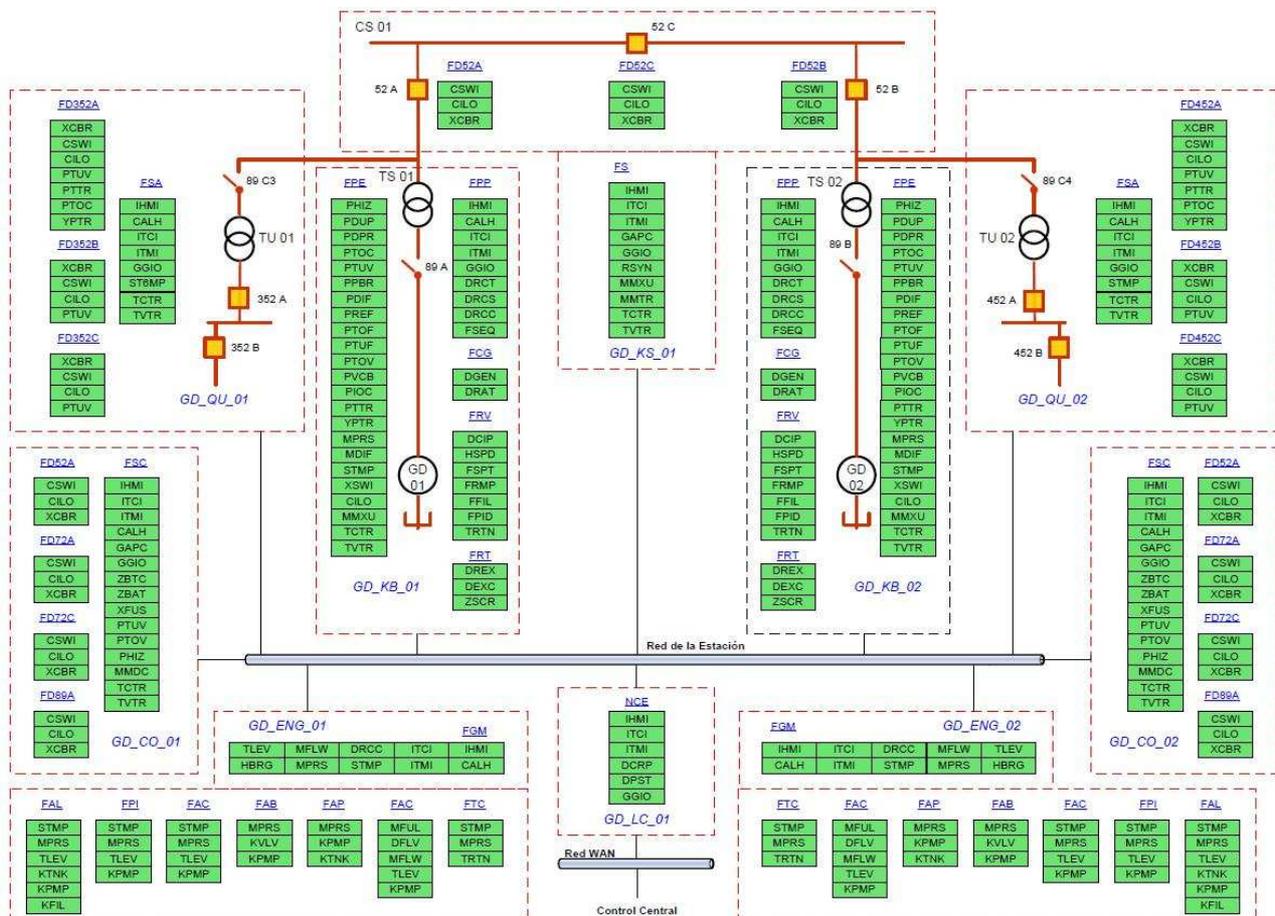


Figura 5: Supervisión y Control del GD - Configuración Final

4. CONCLUSIONES

- La aplicabilidad de la Norma IEC 61850 a los grupos generadores diesel de grande porte, como es el caso de los grupos diesel de la Itaipu Binacional ha sido demostrada en este trabajo;
- Este trabajo puede servir de base para futuras especificaciones de los grupos diesel de emergencia dentro del plan de modernización de las instalaciones de la Itaipu Binacional utilizando las orientaciones de la Norma IEC 61850;
- Otras grandes usinas pueden ser beneficiadas con la propuesta presentada en este trabajo, para modernizar sus instalaciones dentro de la nueva tendencia de automatización de las subestaciones;
- Este trabajo puede ser considerado inédito, pues no fue encontrado en la bibliografía relativa a los DERs una propuesta de aplicación de la norma, en grupos similares a los utilizados por la Itaipu.



BIBLIOGRAFÍA

- [01] IEC 61850-1:2003 - **Communications Networks and Systems in Substations** – Introduction and Overview.
- [02] IEC 61850-5:2003 - **Communications Networks and Systems in Substations** – Communication requirements for functions and device models.
- [03] IEC 61850-7-1:2003 - **Communications Networks and Systems in Substations** - Basic communication structure for substation and feeder equipment – Principles and models.
- [04] IEC 61850-7-4:2003 - **Communications Networks and Systems in Substations** - Basic communication structure for substation and feeder equipment - Compatible logical node classes and data classes.
- [05] IEC 61850-7-420:2009 - **Communication networks and systems for power utility automation** - Part 7-420: Basic communication structure - Distributed energy resources logical nodes.
- [06] **Emergency Diesel Engine Local Control Panel** - General Protection and Control Board KB – Operating Diagram – 1Q560457 – October 22 1982
- [07] **Emergency Diesel Engine Local Control Panel** – Synchronizing Panel KS – Three Line Diagram – 1Q562541 – December 12 1982
- [08] **Emergency Diesel Engine Local Control Panel** – Auxiliary Services Switchgear QU – Single Line Diagram – 1Q562517 – October 15 1982
- [09] **Emergency Diesel Engine Local Control Panel** – Static Excitation Equipment – Three Line Diagram – B-6.10339.61 – October 27 1982
- [10] **Stroke Medium Speed Diesel Engines** – Centro Stampa Grandi Motori Trieste – August 1978
- [11] **Especificação da Modernização dos Grupos Geradores Diesel de Emergência da Itaipu Binacional** – Alfredo Humberto Fernández Insfran – Tese da Maestria – Universidade do Oeste do Paraná UNIOESTE – Agosto 2010