



Modelado de Datos relativo al Seccionamiento de las líneas de 500 kV de la Subestación de la Margen Derecha de Itaipu, para implementar un Sistema Integrado de Supervisión, Control y Protección Local basado en la norma IEC 61850.

Ladislao Aranda A.1, Antonio Sertich 1, Rodrigo Ramos1, José Bogarin G.1

Resumen.

Las subestaciones eléctricas son cruciales para la utilización de la energía eléctrica y por ende, para el desarrollo de las diversas actividades de los distintos sectores de la sociedad, motivo por el cual el sector eléctrico se ve en la necesidad de desarrollar nuevas técnicas de manera a disminuir costos, mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la energía eléctrica y además disminuir los plazos de implantación de los sistemas. Con la tecnología digital se han introducido nuevos conceptos en los sistemas de automatización de las subestaciones, estructurándolos de acuerdo a buenas prácticas utilizadas en ingeniería de software. En este trabajo se presenta lo realizado en el marco de la aplicación del estándar IEC 61850 en la subestación Margen Derecha de Itaipu (lado Paraguayo), que conceptualiza la comunicación de datos apoyándose en la orientación a objetos, con una identificación específica de clases, objetos, datos, atributos y métodos. Se presenta el modelado de datos para el Sistema de Protección y Control del seccionamiento de líneas de transmisión en la subestación, describiéndose la metodología y el proceso de modelado de datos asociados a los nuevos vanos, que surgirán debido al seccionamiento de las líneas que aun no tocan barra en el lado paraguayo. Durante el trabajo se han presentado numerosos obstáculos, debido a la inexistencia de proyectos similares que implementen el modelado integral de datos basado en el Standard, como así también debido a la falta de una completa asimilación del estándar IEC 61850 por parte de los fabricantes. El presente trabajo puede servir como guía y base de estudio para proyectos ulteriores de ampliación del sistema eléctrico paraguayo.

Palabras clave: Redes de comunicaciones, Automatización de subestaciones, Modelado orientado a objeto, Dispositivos electrónicos inteligentes (IEDs), interoperabilidad.

1. Introducción

La disponibilidad y calidad del suministro de energía eléctrica, en cualquier país, influye fuertemente en el desarrollo y el progreso en todos los sectores. De manera que puedan ser atendidas estas nuevas exigencias, el sector eléctrico se ve en la necesidad de desarrollar nuevas técnicas que le permitan disminuir costos, mejorar la confiabilidad y la disponibilidad de la energía eléctrica y principalmente disminuir los plazos de implantación de los Sistemas de potencia necesarios.

Tradicionalmente las subestaciones eléctricas han usado dispositivos electromecánicos y electrónicos analógicos para realizar las funciones de supervisión, control y protección. Adquirir y procesar las informaciones de una forma más efectiva, integrar funciones y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de automatización de las subestaciones eléctricas ha sido posible gracias a los avances observados en las últimas décadas en los campos de la electrónica y la tecnologías de la información y la comunicación, las que se han introducido progresivamente en los SAS (Sistemas de Automatización de Subestaciones) y dispositivos. Esto permitió además la disminución de la cantidad de equipos, cableados, etc., disminuyendo en consecuencia los costos. Los primeros SAS basados en electrónica digital, se han caracterizado por el uso de dispositivos que operaban con diferentes protocolos de comunicación

¹ Itaipu Binacional,

X SEMINARIO DEL SECTOR ELÉCTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

haciéndose necesaria la utilización de convertidores de protocolos ("gateway") que produjeron costos extras ocasionaban atrasos y errores de comunicación entre un sistema y otro.

Con el advenimiento de la norma IEC ("International Electrotechnical Commission") 61850 [1] fue posible estandarizar los diversos protocolos de comunicación existentes, integrar funciones, estandarizar procesos de ingeniería, reutilizar experiencias anteriores en los nuevos sistemas y aprovechar todo el potencial de los sistemas de automatización digitales. La utilización del estándar permite la interoperabilidad de los diferentes dispositivos de la subestación, de manera que los equipos de control y protección se comunican e intercambian datos entre sí. La tecnología basada en el uso de IED's con microprocesadores, y las facilidades de comunicación utilizando redes LAN ("Local Area Network") de alta velocidad, permiten desarrollar un nuevo concepto para los Sistemas de Supervisión, Control y Protección.

Debido al seccionamiento de las 2 (dos) líneas de transmisión de 500 kV que hoy día van desde la Casa de Fuerza de la CHI (Central Hidroeléctrica de Itaipu) directamente al territorio brasileño (Subestación Furnas - Foz de Iguazu) surge la necesidad de ampliar la SEMD (Subestación de la Margen Derecha) y diseñar e implementar un sistema de automatización para los nuevos vanos de acoplamiento de barras y de líneas L3/L11 y L4/L12 de manera a proveer los medios, al nivel inmediato de control, para la supervisión, control y protección de los equipos primarios asociados a dichos vanos.

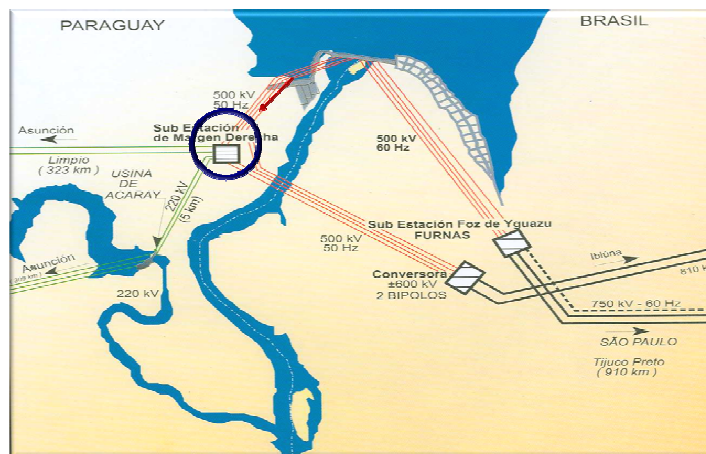


Figura 1.1 – Diagrama del Sistema Interconectado

Con el seccionamiento de las líneas de transmisión de 500 kV, se origina la necesidad de diseñar e implementar un nuevo sistema integrado que sea capaz de proveer los medios, al nivel inmediato de control, para realizar las funciones de supervisión, control y protección de los equipos asociados a los nuevos vanos. En el modelado teórico de datos a ser utilizados para el seccionamiento de las líneas de 500 kV de la SEMD y los vanos asociados se aplican los conceptos de la norma IEC 61850, se modelan los puntos que serán supervisados y controlados por el sistema de automatización, se identifican los dispositivos electrónicos inteligentes, dispositivos lógicos y nodos lógicos (objetos), y se asocian los puntos físicos con los atributos de los nodos lógicos. También se asocian los dispositivos lógicos con sus nodos lógicos a los distintos IED's que componen el sistema de automatización.

2. La Norma IEC 61850

El modelo de datos establecido en la norma se basa en la tecnología orientada a objetos [2] y en la normalización de los diferentes componentes de campo de la subestación tales como los interruptores, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, etc, que son sustituidos por nodos lógicos (objetos) y permiten identificar los aspectos de los componentes reales que son de interés para el intercambio de informaciones con otros componentes. Todos objetos que representan a los componentes del mundo real poseen datos tales como valores analógicos, valores digitales, comandos, "set point", etc.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

Este proceso de modelado de datos se conoce como **virtualización** (ver figura 2.1 [1]) que representa un conjunto de informaciones, tales como dispositivos físicos y lógicos, nodos lógicos, datos y atributos. Faltando algunas de estas informaciones el modelado no estaría completo. El método estándar de describir los dispositivos del sistema de potencia permite que todos los IEDs presenten modelos de objetos y datos abstractos usando idéntica estructura directamente relacionada con la función del sistema de potencia, independiente del fabricante. La información [3] modelada abstractamente puede ser instanciada en un específico formato o protocolo

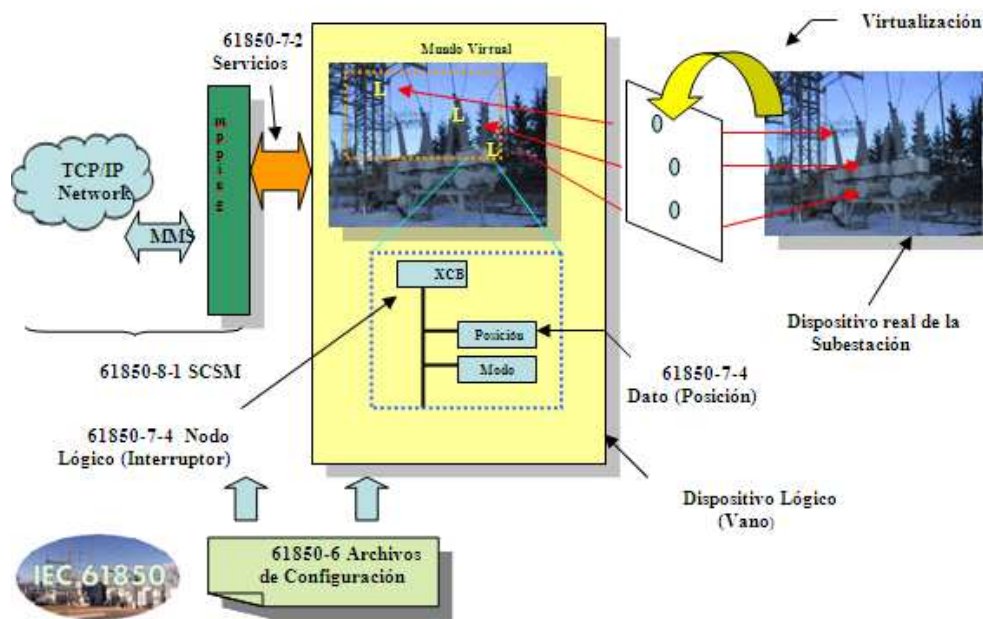


Figura 2.1 – Virtualización de una Subestación

En el modelado orientado por objetos [4] se define los elementos concretos que facilitan la integración, así se tiene:

- Modelos normalizados de interfaces para las varias funciones del sistema de automatización, incluyendo nombres (sintaxis) y función (semántica);
- Reglas para la extensión de los modelos;
- Capacidad de auto descripción de los dispositivos;
- Lenguaje normalizado para la representación de los objetos (Lenguaje de Configuración de Subestación – SCL).

La figura 2.2 muestra los distintos elementos para el modelado de los datos según norma IEC 61850.

En una subestación puede existir uno o más dispositivos físicos. Un dispositivo físico puede tener uno o más servidores y un servidor se encuentra en el tope de la jerarquía del modelado de datos. Un servidor puede tener más de un dispositivo lógico y un dispositivo lógico puede tener varios nodos lógicos.



Figura 2.2 - Elementos para el modelado de los datos

3. Metodología aplicada para el Modelado de Datos

En las subestaciones eléctricas los procesos relacionados con las funciones de supervisión, control y protección son modulares y repetitivos [5] razón por la cual los conceptos de orientación a objetos son aplicados durante el proyecto y el desarrollo de los sistemas de automatización, consiguiéndose de esta manera aumentar significativamente la performance de los usuarios de estos sistemas. Dentro de la subestación, los dispositivos primarios: seccionadoras, interruptores, transformadores, etc., las mismas señales asociadas a estos dispositivos o extrapolando la propia subestación, pueden ser considerados "objetos". Además la orientación a objetos permite tener la visión de proceso, donde todo lo relacionado a la subestación está "estructurado" y refleja exactamente como está organizada la misma.

El trabajo fue desarrollado de una manera estructurada, considerándose lo siguiente:

- **Levantamiento de los requisitos:** constituye el paso previo para la realización del proyecto del sistema integrado, y el mismo consistió en ver cuáles son las necesidades de los usuarios, definir los requisitos funcionales y no funcionales, levantar los datos del proceso que deberán ser adquiridos y monitoreados, y determinar las características mínimas deseadas para el sistema entre otros.
- **Definición de la arquitectura:** consiste en establecer de una manera referencial la arquitectura del SAS, para lo cual fue considerado lo establecido en la norma, el levantamiento de las necesidades, los requisitos funcionales y el estado de arte del mercado.
- **Elaboración del modelado teórico de datos:** se establecen los nodos lógicos (objetos) necesarios para la implementación de las funciones definidas, el interrelacionamiento de los mismos (diagramas funcionales) y las distintas estructuras de datos según funciones y datos definidos.
- **Realización de la implementación práctica:** una vez finalizado el modelado teórico se pasa a la siguiente etapa que es la correspondiente a la implementación práctica utilizándose una herramienta de ingeniería (software aplicativo) de mercado, de esta manera lo definido aquí o parte del mismo podría ser útil en futuros proyectos.

En la figura 3.1 se muestra el desarrollo de la propuesta, indicándose los procesos y los productos de cada uno de los mismos.

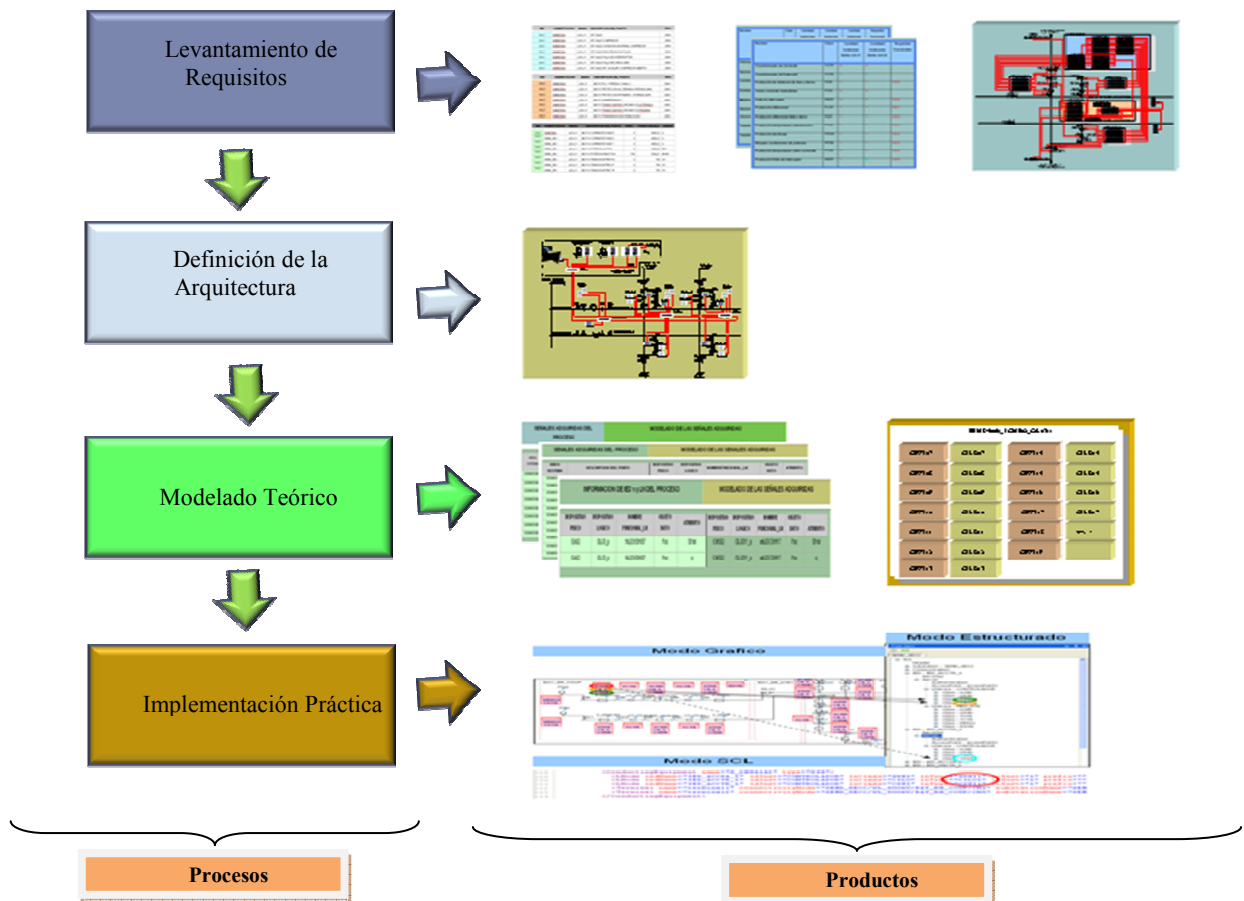


Figura 3.1 – Desarrollo de la Propuesta

4. Modelado de Datos Teórico

El modelado de los datos se inicia con el análisis del listado de puntos de supervisión, control y protección necesario para el sistema integrado. Luego se realiza una clasificación de los mismos en valores de estados (control y protección) y medidas. Luego de la clasificación de los puntos en estados y medidas se procede al modelado de los mismos tanto a nivel de proceso como de vano. Para el modelado se considera los nodos lógicos (objetos) definidos según las funciones y se utiliza las estructuras establecidas en la norma para cada nodo lógico, cada una de estas estructuras posee una lista de datos con una breve explicación y su respectivo CDC. Además se considera también las interconexiones funcionales establecidas entre los nodos lógicos. Para cada señal considerada se tiene una información modelada según establecida en la norma, a nivel de proceso se considera la señal proveniente del campo, a nivel de vano se considera la señal de proceso modelada e informaciones provenientes de los servicios de comunicación. Como resultado del modelado se tienen diversas tablas tanto a nivel de proceso como de vano.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

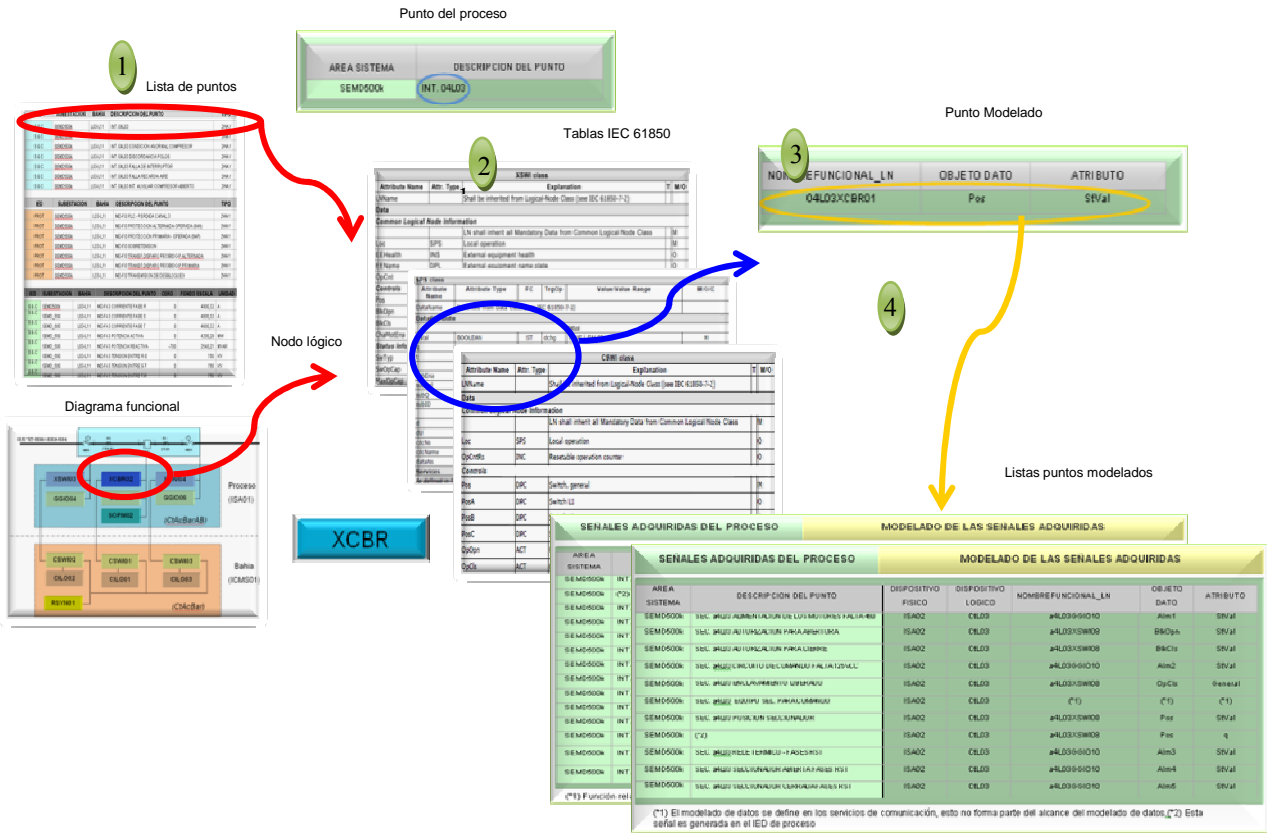
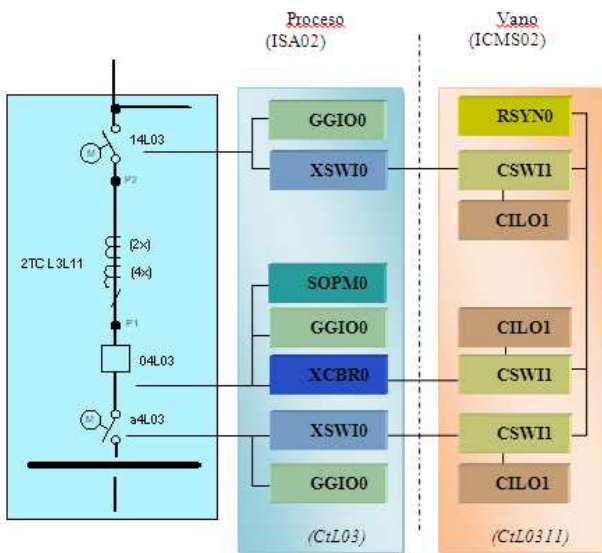


Figura 4.1 – Proceso de modelado de los datos

El modelado de las informaciones de los equipos será realizado por posiciones de vano. Denominándose posición de un vano al conjunto formado por el interruptor de la línea y sus dos llaves seccionadoras o al conjunto formado por las dos llaves seccionadoras de aislamiento de la línea de transmisión. A modo de ejemplo se realiza el modelado para la posición de interruptor 04L03 y la posición de línea L03 a: **nivel de proceso**, para lo cual utilizamos los nodos lógicos: **XCBR**, **XSWI** y **SOPM** para los valores de estados y para los valores analógicos se utilizan los nodos lógicos **TCTR** y **TVTR**, pero en nuestro caso debido a que las señales analógicas son llevadas directamente desde el proceso a los dispositivos de control vía cabos de cobre, estos nodos lógicos son utilizados como interfaces para el nodo lógico **MMXU** que se encuentra a nivel de vano y a **nivel de vano** utilizamos los nodos lógicos: **CILO**, **CSWI**, **MMXU** y **RSYN**. En la figura 4.2 se muestra los nodos lógicos (objetos) correspondientes a la posición del Interruptor 04L03.

Figura 4.2 - Nodos lógicos posición Interruptor 04L03



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

En las tablas siguientes se los puntos modelados (estados y analógicos) tanto a nivel de proceso como de vano para el caso de la posición interruptor 04L03

- **Valores estados**
- Nivel de Proceso**

Tabla 6.1 - Modelado Interruptor 04L03_Nivel de Proceso (XCBR03, SOPM03 y GGIO09)

SEÑALES ADQUIRIDAS DEL PROCESO		MODELADO DE LAS SEÑALES ADQUIRIDAS				
ÁREA SISTEMA	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	DISPOSITIVO FÍSICO	DISPOSITIVO LÓGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO
SEMD500k	INT. 04L03	ISA02	CIL03	04L03XCBR03	Pos	StVal
SEMD500k	(*2)	ISA02	CIL03	04L03XCBR03	Pos	q
SEMD500k	INT. 04L03 COMPRESOR	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	MotOp1	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 CONDICION ANORMAL COMPRESOR	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	MotStrAlm	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 DISCORDANCIA POLOS	ISA02	CIL03	04L03GGIO09	Alm1	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 FALLA DE INTERRUPTOR	ISA02	CIL03	04L03RBRF01	OpIn	General (*1)
SEMD500k	INT. 04L03 FALLA RECARGA AIRE	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	EnAlm1	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 INT. AUXILIAR COMPRESOR ABIERTO	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	MotOp2	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 INTERRUPTOR AUXILIAR ABIERTO	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	MotOp3	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 PRESIÓN MÍNIMA DE CIERRE	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	HyAlm	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 PRESIÓN MÍNIMA DE DISPARO	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	HyBlk1	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 PRESIÓN MÍNIMA DIELECTRICO	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	HyBlk2	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 SUPERVISIÓN DISPARO 1	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	EnAlm2	StVal
SEMD500k	INT. 04L03 SUPERVISION DISPARO 2	ISA02	CIL03	04L03SOPM03	EnAlm3	StVal

(*1) Función relacionada con Protección, fuera del alcance del modelado de datos. (*2) Esta señal es generada en el IED de proceso

Tabla 6.2 - Modelado Seccionadora a4L03_Nivel de Proceso (XSWI08 y GGIO10)

SEÑALES ADQUIRIDAS DEL PROCESO		MODELADO DE LAS SEÑALES ADQUIRIDAS				
AREA SISTEMA	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	DISPOSITIVO FÍSICO	DISPOSITIVO LÓGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO
SEMD500k	SEC. a4L03 ALIMENTACION DE LOS MOTORES FALTA 480	ISA02	CIL03	a4L03GGIO10	Alm1	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 AUTORIZACIÓN PARA ABERTURA	ISA02	CIL03	a4L03XSWI08	BixOpn	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 AUTORIZACIÓN PARA CIERRE	ISA02	CIL03	a4L03XSWI08	BixCls	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 CIRCUITO DE COMANDO FALTA 125VDC	ISA02	CIL03	a4L03GGIO10	Alm2	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 ENCLAVAMIENTO LIBERADO	ISA02	CIL03	a4L03XSWI08	OpCls	General
SEMD500k	SEC. a4L03 EQUIPO SEL PARA COMANDO	ISA02	CIL03	(*1)	(*1)	(*1)
SEMD500k	SEC. a4L03 POSICION SECCIONADOR	ISA02	CIL03	a4L03XSWI08	Pos	StVal
SEMD500k	(*2)	ISA02	CIL03	a4L03XSWI08	Pos	q
SEMD500k	SEC. a4L03 RELE TÉRMICO - FASES RBT	ISA02	CIL03	a4L03GGIO10	Alm3	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 SECCIONADOR ABIERTA FASES RBT	ISA02	CIL03	a4L03GGIO10	Alm4	StVal
SEMD500k	SEC. a4L03 SECCIONADOR CERRADA FASES RBT	ISA02	CIL03	a4L03GGIO10	Alm5	StVal

(*1) El modelado de datos se define en los servicios de comunicación, esto no forma parte del alcance del modelado de datos. (*2) Esta señal es generada en el IED de proceso

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

- Nivel de Vano

Tabla 6.4 - Modelado del Controlador del Interruptor 04L03_Nivel de Vano (CSWI16)

INFORMACION DE IED's y LN DEL PROCESO					MODELADO DE DATOS INTERCAMBIADOS				
DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO	DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO
ISA02	C1L03	04L03XCBR03	Pos	S1val	ICMS02	C1L03	04L03CSWI16	Pos	S1val
ISA02	C1L03	04L03XCBR03	Pos	q	ICMS02	C1L03	04L03CSWI16	Pos	q

Tabla 6.5 - Modelado del Enclavamiento del Interruptor 04L03_Nivel de Vano (CILO16)

MODELADO DE DATOS INTERCAMBIADOS					INFORMACIONES				
DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO					
ICMS02	C1L0311	04L03CILO16	EnaOpr	S1val	Estos datos son enviados al destino (CSWI16) por medio de mensajes MSE GOOSE				
ICMS02	C1L0311	04L03CILO16	EnaClc	S1val					

Tabla 6.6 - Modelado del Controlador de la Seccionadora a4L03_Nivel de Vano (CSWI15)

INFORMACION DE IED's y LN DEL PROCESO					MODELADO DE LAS SEÑALES ADQUIRIDAS				
DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO	DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO
ISA02	C1L03	a4L03XSWI08	Pos	S1val	ICMS02	C1L0311	a4L03CSWI15	Pos	S1val
ISA02	C1L03	a4L03XSWI08	Pos	q	ICMS02	C1L0311	a4L03CSWI15	Pos	q

Tabla 6.7 - Modelado del Enclavamiento de la Seccionadora a4L03_Nivel de Vano (CILO15)

MODELADO DE DATOS INTERCAMBIADOS					INFORMACIONES				
DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO					
ICMS02	C1L0311	a4L03CILO15	EnaOpr	S1val	Estos datos son enviados al destino (CSWI) por medio de mensajes MSE GOOSE				
ICMS02	C1L0311	a4L03CILO15	EnaClc	S1val					

- **Valores analógicos**

El modelado de los puntos analógicos se puede hacer tanto a nivel de proceso como de vano. Actualmente los dispositivos de campo que adquieren las señales analógicas provienen de los transformadores de corriente y tensión no convencionales en forma digital ("merging unit") y los transmite al nivel de vano por intermedio de la parte IEC 61850 9-2 de la norma (muestras de valores en alta frecuencia) aún no están consolidados. En la Itaipu se optó por trabajar con TC's y TP's convencionales, por lo cual para la implementación del modelado de datos se tiene las siguientes alternativas:

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

- Implementar una "merging unit" "stand alone" y usar el propio "proces bus" (con su efectos de sobrecarga de la red);
- Realizar la digitalización de las señales de los TC's y TP's en el propio IED de control.

La segunda alternativa fue adoptada, por este motivo las señales se llevan directamente a los IEDs de control vía cabos de cobre y el modelado se realiza solamente a nivel de vano (MMXU). Los nodos lógicos TVTR y TCTR se considerarán como interface para el nodo lógico MMXU. En las tablas 6.10 y 6.11 se muestra el modelado de las señales analógicas a nivel de la vano de línea L3/L11.

Tabla 6.10 - Modelado de puntos analógicos vano L3/L11_MD F13 (MMXU04)

SENALES ADQUIRIDAS DEL PROCESO		MODELADO DE LAS SEÑALES ADQUIRIDAS						
AREA SISTEMA	DESCRIPCION DEL PUNTO	DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO (COMPUERTO)	ATRIBUTO DATO COMPUERTO	VALOR COMPLEJO	ATRIBUTO
SEMD500k	MD-FI-3 CORRIENTE FASE R	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	A	phsR	CVal	mag
SEMD500k	MD-FI-3 CORRIENTE FASE S	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	A	phsS	CVal	mag
SEMD500k	MD-FI-3 CORRIENTE FASE T	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	A	phsT	CVal	mag
SEMD500k	MD-FI-3 POTENCIA ACTIVA	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	TotW		InstMag	mag
SEMD500k	MD-FI-3 POTENCIA REACTIVA	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	TotAr		InstMag	mag
SEMD500k	MD-FI-3 TENSION ENTRE R-S	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	PPV	phsRS	CVal	mag
SEMD500k	MD-FI-3 TENSION ENTRE S-T	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	PPV	phsST	CVal	mag
SEMD500k	MD-FI-3 TENSION ENTRE T-R	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3MMXU04	PPV	phsTR	CVal	mag

Tabla 6.12 - Modelado de señales correspondiente al nodo lógico RSYN02

SENALES ADQUIRIDAS DEL PROCESO		MODELADO DE LAS SEÑALES ADQUIRIDAS					
AREA SISTEMA	DESCRIPCION DEL PUNTO	DISPOSITIVO FISICO	DISPOSITIVO LOGICO	NOMBRE FUNCIONAL_LN	OBJETO DATO	ATRIBUTO	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	Rel	StVal	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	Dif/Cic	InstMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DifHzCic	InstMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DifAngCic	InstMag	
SEMD500k	ESTE NODO LÓGICO DE VANO NO POSEE LISTA DE SEÑALES DE CAMPO.	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DifV	SetMag (*)	
SEMD500k	DIGITALIZA DIRECTAMENTE LAS SEÑALES	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DifHz	SetMag	
SEMD500k	PROVENIENTES DEL TRANSFORMADOR DE TENSION	ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DifAng	SetMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DeaLinVal	SetMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	LivLinVal	SetMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	DeaBusVal	SetMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	LivLinVal	SetMag	
SEMD500k		ICMS02	MedSinL0311	MDFI3RSIN02	LivDeaMed	SetMag	

(*) Se ha considerado el modelo de ajuste por grupo

Tal como se ha mostrado en los casos considerados anteriormente, el modelado de datos de la IEC 61850 está basado en el modelo de datos orientado a objetos, iniciándose en un nivel superior con el

dispositivo físico hasta llegar al nivel inferior el atributo del dato. Esto los podemos observar en la figura 6.9.

DispositivoFísico.NodoLógico.ObjetodeDatos.AtributodeDatos

Figura 6.9 - Modelo de Datos Orientado a objetos

Tal como hemos visto el modelado de datos orientado a objetos asegura un alto grado de interoperabilidad de las aplicaciones, pues cada información asociada a la función de automatización es un objeto de dato. Los nodos lógicos (objetos) interactúan entre si e intercambian datos que luego serán transformados en informaciones.

La configuración del sistema integrado aplicando conceptos de orientación a objetos trae consigo las siguientes ventajas:

- Reducción del tiempo de configuración de la base de datos;
- Minimización de errores producidos por los usuarios;
- Facilidad para realizar alteraciones en la base de datos;
- Reutilización de objetos creados y almacenados como modelos;
- Proyecto de la base de datos escalonado;
- Independencia del modelado de dato en relación a los equipos;
- Concepto fundamental de la norma IEC 6180.

5. Conclusiones

La norma IEC 61850 surge como elemento que uniformiza la comunicación de datos en subestaciones, introduciendo un nuevo paradigma en el sector eléctrico, relacionado estrechamente con la Programación Orientada a Objetos, o sea sistemas de automatización utilizan entidades comunicantes (objetos) que intercambian datos estructurados bajo una visión orientada a objeto.

Mediante esta norma, equipos de diferentes fabricantes operan en conjunto, debido a que el sistema de comunicación propuesto por ella es del tipo "abierto" (no propietario), eliminándose el uso de conversores de protocolos. Además en caso de alteración de la tecnología de comunicación, el usuario puede seguir utilizando sus mismos equipos de protección y control realizando pequeñas modificaciones en el hardware de las interfaces. Esto da como resultado una mejor relación costo/beneficio de la inversión en el sistema de automatización.

El modelado de datos estandarizados permite elaborar especificaciones de proyecto mucho más claras y concisas, con economía de tiempo y disminución del porcentaje de error. Además, al identificar con nombres padronizados a todos los componentes y a sus diversas características, se establece una configuración que es neutra con relación al proveedor del equipo.

Con la aplicación de esta norma en el proyecto objeto de este análisis, se observan los siguientes beneficios: estabilidad del sistema para futuros cambios en la subestación, libre asignación de las funciones y servicios, mayor confiabilidad y disponibilidad, reducción de costos, reducción de horas/hombre en la realización de las diversas tareas y posibilidad de dominio de una nueva tecnología por profesionales paraguayos. Es importante mencionar que este trabajo no es la simple aplicación de la norma IEC 61850, ya que, como la misma se encuentra en proceso de revisión, será necesario en una etapa más avanzada del proyecto definir aspectos que en el presente trabajo no fueron totalmente considerados.



Bibliografía

1. TECHNICAL REPORT IEC 61850 “Communication networks and systems in substations”, 2002-2005 (www.iec.ch)
2. C. Cardoso, L. Magrini, D. Martini, J. Jardini. “ Experiencia na aplicacao do IEC 61850 na especificacao de um bay de linha”. VI SIMPASE, 2005
3. L. Van der Zel. “ Guidelines for Implementation Substation Automation using IEC 61850, the international Power System Information modeling standard”. Technical Report EPRI, 2004
4. A.Meneses,F.Matos y R.Cartaxo. “ Explorando as potencialidade da iEC 61850 – A perspectiva da Empresa Electrica “. XII ERIAC, maio 2007 Foz do Iguacu.
5. M.Malafaia.“Automatización de subestaciones: desarrollo de la norma IEC 61850”. ZIV Control y Protección, VI SIMPASE, 2007.