



***EXPERIENCIA DEL PTI-PY CON EL USO DE HERRAMIENTAS
DE INGENIERÍA IEC 61850***

**David Daniel Pérez Sosa¹, Rodrigo Andrés Ramos²,
Mario López¹, Ladislao Aranda Arriola²**

Centro de Innovación en Automatización y Control¹,

División de Ingeniería Electrónica y de Sistemas².

Parque Tecnológico Itaipú-MD¹, Itaipú Binacional².

**E-mail: david.perez@pti.org.py, ramosr@itaipu.gov.py,
mario.lopez@pti.org.py, arriola@itaipu.gov.py**

Resumen:

La norma IEC 61850 es una de las más importantes normas internacionales en la industria eléctrica. Actualmente, la misma se aplica principalmente a los sistemas y redes de comunicación en subestaciones de potencia, con una penetración creciente en distintas áreas eléctricas, tales como: centrales eólicas, hidroeléctricas, generación distribuida, etc. Esta norma provee un soporte para la interoperabilidad sustentable entre los dispositivos utilizados en este contexto (IEDs). La norma IEC 61850 está diseñada utilizando una pila de protocolos de comunicación basados en Ethernet, y define el proceso de configuración de los dispositivos a través del Lenguaje de Configuración de Subestaciones basado en XML, proveyendo un modelo normalizado para la representación de la información (Nodos Lógicos). Utiliza, además, técnicas avanzadas de comunicación para abordar la gestión de datos y simplificar la integración de aplicaciones.

De acuerdo a esta norma, las herramientas de ingeniería necesarias para los proyectos realizados en conformidad con la misma deben posibilitar la creación y documentación de los procesos de ingeniería, tales como: gerenciamiento del proyecto, parametrización de dispositivos y documentación del sistema de automatización de subestaciones por medio de la utilización del Lenguaje de Configuración de Subestaciones (SCL).

Enmarcada en las actividades realizadas en el Centro de Innovación en Automatización y Control (CIAC), del Parque Tecnológico Itaipu, Paraguay, el presente trabajo presenta la experiencia adquirida sobre diversas herramientas de ingeniería IEC-61850 disponibles en el mercado, cubriendo aspectos tales como: interpretación del flujo de trabajo indicado por la norma durante el proceso de ingeniería, identificación de documentaciones generadas automáticamente sobre funcionalidades de cada herramienta, características de uso, requisitos computacionales, entre otros aspectos.

Este trabajo busca contribuir, por medio de la experiencia adquirida durante el uso de estos programas, a aclarar el panorama sobre el estado del arte de las herramientas de ingeniería disponibles actualmente en el mercado para los sistemas de comunicación y redes en automatización de subestaciones.

PALABRAS CLAVES

IEC 61850, Herramientas de ingeniería, Lenguaje de Configuración de Subestaciones, automatización.



1. INTRODUCCIÓN

Para resolver los próximos desafíos del sector de la energía en todo el mundo, se está realizando un importante trabajo en la integración de las tecnologías de información y comunicación digital a las tecnologías del sector eléctrico [5]. Este proceso tiene como característica principal la consolidación y adopción de nuevas normas técnicas internacionales, entre las cuales la IEC 61850 cumple un papel fundamental. Uno de los requisitos más importantes en el diseño de los modernos sistemas eléctricos de potencia es la interoperabilidad sintáctica y semántica entre los equipamientos de automatización y control utilizados. Esto solo puede ser alcanzado estableciendo protocolos comunes, basados en normas. La interoperabilidad semántica referida anteriormente establece una congruencia en términos y significado de la información del sistema, mientras que la interoperabilidad sintáctica permite la codificación, decodificación, el transporte y el direccionamiento preciso de la información intercambiada entre los equipamientos a través de la red de comunicación del sistema eléctrico.

La norma IEC 61850, desarrollada en conjunto por más de 60 expertos de América y Europa, es la primera norma adoptada a nivel global en el área de las comunicaciones en subestaciones. Gran parte de la aceptación de esta norma se debe a que, además de especificar la utilización y la combinación adecuada de una pila de protocolos de comunicación ya existentes, provee una interfaz diseñada en forma abstracta, logrando así el desarrollo de proyectos más sofisticados y a prueba de futuro [4]. La norma IEC 61850 también define el proceso de ingeniería a ser implementado en el diseño del sistema de automatización, las características básicas de las herramientas a utilizar para dicho proceso, y los procedimientos precisos para la configuración de los aspectos de comunicación de los dispositivos.

En este punto, la adopción del Lenguaje de Configuración de Subestaciones (SCL), definido en la parte 6 de la IEC 61850 [1], posee un papel fundamental. La ingeniería de subestaciones por medio de SCL relaciona áreas de conocimiento multidisciplinarias, y es por ello que este proceso posee varias especializaciones o divisiones de labor.

Como apoyo fundamental para la ejecución de estas tareas, la norma IEC 61850 contempla y define las llamadas herramientas de ingeniería, que son programas altamente especializados concebidos para elaborar los archivos necesarios para especificar y configurar el sistema de automatización de una subestación eléctrica que incorpore a la norma IEC 61850 como patrón de comunicaciones [2]. Estas herramientas deberían ofrecer una amplia gama de funcionalidades, como, por ejemplo, la posibilidad de configurar dispositivos de marcas diferentes que integren un mismo sistema, con base en las características de interoperabilidad perseguidas por la norma [3].

El presente trabajo ofrece una descripción general de la experiencia obtenida en el CIAC con el uso de un conjunto de herramientas de ingeniería disponibles en el mercado, analizando en forma organizada las principales funcionalidades de cada una y su utilización en las distintas especializaciones SCL. Se han analizado 5 productos:

- Herramienta A: licencia comercial;
- Herramienta B: versión gratuita, con versión comercial disponible;
- Herramienta C: versión demo, con versión comercial disponible;
- Herramienta D: versión demo, con versión comercial disponible;
- Herramienta E: versión demo, con versión comercial disponible.

No se han incluido en este trabajo los nombres comerciales de estas herramientas, ya que todas ellas se encuentran necesariamente en las primeras etapas de su desarrollo, motivo por el cual las posibles desventajas o ventajas de cada una de ellas tendrá un carácter relativo.

En la sección 2 se muestran las características y acciones específicas que cada programa ofrece respecto a las tareas de especificación, proyecto y documentación bajo lo establecido por la IEC 61850, mientras

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

que en la sección 3 se analizan las propiedades de las herramientas desde un punto de vista informático. Finalmente, la sección 4 presenta las conclusiones obtenidas durante el proceso de análisis.

2. CARACTERISTICAS Y ACCIONES ESPECÍFICAS IEC 61850

En este apartado se analizan los detalles técnicos relevantes de la ingeniería IEC 61850 detectados en cada producto. Se muestran tablas donde se resumen las principales características, con comentarios considerados oportunos.

- Editor de diagramas unifilares en modo gráfico: esta funcionalidad está claramente contemplada por la norma, que inclusive provee recomendaciones con relación a la sintaxis y al sistema de coordenadas necesario para un mejor manejo de estos archivos y su eventual exportación entre herramientas diferentes.

Herramienta	Comentarios
A	Genera el diagrama unifilar utilizando un formato de archivo propietario, el cual se encuentra vinculado a un archivo SCD, pero no lo vincula a un archivo SSD.
B	Utiliza un archivo propietario asociado a archivos SSD y SCD. El archivo SSD correspondiente al diagrama unifilar no utiliza las coordenadas x-y del esquema XML <i>SCL_Coordinates.xsd</i> [1, anexo C], utilizando sin embargo el atributo de rotación de dicho esquema. Los autores tienen entendido que la versión comercial de este programa ya incorpora los nuevos formatos de archivos definidas en la parte 6 de la segunda edición de la norma.
C	El archivo SSD correspondiente al diagrama unifilar no implementa las recomendaciones definidas a través del esquema XML <i>SCL_Coordinates.xsd</i> [1, anexo C]. Utiliza el elemento XML <i>Private</i> definido en el esquema <i>SCL.xsd</i> para la disposición de los elementos del diagrama unifilar.
D	Genera el diagrama unifilar en formato propietario y lo vincula a un archivo SDD exportable. No implementa el esquema XML <i>SCL_Coordinates.xsd</i> [1, anexo C] para la disposición de los elementos en el diagrama unifilar. Dicha disposición de elementos utiliza un formato de archivos binario y sin documentación pública.
E	Esta herramienta es la única que genera un diagrama unifilar a partir de un archivo de formato abierto, que corresponde exactamente al archivo SSD o SCD que implementa el esquema XML <i>SCL_Coordinates.xsd</i> [1, anexo C].

- Edición y validación de código SCL: esta acción es de gran importancia, pues la misma garantiza que los archivos SCL generados se encuentran de acuerdo con el XML Schema establecido por la norma. Esto es especialmente crítico cuando se transportan archivos SCL a o desde IEDs (sin utilizar servicios), pues cada IED puede o no incorporar los últimos tissues (modificaciones hechas al XML Schema, por ejemplo), haciendo que, a veces, sea imposible la validación de los archivos.

Herramienta	Comentarios
A	Permite editar el archivo SCL por medio de asistentes, sin habilitar la edición directa del texto. Posee un asistente de creación y validación de código.
B	Habilita la edición directa. Posee una función de validación del código.
C	La modificación del código SCL sólo puede ser realizada a través de las propiedades asociadas al diagrama unifilar gráfico.
D	No permite la edición de código SCL, sólo la validación. Sin embargo, la implementación de tissues está muy bien definida, con un historial bien aclarado.
E	La modificación del código SCL sólo puede ser realizada a través de las propiedades asociadas al diagrama unifilar gráfico.



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

- Edición y creación de archivos de descripción y configuración de IEDs: se hace notar aquí que la aplicación útil de esta función depende de que los IEDs interpreten y se ajusten a modificaciones externas (no realizadas con sus herramientas propietarias) de sus códigos SCL [3]. La práctica nos dice que normalmente, en el estado de adopción actual de la norma, esto aún no es posible. Sin embargo, la mayoría de las herramientas permiten una edición y creación de estos archivos.

Herramienta	Comentarios
A	Permite sólo la edición y configuración de archivos ICD obtenidos de los fabricantes.
B	Posee amplia flexibilidad en la creación y edición de ICD.
C	Posee amplia flexibilidad en la creación y edición de ICD.
D	Incorpora un utilitario denominado "ICD Manager"
E	Posee amplia flexibilidad en la creación y edición de ICD.

- Documentación: se describe resumidamente en la siguiente tabla las características de la documentación referente al proyecto generada por las distintas herramientas. La documentación propia del programa se discute en la sección siguiente.

Herramienta	Comentarios
A	Genera documentación sobre: diagrama de circuitos de la subestación, lista de señales físicas (analógicas y binarias). Provee una documentación detallada de los parámetros IEC 61850 del sistema y provee filtros de información a través de los cuales se puede personalizar el contenido a ser generado automáticamente como documentación de toda la subestación. Todo esto, se realiza bajo los roles de autor, revisor o aprobador.
B	La versión analizada no ofrece opciones de generación de documentación.
C	La versión analizada no ofrece opciones de generación de documentación.
D	La documentación disponible consiste en un documento de texto electrónico incluyendo el diagrama unifilar del sistema en formato JPEG, y los archivos SCL.
E	La versión analizada no ofrece opciones de generación de documentación.

3. CARACTERÍSTICAS Y ACCIONES GENERALES DISPONIBLES

En esta sección, se analizan las herramientas de ingeniería desde el punto de vista informático, tocando aspectos tales como: facilidad de uso, desempeño y otros aspectos que definen las prestaciones de las mismas, resumidas en las tablas abajo. Se ofrece también algunas recomendaciones con el fin de orientar al futuro usuario.

- Herramienta A

Sistema Operativo	Disponible para Windows
Lenguajes	Una licencia permite interfaz en español e inglés, con la documentación generada en el mismo lenguaje.
Recursos	De acuerdo al manual del usuario, 512 MB de memoria RAM son necesarios; para proyectos de gran envergadura puede ser necesario utilizar valores superiores a 1 GB. Es recomendable utilizar monitores de gran tamaño, preferentemente dobles.
Facilidad de uso	Ofrece un alto grado de detalle de proyecto, abarcando inclusive aspectos no contemplados por la norma, motivo por el cual esta herramienta es considerada una herramienta de ingeniería completa. Es un programa ágil, preciso, flexible y detallista. Es posible agrupar elementos y/o conexiones en un solo bloque para simplificar el diseño y dividir el proyecto en capas de interés (a través de las cuales se separan los diagramas de protección, control, medición, redes, etc). La prolijidad del diseño de diagramas es mayor debido a que la disposición del cableado posee algoritmos que asisten al proyectista.



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

Recomendaciones	Se requieren bastantes conocimientos previos de diseño de subestaciones para utilizar razonablemente el programa. No posee facilidades para realizar especificaciones genéricas, debido a que el mismo parte como base de un conjunto definido de IEDs, esto es, marcas y modelos ya identificados. Debido a sus características peculiares, se recomienda seguir un curso de capacitación, ya que la herramienta no es demasiado intuitiva al principio. Una vez adquirida la habilidad básica, el programa es altamente práctico y útil. Con respecto a la importación de ICDs, es importante verificar que el programa haya incorporado la lista completa de tissues (modificaciones del SCL Schema), de lo contrario, al no ser validado el código ICD, no se puede incluir el IED en el proyecto.
-----------------	--

• Herramienta B

Sistema Operativo	Disponible para Windows
Lenguajes	Disponible en inglés
Recursos	La documentación del programa no ofrece datos al respecto. Es recomendable utilizar monitores de gran tamaño.
Facilidad de uso	El programa no es muy intuitivo. Sin embargo, siguiendo la documentación proveída con la instalación es bastante sencillo configurar subestaciones básicas en un tiempo breve. Las ventanas son sencillas y claras.
Recomendaciones	Este programa es adecuado para el profesional que se inicia en el estudio de la norma IEC61850. Pueden generarse archivos SSD con relativa facilidad y claridad. Las documentaciones disponibles no están, sin embargo, bien consolidadas, encontrándose a veces contradicciones entre ellas.

• Herramienta C

Sistema Operativo	Disponible en Windows
Lenguajes	Disponible en inglés y alemán
Recursos	Este programa es bastante eficiente en el uso de memoria, con archivos de instalación reducidos.
Facilidad de uso	Este programa es altamente intuitivo debido a que ofrece la opción de realizar todo el diseño de forma totalmente gráfica, incluso las redes de comunicación. Utiliza una filosofía de diseño basado en una grilla, que sin embargo no visualiza claramente los vanos y los niveles de tensión.
Recomendaciones	Análogamente a la herramienta B, este programa se es adecuado para los profesionales que se inician en IEC61850. El flujo de trabajo está bien definido a través de ejemplos claros paso a paso.

• Herramienta D

Sistema Operativo	Disponible en Windows
Lenguajes	Disponible en inglés
Recursos	Esta herramienta exige bastantes recursos de memoria, en la versión analizada.
Facilidad de uso	Con su interfaz bastante sencilla, este programa es también intuitivo, con muchas facilidades gráficas. Es muy similar a la herramienta B, con características adicionales en el mapeo gráfico de nodos lógicos en IEDs. Posee una muy amplia librería de ICDs de equipos disponibles en el mercado.
Recomendaciones	Es un programa útil y adecuado para visualizar aspectos importantes de la IEC61850.

- Herramienta E

Sistema Operativo	Disponible en Windows
Lenguajes	Disponible en inglés
Recursos	Es un programa bastante sencillo de instalar, sin gran exigencia de recursos.
Facilidad de uso	Utiliza formularios. Se necesita un alto grado de comprensión de la norma debido a que muchos procesos que podrían ser validados o automatizados no lo están, sino que se delega dichas decisiones al proyectista. Puede ser muy laborioso iniciar o modificar aspectos importantes en el diseño del diagrama unifilar del proyecto. Dichas limitaciones se deben a que las indicaciones de la norma IEC 61850 para el diseño del diagramas unificares son poco claras y limitantes; esta herramienta respeta dichas recomendaciones al pie de la letra.
Recomendaciones	Los autores han encontrado que esta herramienta resalta al adecuarse estrictamente a lo establecido por la parte 6 de la norma. No obstante, esto resulta en una interfaz gráfica poco amigable.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El uso de herramientas de ingeniería IEC 61850 como apoyo a la elaboración de especificaciones y proyectos ejecutivos es un campo muy nuevo en el área de la ingeniería eléctrica. Todas las herramientas disponibles en el mercado se encuentran en sus primeras versiones estables, y existen muchas teorías, discusiones y debates vigentes al respecto de las características necesarias en una herramienta de este tipo.

Las diversas herramientas analizadas en el marco del presente trabajo implementan lo establecido abstractamente por la IEC61850 usando metodologías y flujos de trabajo diferentes en mayor o menor grado, en ocasiones con interpretaciones diferentes de lo establecido por la norma. Esto es natural, considerando la complejidad de la misma y que estas son las primeras implementaciones prácticas disponibles hoy en día como productos comerciales.

Es así que, como se indicó en la sección anterior, cada herramienta posee características particulares que la hacen adecuada para alguna tarea en particular. El CIAC, como centro de innovación, se encuentra interesado en adquirir una visión lo mas amplia posible de la aplicación de la IEC 61850 en los sistemas de automatización, motivo por el cual ninguna de las herramientas analizadas es seleccionada como la principal ni tampoco descartada.

Como trabajo futuro, se ha identificado la pertinencia de iniciar los estudios con vistas a consolidar un equipo de desarrollo, de modo a poder ofrecer, a mediano plazo, herramientas de ingeniería hechas a medida de las necesidades particulares de un usuario, en este caso, la Itaipu Binacional, que se encuentra en pleno proceso de actualización tecnológica. Esta actualización requerirá, a mediano plazo, la elaboración de numerosos proyectos y especificaciones de diversa índole, especialmente en el área de automatización.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] IEC 61850-6, “Communication Networks and Systems in Substations. Part 6, Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs”, IEC, 2004.

[2] P.Paananen, “Specifying configuration of control equipment according to IEC-61850”, Tesis de Maestría defendida en el Royal Institute of Technology and Vattenfall Power Consultant, Estocolmo, Suecia, Agosto de 2008.

[3] H.Larangeira, “Análise de Interoperabilidade IEC 61850 entre Simulador em Tempo Real e IEDs de Proteção e Controle”, Monografía defendida en el curso de postgraduación Lato Sensu en Automatización Control y Supervisión del Proceso Eléctrico basado en la Norma IEC 61850. Unioeste, Foz de Iguazu, Brasil, 2010.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

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

[4] R. Mackiewicz, “Technical Overview and Benefits of the IEC 61850 Standard for Substation Automation, Anales de la 2006 Power Systems Conference and Exposition, IEEE, Oct. 29-Nov 1, 2006, p. 623-630.

[5] B. Kruimer, “Substation Automation – Historical Overview”, IEC Seminar, KEMA, Amsterdam, agosto de 2003.