



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

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

SISTEMA SCADA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE SUBESTACIONES DEL SIN DE LA ANDE BASADA EN LA NORMA IEC 61850

Ing. Elvio Bobadilla Duarte

Facultad Politécnica - UNA

Paraguay

RESUMEN

Los Sistemas de Protección, Medición, Control y Automatización de Subestaciones del Sistema Interconectado Nacional (SIN) son Sistemas Híbrido, incluso, más Convencional que Automático. Mientras que la tendencia regional y mundial de la Automatización de Subestaciones nos lleva a la necesidad de acompañar y actualizar la propuesta de Automatización de Subestaciones, basada en la Norma IEC 61850, de las nuevas instalaciones y actualización de las existentes debe ser una prioridad. Este trabajo presenta una arquitectura básica que integre completamente los Sistemas de Protección, Medición, Control y Automatización a implementar con las especificaciones técnicas (EE.TT) que debe cumplir el sistema SCADA Paraguayo y finalmente un Micro SCADA Local, basada en normas actuales (IEC 61850) con la posibilidad de comunicación y control desde los Centros de Control Regional y Nacional. Además, se realiza un estudio que establece los requisitos necesarios para realizar los cambios de Subestaciones Convencionales a modernas Subestaciones Automatizadas monitoreada y controlada mediante un Sistema SCADA Local acorde a las exigencias actuales.

PALABRAS CLAVES

1. Automatización, 2. Arquitectura, 3. IEC 61850, 4. SCADA Local



1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas eléctricas, a nivel regional y mundial, enfrentan nuevos desafíos, debido al continuo desarrollo de la tecnología, donde mejorar la eficiencia de los sistemas de energía es uno de los factores fundamentales.

Los sistemas tradicionales de Mando, Protección, Control y Comunicación, como sistemas independientes ya no satisfacen los actuales requisitos para la operación y gestión de redes de energía eléctrica, así como de centrales generadoras de energía y deben ser integradas y complementadas con herramientas de última generación para la Automatización y Supervisión mediante una Interfaz de Usuario completamente gráfica diseñada por una Ingeniería avanzada para ese propósito.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la ANDE posee dos Sistemas SCADA, el Sherpa y el Oasis, con aproximadamente 20 años de funcionamiento, que con el avance vertiginoso de la tecnología, se consideran estos como obsoletos.

Además de la falta de una arquitectura básica para la adquisición de equipos según las especificaciones técnicas y necesidades concretas de la ANDE motivaron, mediante el presente trabajo, proponer una Arquitectura Básica y un Sistema SCADA Local para la automatización de subestaciones con la posibilidad de comunicación y control desde los Centros de Control Regionales (CCR) y Centro de Control Nacional (CCN).

Desde la publicación de la norma IEC 61850, que estandariza la comunicación entre Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED's) y permite la interoperabilidad entre IED's de diferentes fabricantes en los Sistemas de Automatización de Subestaciones (SAS), se originaron avances que demuestran una mejora como son: la estabilidad y seguridad del sistema eléctrico, la oportunidad de tener una evaluación de lo que ocurre dentro del SIN en tiempo real disminuyendo considerablemente los costos operacionales del sistema eléctrico, la disponibilidad de la información y el reconocimiento de posibles fallas en la red eléctrica son situaciones que hacen impostergable que la ANDE implemente con fuerza la automatización de subestaciones según la norma IEC 61850.

3. OBJETIVO

Proponer una arquitectura básica conforme a las configuraciones de barras más utilizadas por la ANDE y desarrollar un Sistema SCADA Local que integre los sistemas de protección, medición, control y automatización con la posibilidad de comunicación y control desde los CCR y CCN de la ANDE, basada en la Norma IEC 61850.



4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para desarrollar el presente trabajo de investigación se tuvo que realizar una pasantía supervisada en el Departamento de Control de Suministros de Transmisión e Ingeniería de la ANDE con el objetivo de adquirir datos, materiales e informaciones necesarias que enriquecen el presente trabajo.

También se realizaron algunas visitas técnicas en las estaciones de la ANDE, específicamente en las estaciones Acaray (ACY), Kilómetro 30 (K30) y Coronel Oviedo (COV) para observar los trabajos de automatización realizados en dichas estaciones, adquirir informaciones y colaborar con las pruebas funcionales realizadas.

5. HERRAMIENTAS EMPLEADAS

El desarrollo del trabajo requirió el empleo tanto de medios físicos como de lenguajes y programas informáticos tales como:

- Computadoras.
- Lenguaje de programación *Visual Basic*.
- *Software SCADA, E3 Studio de Elipse Software Ltda.*

6. DISEÑO DEL SISTEMA SUPERVISORIO

Dentro del entorno de automatización integrada surge la necesidad de crear aplicaciones software que sean capaces de mejorar el control de la operación de la Estación Coronel Oviedo empleando el *E3 Studio*, solución desarrollada por *Elipse Software Ltda.* Con él, se puede demostrar que los operadores pueden monitorear y efectuar comandos sobre los interruptores, seccionadores y otros equipos de la estación.

Así pues a continuación se exponen los objetivos del sistema de supervisión en base a los requerimientos funcionales deseados.

6.1 Objetivos del Sistema

El supervisorio que se desarrollará en este trabajo de investigación, tendrá que ser capaz de visualizar las variables del proceso de la subestación y de controlar ciertos aspectos sobre el funcionamiento de los interruptores, seccionadores y equipos de patio en general.

La sencillez es otro punto importante a tener en cuenta. Habrá de realizar una interfaz gráfica amigable con el usuario y fácil de utilizar, de manera que el operario que lo maneje no necesite tener un conocimiento avanzado de informática.

6.2 Disposición del Sistema

La disposición del supervisorio muestra en la margen superior izquierda el logo de la institución seguido del nombre de la ubicación dentro del sistema, el usuario y la hora correspondiente; hacia la derecha son ilustrados los iconos de acceso directo a las pantallas de menú principal, alarma, tendencias, arquitectura del sistema y salida de la aplicación respectivamente. En la parte inferior son exhibidos todos los detalles sobre las ocurrencias más recientes verificadas por el supervisorio (cuál fue y dónde fue observado el problema o evento, fecha, hora y nombre del operador responsable por reconocerlo). En el centro se visualizan las diferentes pantallas de navegación de la subestación.

6.3 Pantallas de Navegación

El supervisorio presenta las siguientes pantallas de navegación principales, de las cuales dependen otras pantallas secundarias:

6.3.1 Pantalla de Inicio

Aquí el usuario logado debe ingresar el nombre de usuario y contraseña para acceder y gozar de los privilegios atribuidos, según la jerarquía correspondiente. A continuación, en la Figura 1 se exhibe la pantalla de inicio.



Figura 1- Pantallas de Inicio del supervisorio

6.3.2 Pantalla de Menú

En esta pantalla encontramos los botones de navegación que nos conducirán a las distintas pantallas principales que serán descritas detalladamente en adelante. La Figura 2 mostrada a continuación ilustra la pantalla menú.

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

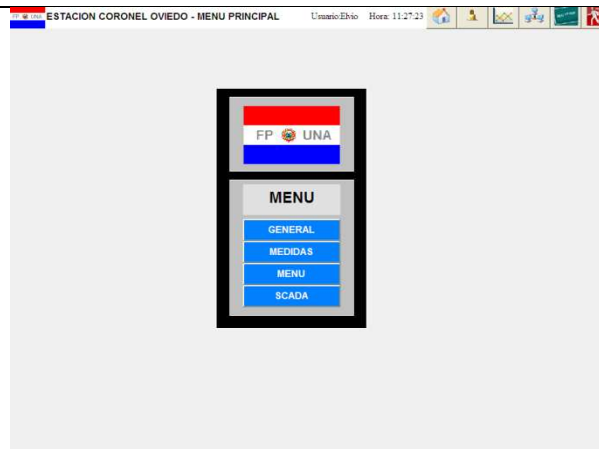


Figura 2 – Pantalla de Menú del supervisorio

6.3.3 Pantalla de General

El propósito de esta pantalla es mostrar el sinóptico general de la subestación Figura 3, representando todos los elementos que lo constituyen de manera estandarizada, están dibujados con las características propias de cada uno. El estado abierto de los interruptores y seccionadores es indicado mediante el color verde, mientras que el estado cerrado está indicado por el color rojo.

Cada posición posee las medidas de las variables más importantes a evaluar (corriente, tensión, potencia activa y potencia reactiva), también posee un botón con el nombre de la posición, que lleva a una pantalla secundaria donde se opera los elementos de dicha posición. En la parte inferior de la pantalla se encuentra un cuadro de alarmas donde se indican las últimas alarmas y eventos más importantes ocurridos, donde también el operador puede hacer reconocimientos.

Además, posee los botones de navegación que llevan a otras pantallas principales como General, Medidas, Menú, SCADA y Local.

La siguiente figura muestra la pantalla general de la Estación Coronel Oviedo.

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

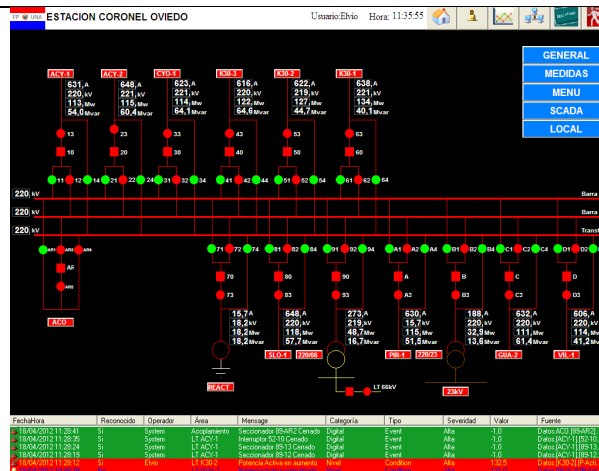


Figura 3 – Pantalla General del supervisor.

6.3.4 Pantallas Secundarias

Tal como se ha expuesto en apartados anteriores, cada posición de Líneas, Transformadores, Reactor o Sectores de 66 KV y 23 KV están asociadas a una pantalla secundaria como la mostrada la Figura 4.

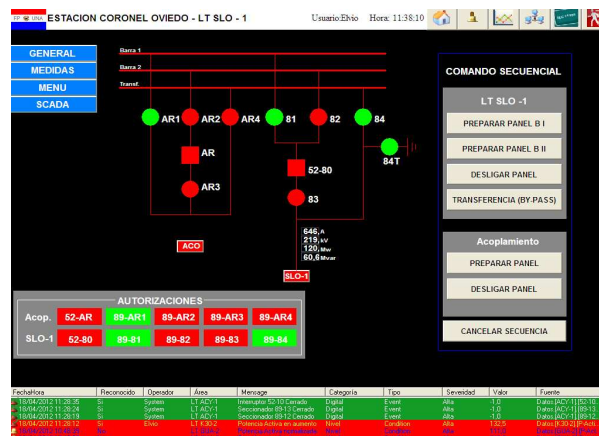


Figura 4 – Pantalla secundaria que representa a la posición de Línea SLO-1

En esta pantalla se realizan las operaciones de cierre y apertura de cada elemento perteneciente a la posición en cuestión así como los elementos de la posición de acoplamiento según la secuencia de operación a realizar en cuanto al acoplamiento de barras o transferencia de protecciones se refiere.

A parte de visualizar las medidas de las variables de dicha posición y las últimas alarmas y eventos en la base de la pantalla se puede observar un cuadro de autorizaciones que corresponde a cada elemento dicha posición y la posición de acoplamiento. También se presenta un cuadro de comando secuencial con la posibilidad

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

de programar y efectuar de forma automática las operaciones de acoplamiento de barras o transferencia de protecciones, según la necesidad.

Todos los elementos, interruptores y seccionadores, así como los distintos cuadros de comandos de la aplicación tienen la misma funcionalidad en todas las pantallas secundarias de cada posición.

6.3.5 Pantalla de Medidas

En la Figura 5 se ilustra la pantalla Medidas. En esta pantalla se puede visualizar todas las medidas de los parámetros de la subestación. Las medidas están organizadas por cada posición existente en la subestación.

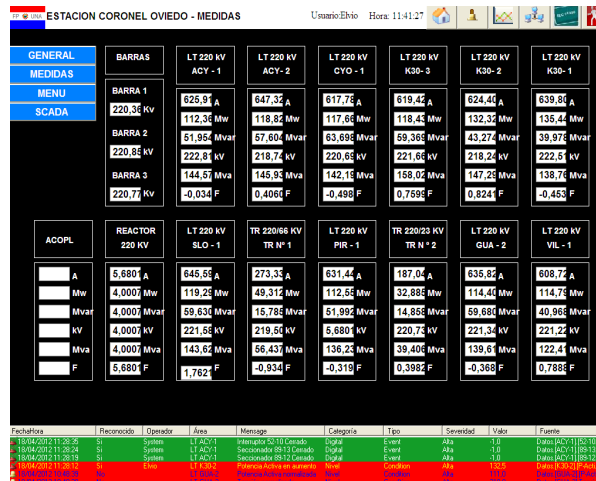


Figura 5 – Pantalla de Medidas del supervisorio

6.3.6 Pantalla de Tendencias

La intención de esta Pantalla de Tendencias es indicar gráficamente las tendencias en tiempo real o histórico de los parámetros más relevantes como corriente, tensión y potencia activa de cada posición, ya sea una línea, un transformador o un reactor. Abajo en la Figura 6 se muestra la pantalla correspondiente.

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

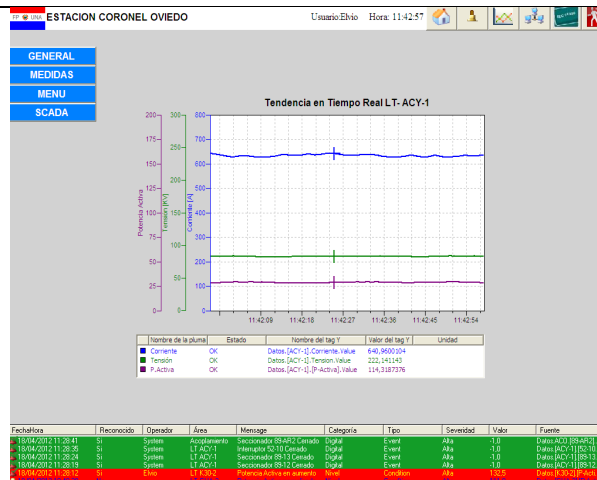


Figura 6 – Pantalla de Tendencias del supervisorio

6.3.7 Pantalla de Alarmas

En esta pantalla se muestra una lista de alarmas y eventos de la subestación como se indica en la Figura 7. En él se distinguirán los distintos niveles de alarmas y todos los eventos que ocurren dentro del sistema.

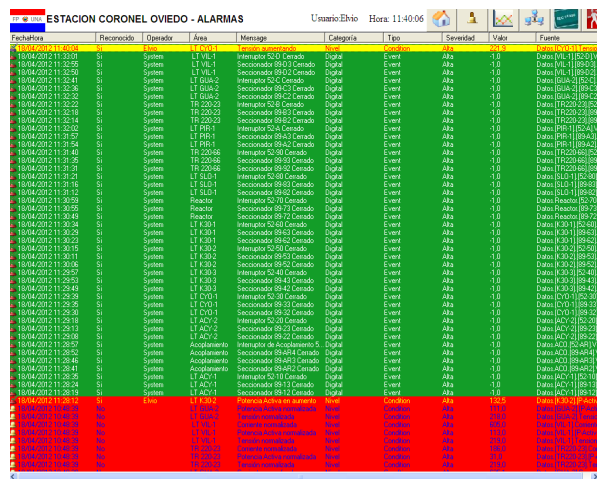


Figura 7 – Pantalla de Alarmas del supervisorio

La visualización de esta pantalla se ha convenido de la siguiente manera:

- **Alarmas:** el fondo aparecerá en color rojo, mientras que el texto del mensaje, la prioridad, fecha y hora de ocurrencia, etc. aparecerán en color amarillo para las alarmas reconocidas y en color azul las no reconocidas.
- **Eventos:** el fondo aparecerá en color verde, también acompañado del mensaje, la prioridad, fecha y hora de ocurrencia, mientras que el texto será de color blanco.

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

6.3.8 Pantalla de Arquitectura del Sistema

La pantalla expone la arquitectura básica, según la norma IEC 61850, donde se pueden ver todos los componentes de medición, protección, control, comunicación y automatización del sistema del sistema.

En la Figura 8 se puede observar dicha pantalla con los módulos de bahías correspondiente a las líneas de transmisión y acoplamiento, además, las dos estaciones de operación y una estación de ingeniería, los servidores, el *Gateway* de comunicación con los CCR y CCN, las impresoras, etc. conectados al Panel UCSE (Unidad de Control de la Subestación) mediante Red de Comunicación Fibra Óptica Redundante IEC 61850 y Red de Cobre Ethernet Redundante IEC 61850.

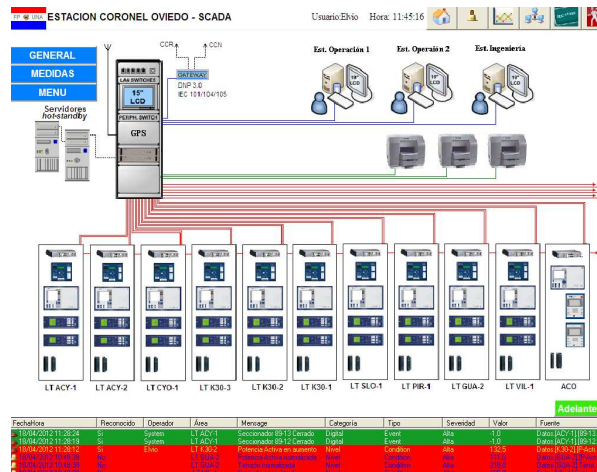


Figura 8 – Pantalla de la Arquitectura del Sistema.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos gracias a la efectiva realización del SCADA tanto a nivel de *Hardware* como a nivel de *Software* fueron muy satisfactorios al simplificar los enclavamientos mediante la programación lógica, la reducción considerable de los tiempos de restauración de las interconexiones y la mejora en la calidad y continuidad del servicio eléctrico gracias a la operación local o remoto del sistema.



8. CONCLUSIONES

La norma IEC 61850 representa un salto tecnológico de gran magnitud. La adopción de esta nueva tecnología y arquitectura de subestación requerirá un esfuerzo por parte de los responsables de ingeniería, protección, medición, control y comunicaciones. El esfuerzo viene recompensado con una nueva forma de implementar subestaciones que reduce el número de tecnologías, aumenta la funcionalidad potencial de los sistemas y permite integrar sistemas simplificando el diseño y mantenimiento de los mismos.

Se demostró que con la implementación con mano de obra local se apuesta a la formación de recurso humanos altamente calificados para el desarrollo y mantenimiento de los Sistemas SCADA.

La efectiva realización del SCADA mejorará la calidad y continuidad del servicio eléctrico al minimizar el tiempo de restauración de la interconexión y consecuentemente reduciendo considerablemente la Energía no Facturada ante fallas y situaciones imprevistas, mejorando la imagen de la Empresa.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere como nuevas líneas de investigación en lo referente a la aplicación de la norma IEC 61850 para la automatización de subestaciones en los siguientes ejes:

- Modelado y aplicaciones SCADA en secuencias de operación automática en subestaciones.
- Protocolo de comunicación TCP/IP para interconexión, visualización, operación, parametrización y/o mantenimiento y de ingeniería en distintos niveles de accesibilidad en subestaciones visando la seguridad del sistema.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ingeniería Mejía Villegas S.A, Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión- 2003.
- Martín, José Raúl, Diseño de Subestaciones Eléctricas- 1990.
- Plan Maestro de Generación y Transmisión de Medio Plazo. Periodo 2012-2016. Dirección de Planificación ANDE.
- Plan Maestro de Transmisión de Medio Plazo. Periodo 2012-2016. Dirección de planificación, División de Estudios Económicos y Energéticos de la ANDE.
- Licitación Pública Internacional ANDE-BID N° 165/2007. Proyecto de Interconexión en 220 KV – Ampliación de las Estaciones Acaray, Kilómetro 30, Coronel Oviedo y Campo 2. Especificaciones Técnicas.
- Norma IEC 61850 “Redes y Sistemas de Comunicación en Subestaciones”
- Tutorial del E3 Versión 3.5, Elipse Software Ltda. 2010.
- Manual de Referencia de Scripts Versión 3.5, Elipse Software Ltda. 2011.