

Integración y Protección sobre la Red Ethernet de PEMEX: Un Caso de Estudio

Carlos A. Guzmán Carranza(SEL), Manglio A. López Aguilar(SEL), Jorge H. Díaz Hernández (SEL), Enrique Priego Franco (PEMEX Gas y Petroquímica Básica Cd. PEMEX)

PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) es responsable de procesar el gas extraído de los campos de petróleo de México. Durante 2001, PGPB procesó un promedio de 3.9 mil millones de pies cúbicos de gas por día y un promedio de 443 mil barriles de gas líquido por día. PGPB realiza el 80% de sus actividades en la parte sureste del país, en los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

La confiabilidad y la seguridad del sistema eléctrico de potencia de Complejo de Procesamiento de Gas (CPG) Ciudad PEMEX son las principales preocupaciones para las autoridades de PGPB. El CPG Ciudad PEMEX se fijó la meta de renovar el sistema eléctrico de potencia del complejo para mantener altos niveles de productividad.

Hace algunos años no había en operación un sistema que diera a los especialistas de protección del sistema eléctrico, la información requerida para analizar remotamente los disturbios del sistema de potencia y les permitiera el acceso remoto a la configuración de los relevadores de protección. Este artículo describe un sistema de protecciones e integración que satisface estos requisitos.

Descripción del CPG Ciudad PEMEX

El CPG Ciudad PEMEX tiene su propio sistema de generación de energía eléctrica; con infraestructura de dos generadores de 30 MW y una red de distribución de 13.8 kV. Posee dos líneas de 115 kV que conectan el sistema con la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad de México (CFE). Dados los requerimientos de confiabilidad en el suministro eléctrico, el sistema eléctrico del CPG opera sincronizado con el de la CFE .

Antes de la modernización del sistema de protección, la subestación tenía relevadores electromecánicos de protección para dos líneas de 115 kV con protección direccional de sobrecorriente, dos transformadores de potencia de 115 kV / 13.8 kV con protección diferencial, de sobrecorriente, de baja frecuencia, y con verificación de sincronismo en el lado de 13.8 kV; seis alimentadores de 13.8 kV con protección de sobrecorriente y dos generadores de 13.8 kV con protección direccional de sobrecorriente, de baja frecuencia, y con verificación de sincronismo .



Las carencias del sistema de protección anterior:

- Los relevadores electromecánicos tenían más de 20 años en operación, por lo que estaban cerca del fin de su vida útil. La incorrecta operación de los relevadores electromecánicos producía daños del equipo primario cada año.
- No se contaba con información del estado del equipo primario en tiempo real, el estado se conocía sólo al realizar el mantenimiento.
- Los equipos de protección existentes no permitían ajustes dinámicos en los parámetros de configuración de las protecciones, en respuesta a cambios en la operación del sistema eléctrico. La interconexión con CFE era un punto crítico, ya que las perturbaciones de CFE podían llevar a un paro total de sistema eléctrico de potencia en el CPG Ciudad PEMEX.
- No se tenía un Sistema de Control Supervisorio y de Adquisición de Datos (SCADA)
- No se tenían herramientas para recuperar y analizar los eventos y fallas del sistema eléctrico, ni se contaba con información básica del sistema eléctrico no estaba disponible para el personal.

Solución SEL para el CPG Ciudad PEMEX

Schweitzer Engineering Laboratories SA de CV (SEL), ofreció a PGPB el diseño de un sistema con las mejores técnicas de ingeniería para asegurar un sistema confiable y seguro. Los relevadores de protección SEL fueron escogidos en base a las funciones de protección necesarias, pero también considerando la aprobación por parte del Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM) de la CFE.

Se seleccionaron los relevadores digitales SEL para proveer las funciones de protección de los equipos de la Subestación Principal de 115 kV. Estos relevadores cumplen con los estándares más estrictos de operación en subestaciones eléctricas, así como en el ambiente encontrado en las instalaciones de petróleo y de gas.

Se proporcionaron tableros de protección, control y medición para proteger las dos líneas de 115 kV, donde los relevadores de protección brindan protección primaria (21/21N) y protección de respaldo (67N, 59N). Tres relevadores protegen los transformadores de potencia de 30 MVA; un relevador ofrece la protección primaria (87T), un segundo relevador ofrece la protección de respaldo en el lado de alto voltaje (67/67N) y el tercer relevador ofrece la protección de respaldo en el lado de bajo voltaje (67/67N), la verificación de sincronismo (25/27) y la protección de sobre y baja frecuencia (81O/U). En los seis alimentadores de 13.8 kV, los relevadores ofrecen las funciones de protección de sobrecorriente (50/51) y de baja frecuencia (81U). Finalmente para proteger los dos enlaces entre la Subestación Principal de 115 kV y la generación del CPG Ciudad PEMEX, se instalaron relevadores de protección en ambos extremos, en un esquema de teleprotección por comparación direccional con lógica POTT.

El sistema integrado se basa en el uso de un procesador de comunicaciones, equipo diseñado y construido para trabajar bajo las mismas condiciones que los relevadores de protección. Esta solución proporcionó un esquema de comunicaciones simple, seguro y confiable, probado en otros sistemas integrados con éxito.

Los relevadores de protección se conectan al procesador de comunicaciones mediante un enlace serial de comunicaciones en una configuración estrella. El procesador de comunicaciones usa una técnica propietaria llamada "Interleaved Communications" en la cual diversos tipos de comunicaciones comparten el mismo canal. Los tipos de comunicación son: ASCII, Binario solicitado, Binario no solicitado y Comandos binarios (usados para el control), IRIG-B (sincronía de tiempo).

El procesador de comunicaciones alberga un procesador Ethernet, que proporciona conectividad a la LAN de la subestación. El procesador Ethernet soporta los protocolos FTP (File Transfer Protocol) y Telnet, de la suite de protocolos TCP/IP. El uso de una red Ethernet en la subestación ofrece una conexión para la recolección de datos de ingeniería provenientes los relevadores de protección, hacia las estaciones de trabajo de los ingenieros en PGPB. En el caso del sistema del CPG Ciudad PEMEX se aplicaron restricciones de acceso, autenticación del usuario y auditoría del acceso al sistema, lo que evita alteraciones de parámetros en los relevadores de protección y operación inadecuada de los equipos de la subestación.

En resumen, el procesador de comunicaciones realiza las siguientes funciones:

- La recuperación de datos en tiempo real
- Una conexión transparente para acceso de ingeniería, para configuración, visualización y ajustes de los relevadores digitales en forma remota
- Sincronización de los relevadores de protección con la señal del reloj satelital
- Recuperación de la oscilografía en la Oficina Regional remota de PGPB para el análisis posterior del evento
- SCADA de respaldo. La información visualizada en el HMI local está presente en la base de datos del procesador de comunicaciones y está disponible al usuario remoto por una conexión LAN

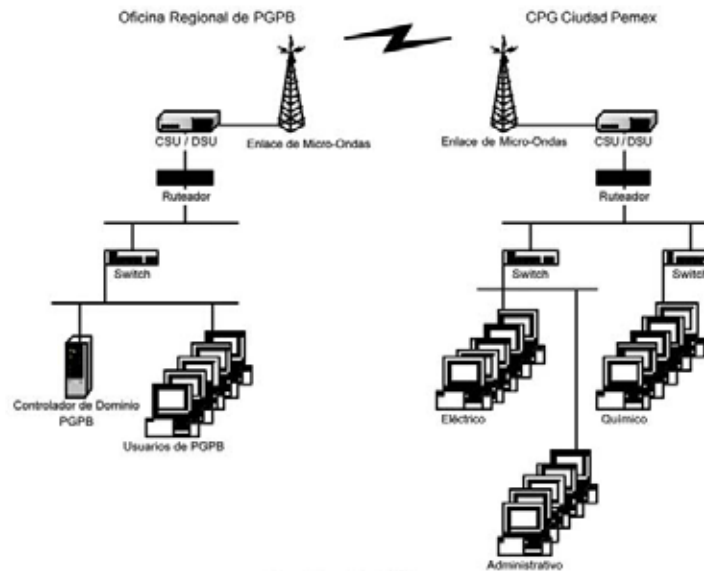


Fig. 2. Red de comunicaciones.

Software de Integración

Las aplicaciones del sistema integrado se ejecutan en un Servidor con hardware industrial. Estas aplicaciones incluyen un sistema operativo Windows® 2000, un servidor de I/O, una Interfaz Humano Máquina (IHM) local, y un Servidor de Información para Internet (IIS). El servidor también ejecuta los programas del software de protecciones que ayudan con las tareas de manejo de reportes de eventos, administrando los ajustes de relevadores y análisis del sistema.

Se desarrolló una aplicación IHM usando un producto de software de alta calidad y cuenta con un conjunto de pantallas que permiten ver diferentes elementos de visualización: Diagrama unifilar, pantallas por equipo, pantalla de alarmas generales, pantallas de alarmas por equipo, pantalla de comunicaciones y de tendencias en tiempo real.

También se desarrolló una aplicación que transforma las pantallas del operador a un formato que puede publicarse por un servidor Web. El servidor seleccionado para este sistema integrado fue el IIS; IIS "sirve" páginas Web al usuario en la LAN o Red de Área Amplia (WAN) de PGPB. Debido a que el IIS está ejecutándose en un servidor de dominio basado en Windows® 2000, la administración de las contraseñas es más simple.

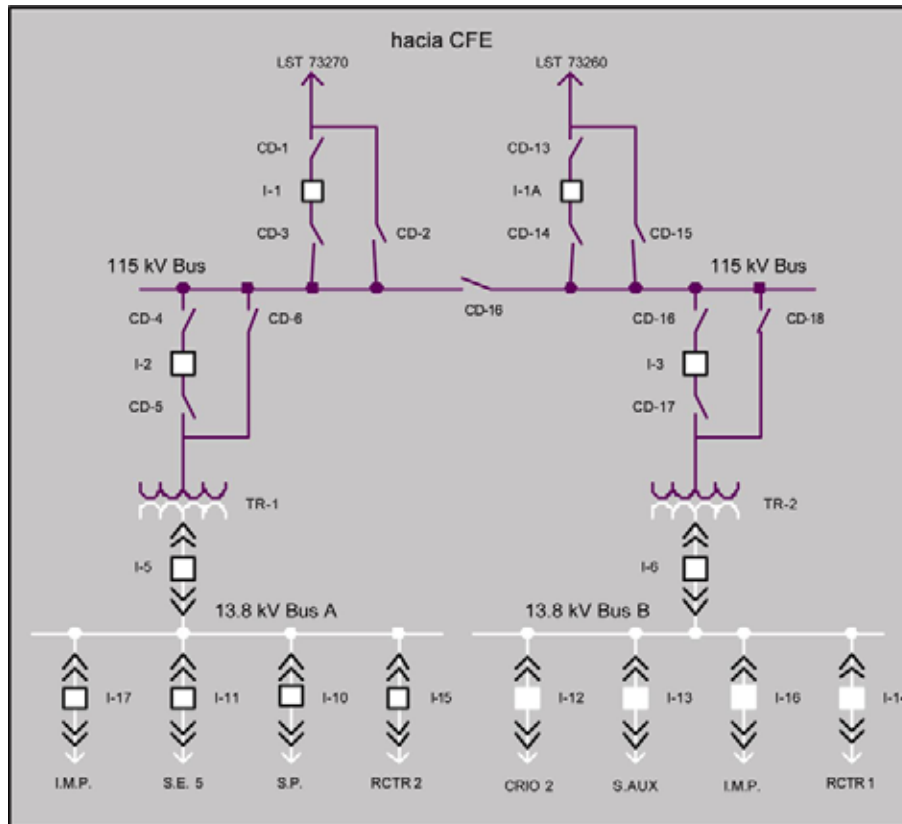


Fig. 3. Diagrama unifilar de la Subestación Principal de 115 kV.

Se proporcionó capacitación a los operadores para asegurar una comprensión apropiada del sistema, sus pantallas, y funciones. Se capacitó también a los ingenieros de protección del CPG Ciudad PEMEX y de PGPB en el uso de las herramientas de Internet, sobre todo el Telnet, FTP, y el software de análisis de fallas. Es importante mencionar que se requirió poco tiempo para cubrir el tema del navegador de Internet, debido a la experiencia previa de los ingenieros.

Conclusiones

Todo cambio tecnológico es precedido por un periodo de adaptación. El caso de modernización del sistema de protección del CPG Ciudad PEMEX representó un esfuerzo de actualización considerable para el personal de CPG Ciudad PEMEX.

Sin embargo, el tiempo de soporte técnico posterior a la puesta en servicio del sistema fue menor al considerado inicialmente. Tener la información en un formato electrónico ha reducido el tiempo de respuesta ante eventos y fallas del sistema eléctrico.

En resumen, las ventajas del sistema integrado y los relevadores microprocesados de protección son las siguientes:

1. El Sistema Integrado ha proporcionado la funcionalidad SCADA para los operadores del sistema eléctrico del CPG Ciudad PEMEX.
2. La información proporcionada por el sistema integrado ha ayudado a coordinar las protecciones del sistema eléctrico de potencia del CPG Ciudad PEMEX. También ha

ayudado a poner a punto los ajustes de los relevadores de protección para cada uno de los diferentes grupos de operación.

3. Los relevadores microprocesados de protección han proporcionado información para desconectar y reconectar el sistema eléctrico de potencia del CPG Ciudad PEMEX en respuesta a los cambios de frecuencia o el consumo de energía en el sistema eléctrico de potencia de CFE.
4. Los relevadores microprocesados de protección han ayudado a reducir el tiempo muerto del proceso químico, debido a la elevación de la confiabilidad del sistema eléctrico de potencia.
5. El tiempo para realizar la recuperación de los datos de eventos se ha reducido de varias horas a aproximadamente 30 minutos, sin necesidad de salir de la oficina.
6. Datos más completos están disponibles para determinar la causa raíz de las fallas.

En conclusión los clientes industriales, con la infraestructura y las medidas de seguridad apropiadas, pueden cubrir sus necesidades de análisis de datos de protecciones con consultores externos. Empresas especializadas como Schweitzer Engineering Laboratories puede ayudarles a mejorar la confiabilidad de su sistema eléctrico de potencia. La tecnología y equipos existentes pueden ayudar a lograr esta meta, y es que SEL cree firmemente en la misión de "Hacer la Energía Eléctrica Más Segura, Más Confiable y Más Económica", en busca del beneficio de sus clientes.