

Proceso de Integración y Comisionamiento del Sistema SCADA NMR3 de ABB. Desafíos de su implementación en una usina en operación.

Martínez Giracca, Damián

García Romero, Rony

ITAIPU BINACIONAL

Hernandarias – Paraguay

RESUMEN

En el marco del proceso de actualización tecnológica que lleva a cabo la ITAIPU BINACIONAL, se realiza la instalación del nuevo Sistema SCADA NMR3 de ABB en reemplazo del actualmente operativo, RANGER 10 de la Bailey. Incluyendo nuevas mejoras en el hardware del sistema respecto a su antecesor, el mismo presenta sin embargo, la misma estructura básica de aplicaciones, facilitando el proceso de cambio, tanto operativamente como desde la perspectiva de mantenimiento.

A pesar de esto, la complejidad de este EMS (Energy Management System), en sus distintas partes, hacen que el proceso de integración del nuevo sistema en una usina como ITAIPU sea delicado, un desafío para todos los profesionales participantes de este trabajo. Acompañando al propio EMS (y sus respectivas aplicaciones internas), se integran también otros subsistemas como el DTS (Dispatcher Training Simulator) y el PDS (Program Development System) que complementan las funciones del NMR3, brindando ambientes adecuados para la preparación de operadores y despachantes, así como para desarrollar mejoras en el sistema en un ambiente controlado. A parte del soporte de comunicación serial existente para adquisición, el alcance de la modernización llegaría a la comunicación con las UTR ya existentes (60870-5-101), este nuevo sistema SCADA ya viene preparado para poder utilizar enlaces de comunicación basados en TCP/IP/Ethernet (60870-5-104).

El propósito de este ensayo es el de describir las características principales del NMR3, contrastarlas con las propias del RANGER 10 y con estos elementos indicar los criterios utilizados para llevar a cabo las distintas fases de integración del nuevo sistema SCADA.

PALABRAS CLAVES

SCADA, UTR, INTEGRACIÓN, ACTUALIZACIÓN, SISTEMAS.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del programa de actualización tecnológica que está impulsando la ITAIPU BINACIONAL, uno de los elementos importantes en este plan lo constituye el sistema SCADA/EMS. Su importancia radica no solo en la adquisición de datos de campo para la generación de alarmas, captura de eventos, actualización de medidas de variables físicas que faciliten la supervisión de la Central Hidroeléctrica, sino también la capacidad enorme de poder establecer distintas formas de control de los procesos, ya sea en forma manual y automática. Las diferentes aplicaciones control desarrolladas sobre esta plataforma permiten agregar valor al que ya intrínsecamente posee el sistema con su capacidad de adquisición datos y control de procesos.

El PAT establece diversas normas y criterios que definen si un sistema se encuentra ya con la necesidad de ser actualizado. Ese es el caso del sistema SCADA/EMS RANGER10, instalado en 1999, cuyos equipos de comunicaciones, servidores y consolas ya entraron en obsolescencia, no solo declarada por los fabricantes de cada uno de los equipos en cuanto al soporte de repuestos, sino que nos encontramos ya muy cercanos al límite de la vida útil de los mismos.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL NUEVO SISTEMA

2.1. Estructura del Sistema SCADA NMR3.

El nuevo Sistema SCADA NMR3, comparte mucho de su estructura fundamental con el antiguo RANGER10. El núcleo del Sistema SCADA NMR3 es el RAS o Servidor de Aplicaciones RANGER (RANGER Application Server) desarrollado originalmente por Bailey Controls, (fusionada con ABB en 1998).

En este servidor se encuentran corriendo los principales aplicativos del Sistema SCADA, así como el control de las aplicaciones clientes conectados, utilizando el programa WS500 instalado en todas las consolas, control de acceso, la base de datos de tiempo real donde se almacenan las principales variables y parámetros que definen el comportamiento del sistema.

Otros equipos que forman parte del conjunto son:

- a. *Servidor de Base de Datos Oracle(Windows 2003 Server)*: Almacenamiento de datos de configuración y eventos.
- b. *Servidor ICCP (Windows 2003 Server)*: Gestor de comunicaciones TASE.2 – ICCP.
- c. *Servidor Historiador (Windows 2003 Server)*: Almacenamiento y disponibilización de variables medidas en campo que son de interés para posterior análisis. Basado en aplicaciones PI de OSI Software.
- d. *Servidor Controlador de Dominio (Windows 2003 Server)*: Equipo en cargo de la administración de equipos Windows, resolución de DNS y sincronización de hora y fecha de equipos Windows.
- e. *Servidor DTS (HP-UX)*: Servidor de simulación del sistema controlado para entrenamiento de operadores.
- f. *Servidor PCU (Windows 2003 Server)*: Front-End de comunicaciones TCP/IP.

Principales Aplicativos de Integrados en el sistema:

- a. *CAT – Control Automático de Tensión*
- b. *CAG – Control Automático de Generación.*
- c. *Estimador de Estados.*
- d. *DTS – Dispatch Training System.*
- e. *PDS – Program Development System*
- f. *EMS – Energy Management System*

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

Para el caso del DTS, se cuenta con un servidor RAS físicamente independiente para poder correr los escenarios de simulación, sin perjudicar el desempeño del sistema principal. Para que el PDS pueda llevar a cabo de objetivo, debe contar con equipos independientes para no alterar el desempeño del sistema principal, por esto cuenta con un servidor RAS y Oracle independientes con un set de canales para captura de datos de campo.

A continuación se muestra un diagrama comparativo de los dos sistemas SCADA coexistentes actualmente:

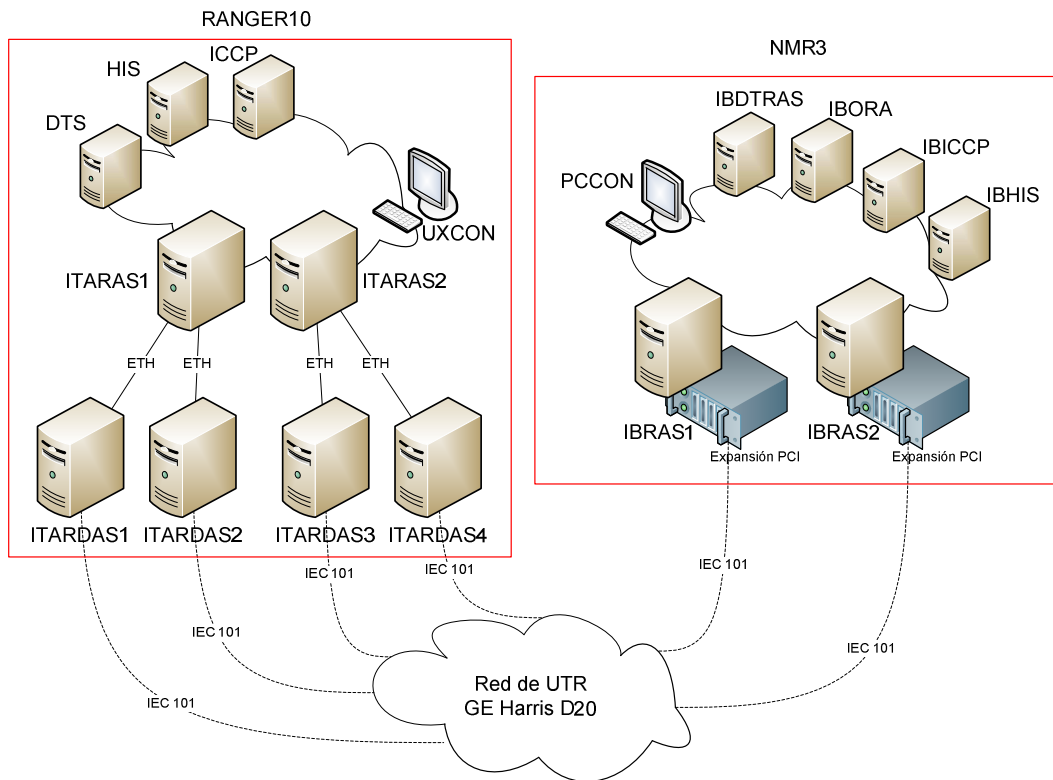


Figura 1: Diagrama de Estructura Básica de los Sistemas RANGER10 y NMR3

2.2. Diferencias principales entre los sistemas SCADA NMR3 y el RANGER10

El Sistema SCADA NMR3, a pesar de tener como base al RANGER10 y compartir gran parte de la estructura interna, tiene marcadas diferencias respecto al equipamiento que lo compone y la forma en que el sistema llega a los usuarios.

Como es natural, el hardware disponible en este momento es más potente que uno adquirido por el mismo precio, tan solo seis meses antes. Si aplicáramos un criterio similar al cambio visto en esta transición, la diferencia es aún mayor ya que con 10 años de diferencia el hardware actual no es solamente tiene mucha mayor capacidad de procesamiento, varias veces capacidad de almacenamiento, dispositivos de comunicaciones redundantes más rápidos, un sistema de alimentación duplicado en cada servidor, además de un diseño modular que facilita las tareas de mantenimiento y robustez ante fallas. Este conjunto de características hacen del equipamiento del NMR3 ampliamente superior y debido a la modularidad de los componentes debería poder ser actualizado en forma gradual, sin tener que realizar cambios muy drásticos en el futuro que comprometan su funcionamiento.

En cuanto a software, no se ven mayores diferencias en las aplicaciones que corren en los servidores principales o RAS, la principal diferencia en este plano, a parte de los sistemas operativos más recientes, es el cambio de la estructura de control de las consolas de operación. A diferencia del RANGER10, en el cual el sistema operativo de las consolas es Unix, como en el RAS, en el NMR3 se utiliza Windows XP en dichos equipos. Para poder acceder a las pantallas de supervisión y control del

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

sistema, se utiliza una aplicación específica llamada WS500, la misma realiza un enlace con el servidor RAS, autentica al operador registrado y le da los privilegios adecuados según su perfil de usuario.

En el sistema antiguo se utiliza un módulo/servicio llamado MMC (Man Machine Communication) que permite al RANGER10 controlar sesiones de usuarios registrados en el sistema. Este método consume valiosos recursos en el RAS además de tener una limitada capacidad en la cantidad de sesiones activas en el sistema. Este concepto fue cambiado en el NMR3 con el uso de SIDL, que permite un vínculo TCP/IP entre la aplicación cliente WS500 corriendo en las consolas y los servidores RAS, controlando el acceso a otros recursos a través de Controladores de Dominio Windows 2003 Server (DC). Estos últimos se encargan de la gestión y el control de usuarios en el dominio Windows, la distribución de software a las consolas además de proveer resolución de nombres de dominio.

Luego de estar con sesión de Windows abierta en una consola, se ejecuta el WS500 que pide una nueva autenticación dentro de la aplicación. En este estadio, el que realiza la autenticación es el propio RAS, pero solo para propósitos de despliegue de pantallas de control, alarmas y demás funciones propias del SCADA. La jerarquía de usuario para este caso en particular independe de definido en los DC sino que está regido por la configuración interna en las bases de datos del RAS así como se tiene en el RANGER10.

En cuanto a la infraestructura de comunicaciones, se pueden diferenciar en dos partes:

LAN: En el NMR3, compuesta por una nueva generación de equipos de la marca Cisco, con una configuración plenamente redundante en el núcleo y en las áreas operativas críticas. En RANGER10 posee también una configuración de red redundante excepto por la interfaces con otras redes, donde los dos firewalls PIX no trabajan como un par redundante, encargándose cada uno de segmentos diferentes de Red.

Red de Conexión con UTR: La red de interconexión con las UTR es la misma que está siendo utilizada con el RANGER10, una red óptica serial de topología estrella, de enlace único con cada GE Harris D20 distribuidas por la central hidroeléctrica. En cuanto al soporte de comunicación serial IEC 60870-5-101 es prácticamente el mismo, diferenciándose en los equipos utilizados en la implementación del mismo entre un sistema y otro. A parte de esto el Sistema SCADA NMR3 posee soporte para el protocolo IEC 60870-5-104 (a través de servidores llamados PCU), lo que le permite al este sistema integrarse a redes Ethernet (por ejemplo a la red del SIRI) para ampliar el alcance de la red de adquisición de datos.

3. RECEPCIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. Instalación de Servidores

Luego del desempaque de los equipos, los gabinetes fueron ubicados en la sala de equipos según la disposición definida en el proyecto para ello se debió acondicionar el piso falso para el paso de los cables de comunicaciones (LAN y Seriales, UTP de 8 hilos) y energía. El proceso de instalación de los gabinetes fue avanzando a la par de la instalación de la infraestructura de comunicaciones, apoyado por cuadrillas de montaje para el lanzamiento de cables hacia los distintos locales donde fueron ubicados los equipos (a decir: servidores, equipos de comunicaciones, consolas).

Para los ensayos iniciales se procedió a tomar energía en forma provisoria de un tablero existente antes de la instalación de los tableros definitivos. Con la primera inicialización (o startup) se comprobó el estado de los equipos luego de su traslado desde Houston así como el de los sistemas instalados en los distintos servidores.

Luego de la instalación de los tableros definitivos se realizaron, en el marco de las pruebas comisionamiento del sistema, ensayos de pérdida de energía en algunos circuitos al desconectar manualmente los disyuntores, comprobando el correcto funcionamiento de los sistemas de redundancia de alimentación de los equipos.

3.2. Instalación de Sistema de Comunicaciones y Soporte LAN

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

La estructura de comunicaciones que acompaña al sistema SCADA NMR3 está compuesta por dos partes, la red interconexión las UTR GE Harris D20 y la LAN ETH/IP:

3.2.1. La red de conexión con las UTR

Como ya mencionamos el protocolo de comunicación utilizado con las UTR, el IEC 60870-5-101, tiene que como “FRONT END” en el NMR3 los servidores IBRAS1 e IBRAS2, que poseen internamente aplicaciones con funciones equivalentes a los servidores RDAS utilizados en el RANGER10. Para ello fueron lanzados cables UTP desde los paneles MSD del NMR3 hacia las placas MSD del RANGER10 para conectar ambos sistemas en paralelo.

La integración de esta red con el SCADA NMR3, se realizará en dos etapas:

- a. Primeramente, antes del “cut-off” del RANGER10, la interconexión del SCADA NMR3 a la red de adquisición se realiza con ayuda de MSD (Modem Sharing Device) que permite la conexión de otro sistema paralelo al mismo canal de comunicaciones sin desconectar el existente.
- b. Finalmente, cuando el sistema SCADA NMR3 se encuentre listo para poder operar, se realizará la desconexión definitiva del RANGER10, conectando las salidas de los MSD del NMR3 en forma directa al pool del Modems.

3.2.2. LAN ETH/IP

Compuesta por una red Ethernet equipada con productos de la marca CISCO, cumple la función de interconectar los servidores y la estaciones de trabajo entre si, en una red plenamente configurable y segura. Cuenta con dos firewalls ASA 5520, dos conmutadores CATALYST 4506, y varios conmutadores de concentración CATALYST 3560, interconectados usando enlace de fibra óptica a 1 Gbps. Desde las consolas HP xw4600 hasta los conmutadores se usaron cables UTP CAT 6, todos estos computadores poseen doble tarjeta de red, para el caso de tener más de un switch de concentración, dos cables (interfaces en configuración TEAM) salen de cada equipo conectando en conmutadores diferentes para tener redundancia física.

3.3. Instalación de Consolas de Operación

La instalación de las Consolas de Operación y Mantenimiento tuvo que ser realizada en diversas etapas debido a la indisponibilidad inmediata de espacio físico adecuado, energía y conectividad en los lugares asignados para cada una. Esto debido a las diversas reformas que se estuvieron llevando a cabo tanto en las Salas de Control Central (CCR – Central Control Room) y de Despacho de Carga, teniendo que además ubicarlas adecuadamente para que coexistan con las del RANGER10. Inicialmente se realizó el desempaque y colocación de los equipos próximos a los lugares definitivos. Luego de que los mismos estuvieran ubicados, se pasaba a la conexión de la tomas de energía y de LAN, al arrancar el sistema operativo de las nuevas consolas y tener conectividad con los controladores de dominio, se continuaba con la integración cada una de las máquinas al dominio local ABBNM, descargando en forma automática las estaciones de trabajo todas las aplicaciones necesarias para el correcto funcionamiento de cada una.

3.4. Integración de UTR existentes al Sistema SCADA NMR3

La integración de las unidades terminales de remotas al NMR3 ya se pudo realizar poco después de la instalación y configuración de los servidores principales del sistema, ya que solo consistiría en emular las configuraciones de canal ya utilizadas en el RANGER10 para el protocolo IEC 60870-5-101. La estructura de comunicación es la misma que en el sistema anterior, y colocando cada unos de los

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

canales de cada remota en modo “escucha” rápidamente se pudo comprobar la recepción de datos de campo, actualizándose las primeras pantallas integradas en el nuevo sistema.

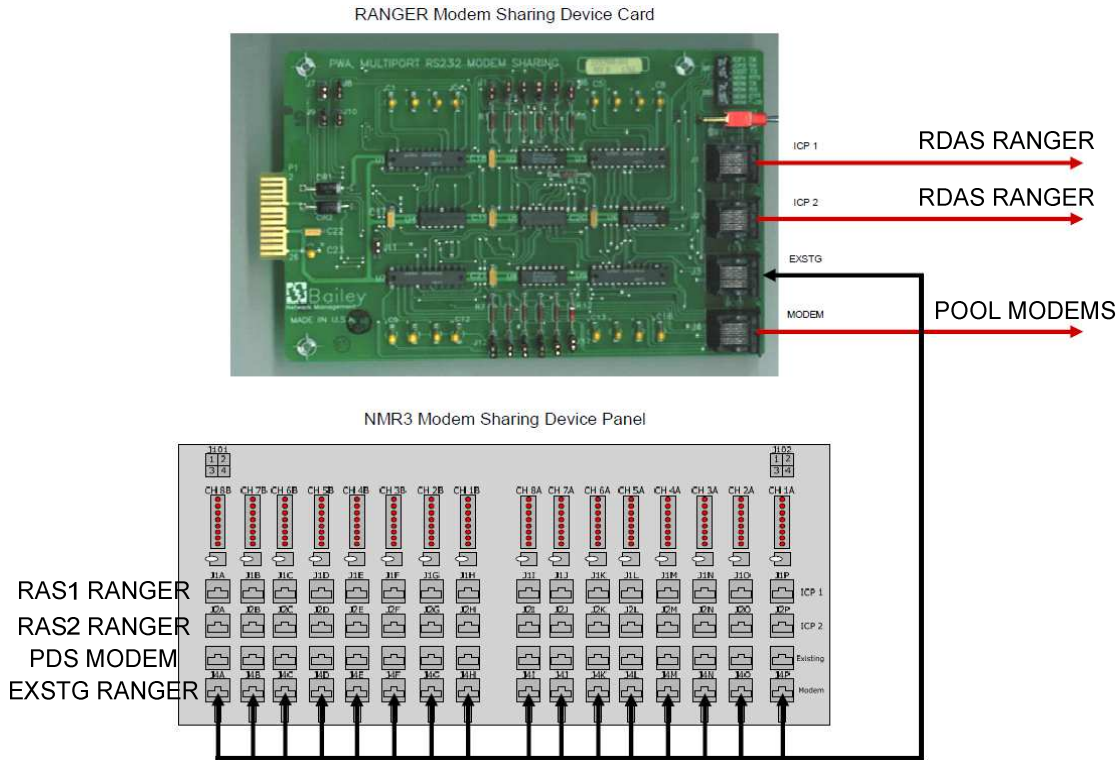


Figura 2: Configuración para conexión en modo “LISTEN” o escucha para el NMR3

Una vez comprobado el estado de las UTR vía las pantallas de mantenimiento específicas en modo “escucha” o “listen”, se fue preparando el sistema para el primer ensayo de comandos, primeramente con una UTR no crítica en forma individual. Para esto, se coordina con personal de Operación de Usina para pasar dicha UTR y los procesos controlados por la misma a modo convencional, y suprimiendo la salida de comandos en los actuadores de la propia UTR, se ordenan los comandos desde el WS500.

4. OPERACIÓN DE LA USINA CON DOS SISTEMAS.

4.1. Configuración Inicial del Sistema

La configuración inicial del Sistema fue realizada en base a la que estaba en funcionamiento en el RANGER10. La misma fue montada y probada en las instalaciones de ABB en Houston, EEUU con el uso de herramientas de simulación y una UTR de prueba montada en sitio. Conexión de las UTR en modo “escucha”.

4.2. Maniobras de intercambio de control RANGER10 – NMR3 – RANGER10

En las distintas pruebas realizadas con el nuevo sistema, en las cuales se requería de control por parte del mismo, las UTR afectadas en cada actividad eran conmutadas de un sistema a otro siguiendo un procedimiento que se puede resumir en los siguientes pasos, por ejemplo, para pasar el control de la UTR 550 del RANGER10 al NMR3:

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

- c. Inhabilitación de la UTR en el RANGER10 y luego en el NMR3,
- d. Inhabilitación de los canales correspondientes en ambos sistemas SCADA, tanto el primario como el alternativo (Primario correspondiendo al RAS1 y el secundario al RAS2).
- e. Cambio del modo de canal en el RANGER10 de “NORMAL” a “LISTEN” y en el NMR3 de “LISTEN” a “NORMAL”, tanto en el primario como en el alternativo. En el modo “NORMAL” el canal en cuestión tiene posibilidad de envío de comandos, permitiendo al sistema tomar el control de la comunicación con la UTR.
- f. Habilitación de la UTR en ambos sistemas SCADA.
- g. Una vez que la UTR pasa a un estado normal comunicación con el sistema, se procede a la solicitud de adquisición de puntos en la misma desde el NMR3 (si la migración de UTR es masiva, al final del proceso de traspaso de todas UTR, se ordena en el sistema activo una re-adquisición general de todos los puntos, tanto de estado como analógicos, con esto el RANGER10 que está en modo “LISTEN” recibe también las actualizaciones de datos).

4.3. Configuración de los aplicativos principales del sistema SCADA

Una vez operativo el sistema SCADA NMR3, obteniendo datos de campo en paralelo al RANGER10, empezaron los trabajos de configuración y comisionamiento de los distintos aplicativos del sistema. Especialistas de ABB en conjunto con personal de Operación de Sistema (OPS.DT) e Ingeniería de Sistemas de Control (ENES.DT) de ITAIPU, trabajaron en la configuración previa de aplicativos como el CAG y el CAT. Para dichos trabajos se necesitaba tener sectores de usina bajo el control del NMR3, para ello se pasaban las UTR necesarias al control del nuevo sistema y se realizaban los ensayos programados, todo esto con en conjunto con personal de Operación de Usina (OPU.DT).

Como resultado de estos primeros ensayos se obtuvieron muestras para determinar los ajustes necesarios que se deberían realizar a los aplicativos para obtener la respuesta deseada. Algunos de estos ajustes afectaban parámetros de “accesibles” en el sistema y otros implicaban cambios en el código fuente de los mismos. Finalmente, al tener el comportamiento deseado, se pudo pasar a realizar los trabajos de comisionamiento de cada aplicativo.

4.4. Comisionamiento del sistema

El comisionamiento del sistema SCADA NMR3 pudo empezar luego de la instalación y la configuración básica de los equipos y aplicaciones. El proceso de comisionamiento está estructurado como una sucesión de ensayos y procedimientos a ser ejecutados en el sistema con un resultado esperado, en base a este resultado, se aprueba la configuración del sistema en ese aspecto o se solicita la intervención del soporte del fabricante (ABB) para solucionar algún problema que se presente.

Un caso particular de proceso de comisionamiento fueron los ensayos de envíos de comandos de control sobre los disyuntores de la GIS (Sub Estación Aislada a Gas) que son los que permiten conectar los distintos generadores a las barras comunes de cada sector. Pasando las UTR involucradas bajo el control del NMR3 nos encontramos en condiciones de empezar el trabajo. En el WS500 un operador de turno de CCR (OPU.DT) abre la pantalla correspondiente a la barra que despliega los disyuntores y prepara los comandos a ser enviados, mientras tanto, personal de mantenimiento electrónico (SMME.DT) procede a inhibir físicamente la actuación de cada contacto para que el pulso correspondiente no llegue al campo.

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

Este trabajo es especialmente delicado ya que no se debe permitir que los comandos abran los disyuntores de máquinas que están en operación. Con cada comando enviado se verifica las actuaciones de los relés de salida correspondientes para cada disyuntor, uno a uno.

Así también se probó el funcionamiento de un aplicativo especial llamado *simbrk*, que se encarga de asistir en la sincronización de la máquina al cerrar un disyuntor que la conecte a la barra común. El mismo puede cerrar el disyuntor en dos modos, automático o manual; en el automático, el propio sistema SCADA se encarga de sensar las variables correspondientes y cerrar el disyuntor en el momento que las condiciones de frecuencia y fase sean las correctas, en el modo manual, se activa uno de los sincronoscopios montados en la CCR permitiendo al operador cerrar el disyuntor a voluntad apretando un botón especial habilitado en pantalla.

4.5. Rendimiento del sistema en control operativo total

El desempeño del sistema en cuanto a carga de los servidores RAS también fue evaluado como un ensayo de comisionamiento. Para el mismo se tuvo que pasar el control del NMR3 todas y cada una de las UTR instaladas, y realizar una serie de operaciones en el sistema con todos los aplicativos en funcionamiento. El proceso de pasar las 62 UTR al nuevo sistema fue un trabajo que llevó algo más de 50 minutos para ser completado, previa puesta en modo convencional de todos los sistemas de la usina. Al tener todas las UTR ya bajo el control del NMR3, pasan los sistemas al modo SCADA y empieza la evaluación de desempeño operando la usina en forma normal. Como resultado del ensayo se pudo ver que ninguno de los servidores se vio exigido manteniéndose por debajo de los umbrales de carga definidos en los requerimientos de diseño.

BIBLIOGRAFIA

- Gesualdi, Francisco. “Curso 425 – Software Configuration Management.” ABB.
- Gesualdi, Francisco. “Curso 435 – System Configuration Management.” ABB
- ENES.DT/ENEE.DT – “Directrices para la Actualización Tecnológica de ITAIPU” Ultima Revisión 2006, 42 páginas.