



Entrenamiento de procedimientos Operativos mediante Simulador de Sistemas de Supervisión y Control Digital de Itaipú Binacional

H. Ribeiro

Marcelo Roca

Itaipú Binacional

Paraguay - Brasil

RESUMEN

Para llevar a cabo la formación práctica de los operadores, se han seleccionado algunas grandes perturbaciones en la historia de Itaipú Binacional. Basándose en la secuencia de las alarmas, se puede repetir una determinada perturbación en el Simulador del “Sistema de Supervisión y Control Digital” a fin de optimizar las maniobras de restablecimiento. En este aspecto, Itaipú mantiene sus inversiones anuales para la formación práctica de los operadores. Este simulador comparte la misma base de datos, y también contiene las mismas pantallas de supervisión de su principal Sistema de Control Digital y Adquisición de Datos en tiempo real (SCADA).

Cuanto más raro es la operación de restablecimiento, mayor es la necesidad de una formación práctica de los operadores para realizar las secuencias establecidas en los procedimientos.

Los entrenamientos realizados en 2014 y 2015 han sido programadas para realizar maniobras de restauración del sector de 50 Hz; operación de la subestación con diferentes frecuencias debido a las barras separadas para ANDE; escenarios de supervisión de las bombas de control de presión del regulador de velocidad; escenarios de supervisión del sistema de agua pura del generador.

PALABRAS CLAVES

Simulador, procedimientos, comunicaciones, capacitación, falla humana.



1.0 – INTRODUCCIÓN

El análisis de las ocurrencias de los disturbios registrados Itaipú, permite la creación de escenarios de entrenamiento. La práctica de simulación permite el debate técnico a los otros equipos de turno, que no participaron directamente la recuperación en tiempo real. Este ejercicio estimula Instrucciones Resumen de actividades, y también promueve una interpretación homogénea de los procedimientos en todos los miembros de los equipos de desplazamiento. El simulador comparte la misma base de datos, y también tiene las mismas pantallas; su principal sistema de control digital y la adquisición de datos en tiempo real (SCADA). Cuanto más raro es la operación de restauración, mayor es la necesidad de una formación práctica de realizar las secuencias establecidas en los procedimientos.

Con el fin de satisfacer las peticiones de la ONS (Operador Nacional del Sistema), y también según las recomendaciones de la FERC (Comisión Federal Reguladora de Energía), los empleados de la División de Investigación y Normas, en conjunto con la División de Operación de Planta y subestaciones; Ellos desarrollaron un conjunto de entrenamiento y de recuperación de escenarios para la práctica de las situaciones mencionadas en los procedimientos operativos, orientados a la máxima seguridad y fiabilidad.

2.0 - METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el plan de capacitación de los operadores utiliza un aplicativo para la socialización de la información. El aplicativo CEO (Creación de Escenarios de Operación) fue desarrollado por profesionales de Itaipú, y está disponible en la intranet. En esta metodología, los supervisores y operadores pueden participar en la selección de los escenarios que serán utilizados durante el entrenamiento. Los escenarios propuestos están disponibles para la edición, por lo que cada operador puede introducir sus comentarios. El aplicativo envía automáticamente correos electrónicos a los usuarios, informándoles de las modificaciones propuestas y también sobre los plazos de las etapas de preparación de los escenarios.

El método utilizado durante la fase de ejecución es observar diversos criterios para la evaluación, ellos son: la interpretación de alarmas a través de un diagnóstico rápido y preciso de las causas, el correcto cumplimiento de los procedimientos de operación, el tiempo estimado de retorno de los equipos afectados, la correcta comunicación entre las salas de control y el tiempo transcurrido para las maniobras de restablecimiento. Cabe recordar que el tiempo registrado, no es el objetivo en la formación, sino es promover la secuencia de maniobras de acuerdo con los procedimientos.

Si el equipo en el entrenamiento efectuar adecuadamente las maniobras de recuperación, como se esperaba en los procedimientos de operación, se considera terminada la formación. Recuerde que: si no, no hay una evaluación numérica de rendimiento individual. En estos casos, se realiza una sesión de discusiones teóricas y explicaciones de los fallos detectados. Y entonces se hizo una repetición del mismo escenario, con el objetivo de su conclusión exitosa.



2.1 Estructura del Simulador

El entrenamiento se realiza con la participación de seis operadores por sesión. Debido a la operación de rutina de los desplazamientos, la misma sesión de entrenamiento se repite cinco veces. Por lo tanto, todos los turnos recibirán el mismo contenido, y habrá una optimización en la difusión de los conocimientos teóricos y habilidades prácticas.

La Operación Simulador Tiempo real consta de tres habitaciones separadas por las ventanas de cristal. Una de las habitaciones es donde los instructores y observadores son. Las alarmas de la sala instructor se activan, y se comprueban la secuencia correcta de las maniobras, como los procedimientos de operación existentes. Las dos habitaciones tienen capacidad para la configuración para simular la sala de control central (CCR); la sala de control SEMD (Subestación Margen Derecha); la sala de operaciones del sistema; y la sala de control local. El ajuste varía dependiendo del tipo de equipo / sistema para ser entrenados, como el manual de instrucciones para llevar a la práctica. Recordando que el simulador también incluye grabación de voz.

3.0 - CASOS SIMULADOS

3.1. La recomposición del sector 50Hz

Se requiere la configuración de la ANDE por barras separadas cuando hay cambio en los cuadros de protección o ajuste en la lógica de control. Esta configuración es muy sensible, por lo que los esfuerzos se invierten en la formación práctica, de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad de errores humanos.

La variación de la frecuencia que se produjo después de la separación de los dos sistemas eléctricos era pequeña, formando dos islas separadas. Antes de abrir el último interruptor habitualmente se realiza el ajuste de la carga activa y reactiva, la alineación de la generación de cuatro unidades separadas (U1 U4) con la carga instantánea de ANDE. En este escenario, había una 0,05Hz variación. Esta cantidad está dentro de los parámetros de fiabilidad.

En este ejercicio, un escenario fue creado con la desconexión total de la ANDE, permaneciendo 3 unidades generadoras disponibles para barras separadas. Véase la figura 1. La condición de energización del primer transformador de montaje establece que las unidades de generación tienen la máxima tensión de 18 kV. Además, se comprueba si los operadores de SEMD, considerado el bloqueo de la barra de A2. En este caso, la primera autotransformador de regulación se activa T04 / R04 y T05 / R05; debido a la existencia de la resistencia de pre-inserción en interruptores de circuito 84T04 y 84T05. No está permitido para alimentar el conjunto T02 / R02 porque interruptor 84T02 no tiene resistencia de pre-inserción.

El operador SEMD debe:

- a. dinamizar las barras de 220 kV B1 / B2;
- b. si es necesario, ajustar la tensión en la SE-MD 220kV un valor entre 210kV y 215kV;

- c. energizar el LI 220 kV MD-ACY 1 o 2;
- d. energizar otro LI 220 kV MD-ACY;
- e. energizar el transformador T07;
- f. energizar el transformador T06;
- g. energizar la barra A1 / A2. Estas maniobras deben ser reportados al despachador.

Una vez que hay un flujo de potencia activa por el autotransformador regulador ya normalizada, el operador SE-MD debe dinamizar y normalizar la otra de forma secuencial e informar al despachador.

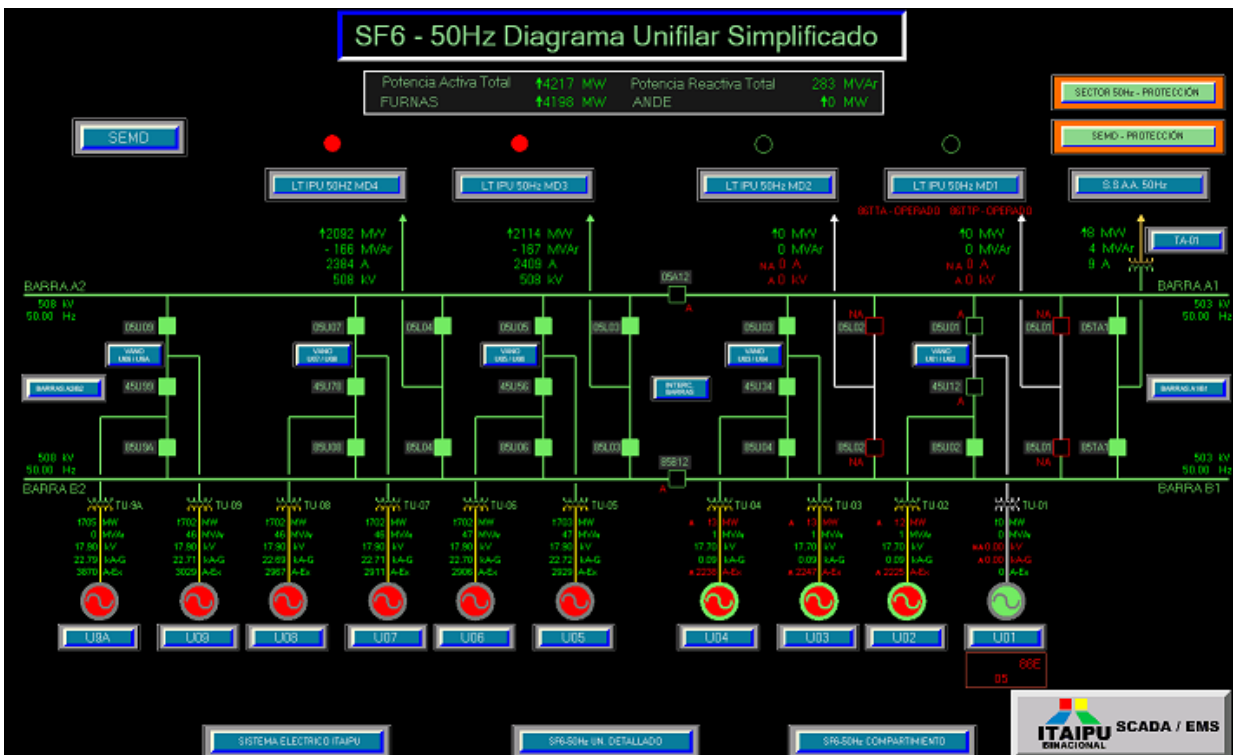


FIGURA 1 - Desconexión de la ANDE

3.3. Supervisión escenario generación

Tan importante como la secuencia correcta de las maniobras de recuperación son maniobras en equipos periféricos de las unidades generadoras en plena producción. Todos los esfuerzos invertidos en la prevención de las interrupciones bruscas son fundamentales para mantener la disponibilidad. Los sensores advierten de un inminente viaje. En algunos casos, las maniobras operativas para la corrección de la anomalía, y en última instancia, reducir la carga de la unidad, evitando una interrupción impactar en la demanda contratada.

Para este ejercicio, un evento en tiempo real se jugó, en el que las acciones operativas prevenir una desconexión programada. El sistema de agua pura tenía una fuga en el interior del generador. La



supervisión de los niveles de los tanques de recambio y expansión, permitió que las decisiones de cambio antes de la protección actuado.

Este ejercicio simula un fallo durante el fin de semana. En el instante inicial, el SCADA detecta el funcionamiento de la alarma analógica: AGUA_PURA REPUESTO nivel del depósito LOW, sin aceptar de reposición. El valor es menor que el mínimo de 230 mm.

El operador mueve a la ubicación, e informa a los operadores importantes figuras controladas en depósitos de expansión y sustitución. El operador confirma el valor de 220 mm en el indicador de nivel de tanque de respeto. Este hecho excluye la falla del sensor. El depósito de expansión tiene un valor de 280 mm. Por lo tanto, los valores en el panel de PCB (placa de agua pura) son compatibles con los valores del sitio. Durante la inspección, el operador observa el valor aproximado de 0,3 l / s en 80PW. Se espera que el operador informe al operador senior de la necesidad de iniciar una inspección del circuito de agua pura tubos externos. El instructor advierte al considerar que no se ha encontrado fuga en el tubo exterior.

10 minutos después del inicio de la aparición de la primera alarma, los controles del operador - en sitio - los siguientes valores: sensor de flujo de fuga grande valor (80PW) de 0,5 l / s. repuesto de 110 mm del nivel del tanque. depósito de expansión de 277 mm. El Superior operador acciona el guardia responsable de la División de Mecánica unidades generadoras de Mantenimiento (SMMU.DT). Mantenimiento Empleado informa que dentro de los 30 minutos, si está presente en la planta para resolver la razón por la variación de flujo de agua pura en sustitución, va en aumento. 15 minutos después del inicio del evento, el operador comprueba los siguientes valores: medidor de flujo con 0,7 l / s. tanque de repuesto con valor inferior a 100 mm. depósito de expansión de 240 mm. Sobre la base de la evolución de la fuga de agua, se puede estimar que en los próximos 20 minutos aproximadamente, los valores de nivel alcanzan los límites. En consecuencia, habrá una desconexión y bloquear la unidad de generación. Se espera que el Senior del operador, junto con el cambio oficial de Operación (ETO), decide informar al agente de la necesidad de detener la unidad para una inspección más detallada. Entonces, se hace la reducción de la carga del generador y posterior apagado. Con estas acciones se evitó una potencia activa desconexão abrupta, lo que podría afectar la producción y la frecuencia.

3.4. la supervisión del regulador de velocidad

Este es un escenario de vigilancia, cuyo objetivo es permitir a los operadores para ser entrenados en la simulación de una situación práctica: la aparición de un fallo en la válvula interminterencia del control de velocidad de la bomba de aceite hidráulico. acciones operativas, si se toman en el momento correcto, y de acuerdo con las instrucciones de uso; Que sin duda evitar la desconexión involuntaria, lo que minimiza el impacto sobre la producción y la fiabilidad.

En esta situación, el operador deberá realizar las maniobras necesarias en el lugar con el fin de detectar si el fallo está en la detección de la válvula de presión o la explosión de la válvula de la bomba de aceite.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELÉCTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

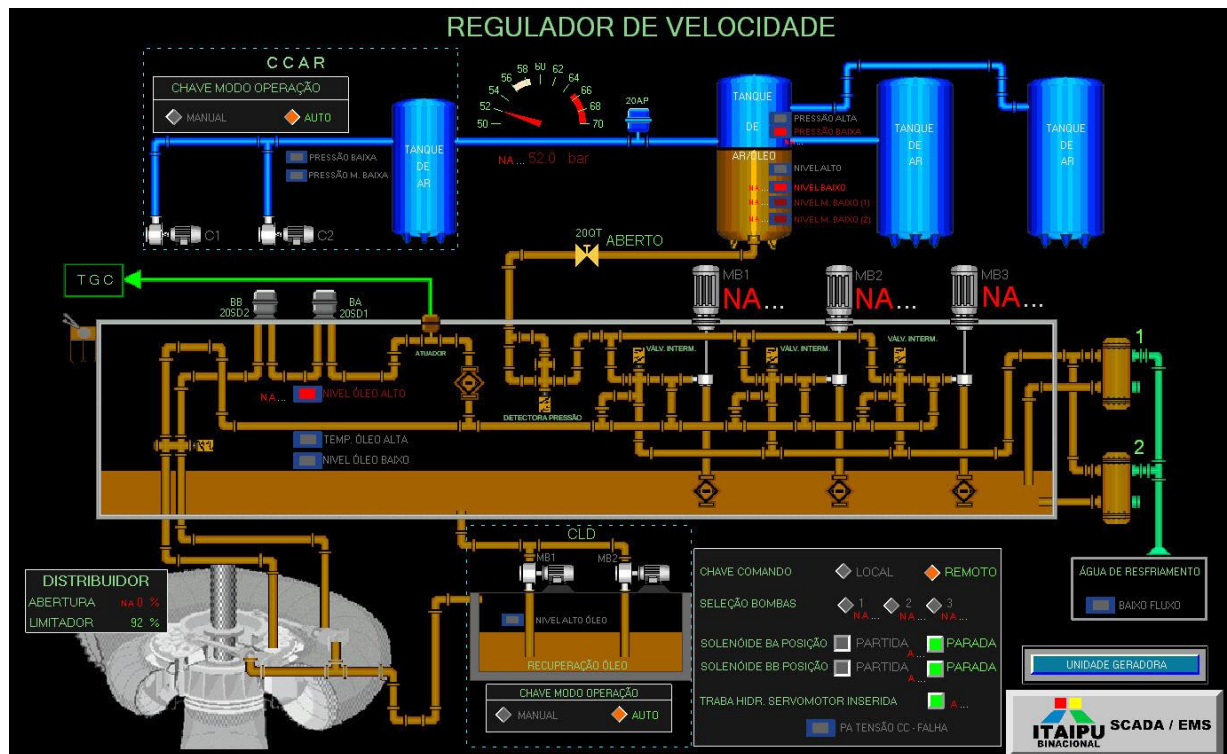


FIGURA 2 - regulador de velocidad con baja presión en el tanque de aire / aceite

Definiciones:

a. válvula de detección de presión fracaso: Si se produce la anomalía de funcionamiento en la carga de entrada y salida de las tres bombas de aceite, significa que el fallo está en la válvula de detección de presión debe ser negociado como el agente de eliminación de la unidad del sistema y conducido mantenimiento mecánico.

b. El fracaso de la válvula intermitencia: Si la operación se produce anomalía sólo a la carga de entrada y de salida de la bomba de aceite significa que el fallo está en la válvula de explosión de esta bomba debería ser posible ser la siguiente bomba en la secuencia colección seleccionada como principal.

En caso de avería en un abrir y cerrar una válvula de la bomba de aceite, se trata bajo carga y permanece en ese estado, incluso después de la válvula de detección de presión está poniendo a prueba a la posición vacía. Como resultado de esta anomalía se acciona el nivel de supervisión y tanque de aire de alta presión de aceite / petróleo y se acciona del desplazador supervisión de bajo nivel de aceite en el tanque sin presión.

El rendimiento de no flotador tanque de presión controla la parada automática de la bomba de aceite 01/02/03, que se encuentra en funcionamiento y mantiene la partida bloqueada hasta que el nivel de aceite del depósito se normaliza. El retorno natural de aceite al depósito sin presión hace que el

reajuste del flotador ese tanque, la liberación de la partida del regulador de velocidad de las bombas de aceite.

Si el equipo no adopta el procedimiento de operación era de esperar, permitiendo que el regulador de velocidad de bombas de aceite hidráulico permanecen paradas, habrá, como resultado, un apagado automático de la unidad debido a la extremadamente fuerte caída de los / protección de rendimiento de presión de nivel de aceite nivel de aceite muy bajo en el depósito de aire / aceite y / o muy baja presión en el aire tac / aceite. Vea la Figura 2.

Acciones que se esperan:

- a. Advierta el orden de aparición de carga, y solicitar a la unidad de control individual;
- b. La apertura de la válvula 22 del sistema hidráulico con el fin de reponer aceite al depósito sin presión a través de la vasija de presión; conciliando el nivel y la presión;
- c. Cerrar la válvula 22;
- d. Seleccione el panel de AP local (43QP llave);
- e. el lugar de salida de la bomba de aceite. Disparador secuencialmente empezando a partir de una de las bombas de aceite. A partir de la bomba que se ha seleccionado previamente a la alarma;
- f. Compruebe el comportamiento (de entrada y de salida de carga). La persistencia de la anomalía, para revertir la bomba y comprobar el comportamiento. Si las alarmas se producen sólo en una de las bombas, esta función de falla en sólo una de las válvulas de explosión. En este caso, avisar al mantenimiento forma programada sin necesidad de reducir la unidad de carga;
- g. Compruebe si la anomalía se produce en todas las bombas, este hecho caracteriza a la insuficiencia detetora presión de la válvula. En este caso, debido al riesgo de parada de la unidad fuera de tiempo, es necesario que el operador de alto nivel, después de la autorización del supervisor de turno, en contacto con el funcionamiento del sistema (agente); advertencia de la unidad de reducción de carga y el cierre manual posterior;
- h. Disparar la cabeza del mantenimiento mecánico de las unidades de generación.

Una vez realizadas las acciones descritas anteriormente, en un plazo razonable; una desconexión repentina de potencia activa, lo que podría afectar negativamente a la producción y, a menudo se puede argumentar que fue evitado.

4.0 - RESULTADOS.

Durante los últimos dos años, la tasa de error humano en la operación de las plantas fue cero. Esto significa que, además de las inversiones tradicionales en la planificación y pre-operación, el simulador ha contribuido de manera significativa a la reducción de esta tasa. Durante este período, el sector 50Hz Itaipú fue de 18 veces en la configuración separada unidades generadoras exclusivamente para la ANDE. Dado que esta es una de las maniobras más delicadas, se llevaron a cabo con éxito todas las secuencias.



Utilizando el simulador, fue uno de los factores importantes que permitieron suministro de energía seguro para los clientes con seguridad y disponibilidad. Uno de los supervisores suelen utilizar una frase interesante: "El operador puede ser comparado con un atleta olímpico que entrena a cuatro años para jugar durante unos segundos. La diferencia es que el atleta olímpico conoce la hora de jugar ". La formación es sin duda la clave del éxito. Si, por un lado, solamente el entrenamiento no es garantía de fracaso humano cero, por otro, la falta de formación es el camino directo al fracaso.

La ventaja de la utilización del simulador es hacer que la capacitación de los operadores sea más atractiva, que comparándose a una sesión de clases teóricas. Otra de las ventajas es poseer una herramienta para repetir la ocurrencia con el objetivo de que todos los turnos puedan experimentar la secuencia de eventos que solamente un turno observo en tiempo real.

Durante la ejecución del entrenamiento, aparecen algunas fallas de comunicación, también aparecen otras fallas relacionadas a la ejecución de los comandos en la secuencia de las maniobras. Una vez detectado dichas fallas durante el entrenamiento, las mismas difícilmente serán repetidas en tiempo real.

Este es la realización del objetivo del entrenamiento: fomentar la discusión técnica y saludable de los procedimientos operativos antes de las maniobras, o sea, no dejar para última hora.

5.0 - CONCLUSIONES

Como conclusiones, la experiencia indica que: el estudio continuo de la falla humana es clave para el éxito de la disponibilidad. Invertir en la formación de operadores reduce la cantidad de fallas humanas; y por lo tanto, aumenta la seguridad de las personas, la integridad de los equipos y la continuidad de la producción.

La formación es la clave de todas las plantas de energía que invierten sus recursos humanos y financieros, buscando lograr los resultados más altos de producción y fiabilidad.



6.0 - REFERENCIAS

- (1) Lefèvre, M. A. P., Sánchez, J. M., Torino, C. V., ISASI, R.A.G., Vergara, C.A.B., Lucha contra el error humano en la operación en tiempo real: la experiencia de la central hidroeléctrica de Itaipú Binacional - Congreso de alimentación de agua XV; Julio de 2007; Tennessee, EE.UU..
- (2) Torino, C. V., Menezes, F.S., RIBEIRO, H. G., Formación para operadores de Itaipú para trabajar con sistemas digitales; artículo publicado en la revista HRW - Hydro review; Noviembre de 2007; Colorado, EE.UU..
- (3) Menezes, F.S., ALVAREZ, V.G., RIBEIRO, H. G., Recomposición de sistema eléctrico de la Itaipú 50 Hz; a través de simulaciones prácticas de sistema de supervisión digital y control, SEPOPE XIII, mayo de 2004, Paraná, Brasil.