

DESARROLLO DEL PROYECTO PARA ESTRUCTURAR EL PROCESO DE MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN EN TIEMPO REAL DEL SNI A TRAVÉS DEL SISTEMA “SIMULADOR DE ENTRENAMIENTO PARA OPERADORES –SEO”

José Medina
Roberto Barba
Dirección de Operaciones

RESUMEN

Este trabajo define la estructura para la conformación del Sistema de Entrenamiento de Operadores - SEO, como una herramienta fundamental para cumplir con la reformulación del proceso de capacitación del personal de Operadores de la Sala de Control del CENACE.

Se define la estructura organizativa, la estructura del proceso técnico y las modalidades de ejecución del proceso.

PALABRAS CLAVE: Simulador de Entrenamiento de Operadores.

1. INTRODUCCIÓN

La operación en tiempo real de sistemas de potencia está avocada a una serie de factores que, de manera sencilla, no se los puede identificar, y no se tiene una previsión de cómo enfrentarlos, siendo necesario la ocurrencia efectiva de estos eventos para obtener: registros del comportamiento de las variables eléctricas, definición de las estrategias de mitigación de la situación crítica, y finalmente, una sesión en la cual el personal de Operadores adquiera experiencia de lo ocurrido.

El Sistema de Entrenamiento (SEO), nos brinda estas facilidades, sin la necesidad que realmente ocurra un evento. En base de los diferentes escenarios, que se los puede obtener directamente de un evento ocurrido en tiempo real, que se los puede modificar sintéticamente; se simula contingencias, se evidencia el comportamiento de ciertas variables eléctricas y finalmente, se realiza prácticas de las metodologías ideadas para la mitigación de una contingencia, manejando conceptos de optimización.

2. GENERALIDADES

2.1. El Network Manager

Como un subsistema complementario al nuevo Sistema de Manejo de Energía EMS/ Network Manager (NM), El Simulador de Entrenamiento de Operadores (Dispatcher Training System), constituye una funcionalidad eficaz para lograr la explotación óptima de las facilidades que presta este nuevo EMS.

El SEO, consta de un servidor independiente del servidor del EMS/NM, el diseño actual considera dos

puestos de trabajo: el puesto del *Capacitando*, con una consola de iguales características a las utilizadas en la operación en tiempo real (3 monitores); un puesto de trabajo para el *Instructor*, con dos monitores desde los cuales se guiará y evaluará el proceso de entrenamiento. Lo recomendable es contar con dos puestos para los Instructores, con el objetivo de alcanzar un control eficaz y un ágil manejo de los requerimientos operativos del Capacitando, simulando de muy buena manera las condiciones reales de la operación. A cada uno de estos puestos de trabajo se puede asignar la funcionalidad de un subsistema del sistema eléctrico de potencia; por ejemplo, el sistema de transmisión, el sistema de generación, etc.

2.2. Experiencias en Centros de Control

En Organismos responsables de la Coordinación de la Operación de Sistemas Eléctricos, en otros países, y que cuentan con el Sistema de Entrenamiento para Operadores, como una alternativa para mejorar la operación en tiempo real del sistema de potencia, se han obtenido resultados altamente positivos, evidenciados en la mejora del desempeño del personal, y en los indicadores de seguridad y calidad del sistema de potencia.

Obviamente, para lograr estos resultados finales, la implantación del Simulador de Entrenamiento de Operadores, han tenido que pasar por varias fases de consolidación y maduración de los procesos, al punto de convertirse en un área indispensable en la estructura organizativa del Centro de Control, con personal dedicado exclusivamente a los procesos relacionados con la capacitación.

2.3. Operación de Sistemas Interconectados

El SEO da la posibilidad de capacitar al personal de Operadores, con sistemas simulados, que representen las características de los sistemas eléctricos interconectados de la Región Andina (para el caso actual, Colombia – Ecuador – Perú). Lo cual se constituiría en una fortaleza para la Corporación para cumplir con su visión, la de llegar a ser el Operador de la Región Andina.

3. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

La puesta en marcha del sistema es un proceso sumamente delicado, en el cual se define lo beneficios que se puede obtener al utilizar el Simulador de

Entrenamiento, en el proceso de capacitación de los Operadores de un cierto sistema. El proceso de puesta en marcha debe considerar:

- Diseño Gráfico de la Red Base a Simular.
- Parametrización de la Red de Potencia.
- Parametrización del Sistema Simulador.
- Pruebas de Funcionamiento.
- Sintonización del Sistema.

De manera particular, la etapa de sintonización constituye un hito de vital importancia, debido a que con esta actividad se garantiza que los resultados obtenidos del simulador sean lo más cercanos a la realidad, consiguiéndose que el personal de entrenados adquiera confianza en los resultados que entrega el sistema, rompiéndose, de esta manera, una de las principales barreras que tiene que enfrentar la implantación de este sistema.

4. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

4.1. Administrador

En consideración a la estructura organizativa actual de la Dirección de Operaciones de la Corporación CENACE, la responsabilidad de la administración del Simulador de Entrenamiento es del Coordinador del Área Centro de Operaciones, la misma que se desglosa en las siguientes macro actividades:

- *Administración integral del sistema SEO (técnica, logística, programas de capacitación, etc.).*
- *Estructurar el programa anual de capacitación para el personal del Área Centro de Operaciones y sus actualizaciones.*
- *Presentar la planificación anual de la capacitación al Director para su aprobación.*
- *Coordinar el mantenimiento y actualización de la base de datos y los parámetros del sistema.*
- *Coordinar las responsabilidades y actividades de los Instructores.*

4.2. Instructor Principal

- *Elaborar la propuesta del programa de capacitación anual a ser presentada al Coordinador.*
- *Estructurar el plan de un evento de capacitación y presentarlo al Coordinador para su aprobación.*
- *Dirigir la ejecución del evento de capacitación.*

El perfil mínimo que debería cumplir el Instructor, debe contemplar:

- Nivel Académico (Magister en Ingeniería Eléctrica).
- Especialista en Análisis Eléctrico.

- Solvencia en Programación del SEO, Creación de los Escenarios de Diferente Índole.
- Capacidades Didácticas.
- Especialista en Funciones de Aplicación del Nuevo EMS.

4.3. Instructor de Respaldo

Ejecutar las actividades de capacitación, asistiendo al Instructor principal en el proceso de capacitación.

5. MODALIDADES DE CAPACITACIÓN

5.1. Programación Anual

Responde a la visión de la Dirección sobre la capacitación del personal, considera las siguientes facetas.

- *Identificación de Áreas de Oportunidad del Área:* Correspondientes a problemas sistemáticos evidenciados en la operación en tiempo real, que abarquen a la generalidad del área operativa.
- *Planificación de Expansión de la Red: Proyectos representativos, dentro del plan de expansión del Transmisor, que cambien de manera significativa la operación del sistema o de la zona de influencia. Por ejemplo, se debería estructurar los ajustes sobre los procedimientos de restablecimientos de dicha zona, estableciendo la validación eléctrica, para garantizar la calidad de servicio y seguridad del sistema.*
- *Cumplimiento de las Políticas Establecidas por la Dirección: De acuerdo a un a visión de desarrollo, la Dirección puede establecer una política de capacitación continua, que abarque una programación a lo largo del año o por etapas, considerando reforzamiento en puntos estratégicos, etc.*
- *Adiestramiento en las Funciones de Aplicación:* Conforme a la experticia que haya adquirido el personal de Operadores en el manejo de las funciones de aplicación, a través del SEO, se puede establecer una estrategia para llegar a una explotación óptima del paquete de funciones del aplicación del EMS.

5.2. Eventos Especiales

Responde a la ocurrencia de eventos específicos ocurridos en el sistema, que necesitan ser analizados a profundidad. Considera las siguientes facetas

- *Identificación de Áreas de Oportunidad Individuales o de Grupo:* Responde a problemas operativos particulares o grupales, evidenciados en la ejecución de un cierto proceso de la operación en tiempo real; de esta manera la capacitación se debería enfocar en solventar la deficiencia evidenciada por la persona o por el grupo de turno,

a través del planteamiento de diferentes estrategias aplicables al evento.

- *Solicitudes Particulares de Capacitación:* La falencia o inseguridad, puede ser conocida por la solicitud expresa del Operador, en este sentido, se deberá diseñar la estrategia para garantizar que el problema planteado, luego de la capacitación, haya alcanzado la solución,

5.3. Instrucción a Nuevos Operadores

Responde a la inducción del personal nuevo que ingrese al Centro de Operaciones, considera las siguientes facetas

- *Desarrollo de los Instructivos de Operación en Condiciones de Emergencia o Condiciones Normales:* Desarrollo y comparación de lo establecido en los instructivos vigentes, en base las simulaciones. De esta manera, se puede generar alternativas de solución de un problema previamente planteado y considerado en un instructivo.
- *Sesión de Simulación de Eventos:* Entrenamiento en eventos conflictivos en la operación en tiempo real, que no necesariamente ocurren con frecuencia.

6. INFRAESTRUCTURA

Como parte del objetivo general, se debe definir los requisitos mínimos para el diseño físico, y el equipamiento que debe tener la sede del sistema del Simulador de Entrenamiento de Operadores.

6.1. Requerimientos Generales de la Sala de Entrenamiento

Se identifican dos ambientes completamente independientes, necesarios para el buen desenvolvimiento de las tareas de instrucción y evaluación, que deberán cumplir con varios requisitos mínimos.

Requerimientos de la Sala del Instruido

- *Área suficiente para la ubicación de los dispositivos relacionados al entrenamiento.*
- *Ambiente independiente, aislado del ruido completamente y libre de distracciones externas.*
- *Puesto de trabajo, similar al de la Sala de Control, consola de entrenamiento (tres monitores), sistema de comunicaciones.*

Requerimientos de la Sala del Instructor

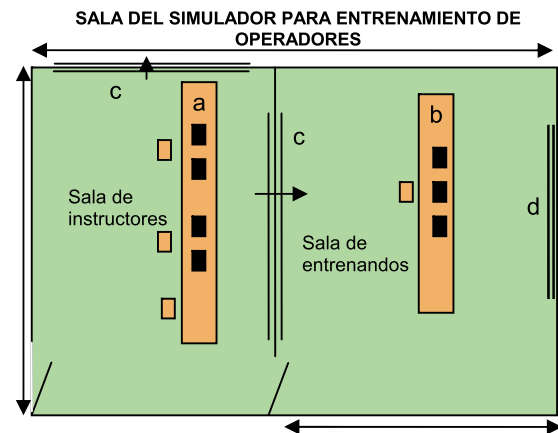
- *Sala con un área suficiente para la ubicación de los dispositivos relacionados al entrenamiento.*

- *Sala con ambiente que preste todas las facilidades para impartir la instrucción: facilidad completa para supervisar el desempeño del entrenando.*

- Dos Puestos de Trabajo, (dos monitores cada uno).

6.2. Diseño Físico

El diseño físico de la sala de entrenamiento debe cumplir con varios requisitos mínimos indicados anteriormente, los cuales se los explica a continuación:



- a Consolas de instructores
- b Consolas del entrenando
- c Cristal de una sola vista
- d Tablero mímico (proyección a través de un Infocus)

6.2.1. Ambientes de Trabajo

- Los ambientes de los instructores y de los entrenandos deben ser separados, de tal manera que cada una de las actividades desarrolladas pueda ser llevada a cabalidad. En la estructuración en línea del proceso de entrenamiento, serán necesario establecer diálogos exhaustivos entre las personas que funjan de instructores, para ajustar los escenarios de acuerdo al desarrollo de la sesión; mientras que el ambiente del entrenando deberá considerar la mayor tranquilidad, necesitándose el aislamiento del ruido proveniente de la sala de los instructores y de otros ambientes externos al proceso completo.
- División de las dos salas; para la sala de los instructores la separación con la sala del entrenando deberá permitir supervisar el comportamiento completo del instruido (comportamiento corporal, manejo de los dispositivos existentes, etc.); mientras que para la sala del entrenando deberá aislar visualmente toda la sala de instructores.

6.3. Equipamiento

Considerando la funcionalidad que debe tener la sala de entrenamiento, para cumplir a cabalidad con el

objetivo planteado, se debe considerar el siguiente equipamiento:

- Sistema de comunicaciones de similares características al utilizado en el Centro de Control. Se garantiza que las facilidades en los dos ambientes, operación en tiempo real y operación simulada presten las mismas facilidades.
- Un puesto de trabajo “fuera de Línea”, de tal manera que en este puesto el instructor elabore sus informes, sus reportes, lleve sus estadísticas, desarrolle sus memorias, etc.
- Un proyector en la sala del Instruido, de tal manera de simular el Video Wall de la Sala de Control.

7. MANTENIMIENTO Y SINTONIZACIÓN

Ampliaciones de la red, eliminación de dispositivos, cambio de parámetros de un equipo, detección de diferencias de los resultados de la simulación comparativamente con resultados del proceso real, establecen la necesidad de proveer al simulador de entrenamiento, de procesos de mantenimiento y afinamiento continuos; tendiendo siempre a que los resultados del Simulador de Entrenamiento, sean lo más cercanos a los resultados del proceso real.

7.1. Mantenimiento

Este proceso debe considerar la depuración periódica de la base de datos; de los despliegues disponibles y detección de los faltantes, de tal manera de garantizar, la representación fidedigna del sistema, y el desempeño óptimo del sistema.

7.2. Sintonización

Este proceso se relaciona con el dinamismo de la red de potencia, la creación de una nueva S/E, de una nueva planta generadora, de una nueva línea de transmisión, establece necesariamente el cambio en el comportamiento de las variables del sistema de potencia; que obviamente deberá ser reflejado en las simulaciones realizadas.

Este proceso es de fundamental importancia ya que es la carta de credibilidad ante el personal evaluado.

8. CONCLUSIONES

- A través del SEO, se puede alcanzar una etapa muy importante de la capacitación del personal operativo, particularmente cuando la operación se encuentre en condiciones de emergencia, aspecto que es muy complicado ejecutarla sin las herramientas apropiadas de simulación y optimización del problema.
- Con el proceso de simulación y entrenamiento, se puede conseguir adiestrar al personal de Operadores en la operación del sistema multinacional interconectado, considerando áreas

de operación jerárquicas. Lo cual, se convierte en una oportunidad para el CENACE para lograr su Objetivo el de ser el Operador del Mercado Andino.

- A través de la capacitación con el SEO, se puede lograr un alcance agresivo en el aprovechamiento de las facilidades y bondades que brindan las funciones de aplicación en la operación en tiempo real.
- Mientras más robusto sea un sistema de potencia, más estables son los parámetros que lo definen, es decir, se requerirá la ocurrencia de un evento muy grande para que el sistema enfrente condiciones críticas, ocasionando que cada vez el grupo de Operadores vaya perdiendo la sensibilidad del sistema; en este sentido a través del SEO, se puede nuevamente sensibilizar al Operador sobre el comportamiento del sistema bajo condiciones adversas, simulando eventos con una probabilidad de ocurrencia extremadamente baja.
- Para que el Sistema de Entrenamiento para Operadores brinde resultados óptimos, es necesario, realizar un trabajo arduo y continuo, de tal manera que el SEO, refleje de la mejor manera el comportamiento del sistema eléctrico de potencia. En este sentido, se debe estructurar un proceso metódico y continuo de mantenimiento y sintonización. Esta tarea nos conduce a su vez al hecho que debe existir personal que alcance un grado elevado de especialización en el SEO.
- Al igual que el trabajo de mantenimiento y sintonización, la creación y preparación de casos de estudio, de recreación de eventos, de estructuración de procedimientos, etc. considerando las implicaciones conceptuales de los sistemas eléctricos de potencia, se constituye en un trabajo muy especializado, que deberá ser garantizado por el Instructor Líder del SEO.
- La versatilidad que puede prestar un SEO, puede hacer extensivo el proceso de capacitación hacia otras áreas fuera de tiempo real, de tal manera de sensibilizar a las personas que realizan estudios eléctricos en las particularidades que conlleva la ejecución del proceso de operación en tiempo real. Las áreas de estudio que potencialmente pueden considerarse son:
 - Realización de estudios de validación eléctrica por períodos, considerando la base de datos del Network Manager, para días típicos.
 - Realización de estudios para validación eléctrica del sistema de potencia previo la ejecución de un mantenimiento.
 - Simulación de la operación de un día en particular, considerando eventos ocurridos para analizar el comportamiento del sistema.
 - Estructuración de escenarios de contingencias o restricciones en la operación, que servirán de

mecanismos para capacitar y/o fortalecer el conocimiento de los Operadores.

- Estructuración de la secuencia de una falla, para validar las metodologías utilizadas en los procesos de restauración de sistemas.

9. RECOMENDACIONES

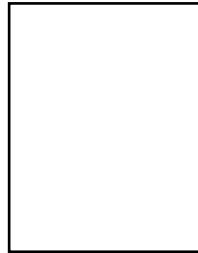
- Garantizar la formación del instructor Líder, así como del instructor de respaldo, quienes deberá alcanzar un grado de especialización en sistema eléctricos de potencia.
- Se debe garantizar que exista personal dedicado exclusivamente a actividades relacionadas al SEO, principalmente en el proceso de mantenimiento y sintonización de su base de datos. Esta actividad sería responsabilidad del grupo de Instructores.



Roberto P. Barba B.

Nació en el año de 1968; Ingeniero Eléctrico por la Escuela Politécnica Nacional (EPN); M. Sc. en Investigación Operativa (Optimización) por la EPN. Desde 1995 hasta 1999, trabajó en INECEL en Supervisión y

Control Operativo de la Dirección de Operaciones del SNI; desde 1999 hasta la actualidad trabaja en Corporación CENACE. Desde el 2005 se desempeña como Coordinador del Área Centro de Operaciones en la Corporación CENACE.



José Medina Romo

Ingeniero Eléctrico de la Escuela Politécnica Nacional, EPN, desde 1978 a 1994 trabajó en el Área de Despacho de Carga, y desde 1994 a 1999 como Jefe de Supervisión y Control Operativo, en la Dirección de

Operaciones del SNI (DOSNI) de INECEL. En 1999 pasó a laborar en la Corporación CENACE y desde mayo de 2002 ejerce como Director de Operaciones.