

Alerta Situacional en la Operación en Tiempo Real

R. Cubillo¹

O. de Lima²

¹Centro Nacional de Control de Energía, CENACE

E-mail: rcubillo@cenace.org.ec

²DEBARR

E-mail: odelima@debarr.com.ve

Resumen

Aplicar los conceptos de técnicas de alerta Situacional en despliegues para el uso durante la operación de tiempo real, considerando que tanto el factor humano como el flujo de información procesada involucran una actividad cognitiva obligatoria sobre el operador, enfocando a la construcción de modelos mentales, esquemas o procedimientos, mediante la utilización de diferentes técnicas visuales, que permitan alcanzar un aprovechamiento óptimo de la información recibida para la toma correcta de decisiones.

Palabras clave—Alerta Situacional, modelos mentales, SCADA, PI. Operación tiempo real.

Abstract

Apply the concepts of the Situational Awareness techniques in displays for the use during real time operation, whereas both the human factor as the flow of information processed involve a mandatory cognitive activity on the operator, focusing on the construction of mental models, schemas or procedures, using different visual techniques that achieve optimal use of the information received for correct making decision.

Index terms—Situational Awareness, mental models, SCADA, PI, Real Time Operation.

Recibido: 26-09-2014, Aprobado tras revisión: 21-11-2014.

Forma sugerida de citación: Cubillo, R. y Lima, O. (2015). “Alerta Situacional en la Operación en Tiempo Real”. Revista Técnica “energía”. N° 11, Pp. 59-67.

ISSN 1390-5074.

1. INTRODUCCIÓN

“Los ojos y la corteza visual del cerebro constituyen un procesador paralelo de procesamiento masivo que permite establecer un enlace de altísima velocidad con los centros cognoscitivos... sin embargo los sistemas visuales tienen sus propias reglas que nos permiten identificar los patrones si los presentamos de una forma determinada pero que si se presentan de manera diferente, pueden hacerse invisibles... para ello debemos comprender como trabaja el mecanismo de percepción y aplicarlo a la forma como presentamos la información convirtiéndolos en reglas”.

En apenas pocas décadas en el ámbito de los Centros de Control de Potencia han ocurrido muchos cambios; en su gran mayoría relacionados con la “era de información”.

Hasta mediados de la década del 1970, para controlar la red los despachadores interactuaban con tableros mímicos, registradores de plumillas, medidores analógicos y señalizaciones manuales y semi-automáticas para representar el estado de la red. Los tableros mímicos jugaban un rol primordial para dar una visión de conjunto del sistema supervisado. A finales de los 80 ya estaban en servicio comercial sistemas de supervisión remota y telecontrol básicos que los operadores utilizaban para complementar su comprensión del estado de la red. En esa época la experiencia del operador, jugaba un papel fundamental en su proceso de interacción con la red ya que la información era escasa.

Durante la década de los 80 comienza en el ámbito de los centros de control una gran transformación basada en los sistemas de información. La misma abarató e hizo comercialmente viable el uso de sistemas de SCADA que pasaron a ser sistemas donde la información que podían recolectar y presentar era limitada en cantidad y calidad, a sistemas como los del presente, donde la disponibilidad de información no es acotada por la tecnología sino por decisiones de ingeniería.

El período en que se dieron esas transformaciones fue tan corto y la carencia de información tan sentida, que en muchos ámbitos de operación lo más común en cuanto a requerimientos de más datos eran expresiones como “si lo requiero”. Y fue así como por casi dos décadas la sed por datos de control y supervisión se convirtió en un excedente que en la actualidad se ha convertido en un problema con el que deben lidiar los operadores al tratar de asegurarse que se encuentran en “control” de la red supervisada.



Figura 1: Multiplicidad de sistemas para la operación en tiempo real de CENACE

En el 2014 disponemos de multiplicidad de sistemas (SCADA-EMS, sincrofasores, protecciones sistémicas, sistemas de medición de energía, calidad de potencia, registradores de fallas, etc.), interfaces humanos-máquinas y tecnologías, que permite poner a la disposición del operador un universo de información que para ser de utilidad tiene que ser cuidadosamente seleccionado.

Ahora el desafío que enfrentan quienes diseñan los sistemas para los operadores de una red, es cómo poner a disposición la información que realmente se requiere y no todo el universo de datos disponibles. Recordemos que más Datos no significan más Información.

El desarrollo de la informática general ha afectado el entorno del operador de un centro de control al exponerlo a datos de toda índole; medios sociales, televisión, radio, revistas electrónicas todas asequibles por medio de computadores personales, teléfonos inteligentes, tabletas, etc. Además, la capacidad de interactuar medios de gestos, comandos verbales y táctiles lo que acerca más aún a datos, aunque no necesariamente información. En la actualidad cuando un operador llega a un turno, su interacción con la consola, no es más que otro medio adicional de interacción con la cual se relaciona con la red del sistema de potencia que supervisa, que al igual que los medios sociales con que convive le resulta imposible saber todo lo que está pasando y por ende requiere de medios que cierren la brecha entre los datos y la información

El poder sacar provecho de los recursos tecnológicos disponibles para una operación más segura y económica de un sistema de potencia requiere entonces el disponer de recursos para presentar al operador Información, pero reconociendo la relevancia de la misma varía según las condiciones

del sistema bajo supervisión y control. En otras palabras la selección de la información *per-se* no es un proceso de filtrado simple de datos sino que requiere de entender de los complejos procesos de naturaleza cambiante que intervienen en el despacho de la energía eléctrica desde la generación hasta la distribución.

Otro elemento clave a considerar es que la información debe ser percibida por varios operadores de manera simultánea, que son seres humanos y como tales, podrán interpretarla con matices diferentes según la forma como la correlacionen, pero que sin embargo deben estar alineadas a una misión común, que es operar un sistema de la complejidad de la red eléctrica.

Desde finales del siglo XX y en los comienzos del siglo XXI, los errores humanos están en el tope de la escala de las incidencias que han ocasionado fallas que se han traducido en grandes apagones o interrupciones innecesariamente prolongadas del servicio. Esto se debe a que muchas fallas en los equipos han podido ser corregidas con base a estadísticas y experiencias previas; Mientras que las fallas operacionales, de mantenimiento o de supervisión, imputables al ser humano pueden tener su origen en elementos externos como sobrecargas de datos, de tecnologías y de procedimientos, los cuales han venido pareados con la necesidad de llevar al máximo la explotación de los activos de la red, es decir operar los equipos cercanos a sus capacidad de diseño.

En un centro de control de energía, la situación es más compleja porque la responsabilidad se divide entre decisiones y acciones para garantizar el despacho de la potencia en la cantidad, calidad y oportunidad en que la demanda lo exige; y en la capacidad de solventar las consecuencias de fallas que pueden ocurrir en una red, en el menor tiempo posible. Esta dualidad de misiones debe ser acometida sobre sistemas cada día más complejos (Sistemas de extra alta tensión de 500 kV, incorporación de generación renovable hidro, eólica, solar, Smart Grids, etc.).

La solución ante este desafío es proveer y diseñar sistemas para la interacción con el operador que le permitan disponer de la mejor información para la toma de decisiones. En justamente en esta dirección que las técnicas de Alerta Situacional juegan un papel primordial y es justamente allí donde el CENACE ha focalizado una de sus áreas de desarrollo tecnológico con el fin de anticipar y dotar a los operadores de la red de los mejores recursos para la operación.

2. LA ALERTA SITUACIONAL

En 1988 Mica Endsley definió la Alerta Situacional como un trinomio de elementos:

- La percepción de elementos relevantes en el ambiente dentro de un volumen de tiempo y espacio.
- La comprensión de su significado.
- La proyección del estado a futuro cercano.

Una adaptación de los autores de la misma, aplicada a los centros de control de energía es:

Alerta Situacional, es la capacidad de percibir los elementos en un ambiente de operación de un sistema eléctrico de potencia, dentro de un volumen de tiempo y espacio, la comprensión de su significado y la proyección de su estado en el futuro próximo.

Es muy importante destacar que la Alerta Situacional no es algo teórico, una moda o tendencia de la industria de pertinente aplicación, sino que su carencia es causa accidentes, tiempos prolongados de restablecimiento y operaciones inadecuadas.

Así los componentes principales de alerta situacional son:

a. El entorno de Alerta

Que se vincula en conocer que es lo relevante (fuera de lo normal o próximo a estar); que pueda estar pasando en la red o su entorno donde opera, por ejemplo la operación durante las tormentas.

b. Modo de alerta

Se refiere a conocer las condiciones generales y actuales de la red; por ejemplo generación, demanda, reserva rodante, situación de carga (pico, valle, promedio); sistemas de protección sistémica en servicio, condiciones especiales de mantenimiento y/u operación, etc. El Modo de Alerta nos permite identificar las condiciones de la red a operar dentro de Entorno de la Alerta.

Se está en Alerta Situacional cuando se tiene una percepción adecuada de lo que está pasando (nivel 1), se comprende (nivel 2), y se anticipa cómo accionar con base a lo comprendido (nivel 3).

En la Fig. 1 se presentan los tres grandes elementos de la Alerta Situacional:

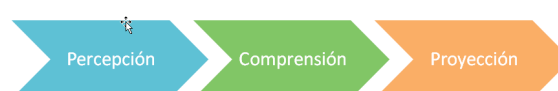


Figura 2: Elementos de Alerta Situacional

2.1. Percepción o Nivel 1 de Alerta Situacional

Comprende todo lo referente a la adquisición de datos de utilidad que permite identificar la información relevante para poder conocer al Entorno y el Modo de Alerta. En la misma, el operador dispone de los planes de producción, las condiciones de la red, salidas de equipos programadas, condiciones especiales de operación, demanda, etc. Para un sistema de potencia en entorno de alerta, el sistema de alarma deberá notificar desviaciones de parámetros y de estado de los equipos.

Es así que en la fase de percepción se han realizado grandes esfuerzos en el diseño de los sistemas de interfaz humano máquina en el CENACE, en la misma, mediante uso adecuado de colores, símbolos, fondos, recursos de interacción, visualización, indicadores de estado y de alarmas. El operador puede reconocer y navegar desde un nivel macro (diagramas de resúmenes de red) al mínimo (unifilares de detalle), pudiendo hurgar la información de forma sistemática, sin pérdida de la percepción del contexto.

El éxito de esta tarea es colocar por medio de los receptores visuales y auditivos, la información del ambiente (red eléctrica) en la memoria de corto plazo en cantidad suficiente para dar inicio a la fase de reconocimiento y relación con las experiencias (memoria de largo plazo). Esta fase requiere de: saber que buscar, disciplina, concentración y estados mentales adecuados.

El CENACE ha invertido recursos en la elaboración de despliegues de interfaz con el operador que mejoran de manera significativa la percepción y la realimentación de los modelos mentales que son básicos para la Alerta Situacional.

2.2. Comprensión o Nivel 2 de Alerta Situacional

En la segunda fase, se combinan las imágenes capturadas del mundo real (Atención externa) sobre la memoria de corto plazo y se vinculan con patrones de respuesta o actuación que están alojados en la memoria de larga retención. (Atención interna). En el momento en que acoplamos ambos, podemos decir que entendemos la situación y que disponemos de un modelo mental de la situación. Un modelo es la comprensión de cómo trabaja algo, y este modelo debe mantenerse actualizado con nuevas percepciones (nivel 1); con el fin de identificar que parte del mismo está en efecto y qué información está faltante. En esta fase y dadas las limitaciones en la percepción y/o entrada de datos, el modelo mental es provisto por datos por defecto (asunciones implícitas).



Figura 3: Modelo Mental

Los modelos mentales pueden crearse de manera rápida con base a esquemas. Los esquemas son prototipos de modelos mentales que han sido creados con base a la experiencia. Los mismos se basan en patrones almacenados en la memoria de largo plazo. Los patrones son la forma como en memoria de largo plazo se almacena una situación vivida y su solución.

Muchos de los patrones pueden asociarse a procedimientos de solución que de forma pre-elaborada tienen la respuesta ante una situación. Sin embargo un patrón inadecuado puede llevar a la selección del procedimiento errado, con las consecuencias negativas para la operación del sistema.

En los casos que no poder identificarse un patrón, con el cual construir un esquema que permita disponer de un modelo mental; la respuesta del cerebro es apoyarse en el conocimiento adquirido en la preparación formal o académica. Esta respuesta cognoscitiva del cerebro nos permite concluir por qué para ser operador debe tenerse una preparación técnica adecuada y actualizada en sistemas eléctricos.

De lo anterior se comprende el por qué buenos modelos mentales son imprescindibles para una operación segura y consistente de un sistema de potencia.

En el CENACE para apoyar la creación y/o corrección de patrones adecuados, a partir de los cuales construir esquemas y desarrollar procedimientos, que permitan disponer del adecuado modelo mental de situación, se dispone de Simuladores de Entrenamiento, en los cuales a los operadores de manera simulada se exponen a situaciones de la vida real y a sus soluciones por medio de la interacción con ingenieros expertos que fungen de entrenadores.

En la Fig. 2 a continuación se presentan los elementos de alerta situaciones de nivel 1 y 2 que participan en la conformación de un modelo mental frente a una situación del Sistema de Potencia.

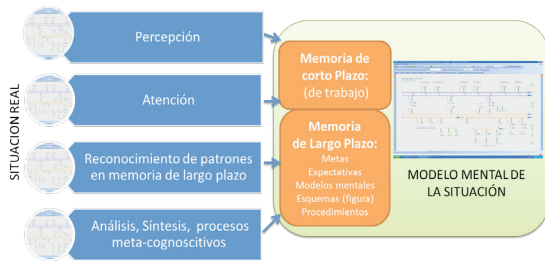


Figura 4: Elementos Participantes en la Conformación de un Modelo Mental

2.3. Proyección o Nivel 3 de Alerta Situacional

El tercer elemento de alerta situacional nos debe permitir anticipar y pronosticar lo que puede ocurrir y las posibles acciones a tomar con el fin de evitar la ocurrencia de situaciones que comprometan la operación de la red o que no vayan en la dirección deseada. Esto luego de tomadas las acciones derivadas de las decisiones que el operador toma a partir del Modelo Mental de la Situación.

Por la complejidad de sistema eléctrico, se hace necesario el uso de aplicaciones avanzadas de seguridad operativa como el Análisis de Seguridad (análisis de contingencias) y Flujo de Cargas Óptimos. Esto con el fin de asistir a los operadores en este proceso de proyección del comportamiento de la red ante situaciones identificadas. El CENACE cuenta con una batería de aplicaciones estado del arte en la industria que dan factibilidad a la implementación en pleno de las técnicas de alerta situacional.

2.4. Elementos adversos a la Alerta Situacional

El Operador es el centro de las decisiones que permiten operar la red de potencia del Ecuador. La capacidad de hacer uso de los recursos de Alerta Situacional como método eficaz de operar de manera segura y eficiente, es dependiente de:

- Operadores, cómo el recurso más importante en la operación y aplicación efectiva de la Alerta Situacional.
- Modelos mentales y los procedimientos a aplicar a partir de la percepción obtenida de la información del sistema de potencia. Por tal motivo se hace uso de Simuladores de Entrenamiento.
- Recursos para anticipar situaciones como lo son el Análisis de Seguridad y el Flujos de Cargas Óptimo. Sin embargo, estos recursos pueden tener deficiencias o estar sometidos a perturbaciones que impidan su uso adecuado como;

2.4.1. Túneles de atención

Cuando la interfaz hombre máquina promueve la fijación en un conjunto de información, excluyendo otros de mayor importancia.

2.4.2. Trampa de memoria insuficiente

Administrar la memoria de corto plazo para almacenar trozos incompletos de información asumiendo que se maximiza su uso.

La memoria de corto plazo es donde residen los procesos conscientes de manera temporal. Esta es volátil (dura entre unos pocos segundos hasta horas si la recargamos periódicamente desde la memoria de largo plazo). Una porción de la misma se dedica a los procesos visuales y tiene limitaciones en la capacidad de almacenamiento.

Es un hecho que está limitada en la mayoría de los humanos a 9 trozos de información de los cuales podemos utilizar entre 3 y 9 trozos para visualización. El contenido de uno de estos pedazos varía según el objeto que estamos viendo, su diseño y grado de familiaridad que tenemos con el mismo.

2.4.3. Carga de trabajo, ansiedad, fatiga y otros elementos de estrés

Reducen y limitan aún más la memoria de corto plazo, especialmente cuando existen cargas de trabajo que van acompañadas con la actividad de supervisión de la operación en tiempo real. Éstas se convierten en un efecto distractor incluso más crítico que el visual.



Figura 5: Túneles de atención y sobrecarga de datos

2.4.4. Sobrecarga de Datos

Los datos al ser excesivos sobrecargan la memoria de corto plazo y retrasan el procesamiento de información. Si además están desordenados el problema se agrava.

2.4.5. Elementos innecesariamente llamativos o sobresalientes

Los elementos llamativos ocupan espacio prioritario en el procesamiento de la información. El uso de la memoria y de recursos para discriminarlos es inevitable. Cualquier imagen, texto o ícono gráfico que destelle es capaz de llamar la atención en un despliegue. Sin embargo, este puede ser altamente molesto y perturbador si se hace uso excesivo del mismo.

2.4.6. Complejidad innecesaria

Una interfaz hombre maquina con despliegues con contenidos y complejidad innecesaria impiden o retardan el reconocimiento de los modelos mentales apropiados.

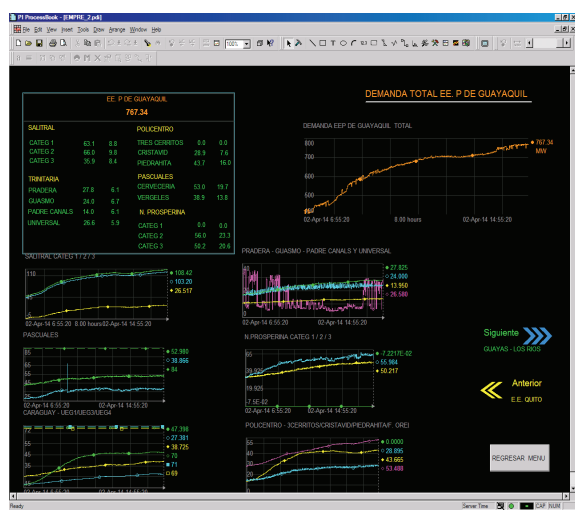


Figura 6: Complejidad innecesaria con elementos sobresalientes

2.4.7. Modelos mentales equivocados

La identificación del modelo mental correspondiente a la situación evita el uso y selección de un modelo errado. Actividades sistemáticas sin verdaderos aportes orientados a la operación crean modelos mentales equivocados.

2.4.8. Síndrome de fuera del lazo correspondiente

La automatización sin la debida señalización puede hacer que el operador crea que opera en un modo que no es el correspondiente a las metas que persigue.

El diseño de los despliegues de Interfaz Humano Máquina con el fin de hacer un uso adecuado de la Alerta Situacional es un aporte adicional a las mejoras continuas de la operación que implementa el CENACE desde su constitución.

3. CRITERIOS DE PRESENTACIÓN EN DESPLIEGUES DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL

La aplicación sistemática y orientada creación de una guía de estilos en lo referente a los recursos mediáticos y uso de técnicas permiten maximizar la focalización de la atención en contenidos relevantes, solo tiene sentido si el tipo de información que se presenta en el despliegue satisface las necesidades reales del usuario al que está dirigido.

Bajo este concepto la información mostrada visualmente debe ser optimizada, para lo cual se ha adoptado en los despliegues desarrollados para el CENACE el esquema conocido como razón “datos/tinta”, que para los casos de despliegues en un monitor o videowall, el concepto se extiende a ‘pixels’ en reemplazo de la tinta que se utiliza en las formas impresas, así un diseño de un despliegue o incluso reporte debe considerar la cantidad de pixels que se utilizan en datos y evitar aquellos que no lo son y no aportan valor, como líneas superfluas, subrayados, etc.



Figura 7: Excesiva utilización de pixels

Conceptualmente se deben mantener solo los pixels de datos que corresponden a la porción del reporte o despliegue que no puede ser borrado porque perdería su contexto, siendo el resto de pixels prescindibles, porque su eliminación no sacrifica el contexto, de innecesarios.

Para ello se utilizan varias definiciones para esta razón:

- a. Relación: $\frac{\text{Pixel de datos}}{\text{Total de pixels}}$
- b. Proporción del informe y/o despliegue que se utiliza en presentar información no redundante.
- c. Uno menos la Proporción de los despliegues que puede ser borrado sin pérdida de información.

El objetivo es maximizar la razón “datos/pixel” dentro de lo que se considere razonable, y minimizar los pixels que no son información. Esto no necesariamente significa que el mejor despliegue es aquel que contiene solo datos. Esto sería un error porque se descuidaría la aplicación efectiva de los elementos visuales pre-cognoscitivos y cognoscitivos.

Con el fin de mejorar la relevancia de los datos se recomienda seguir los siguientes procesos, los cuales son secuenciales.

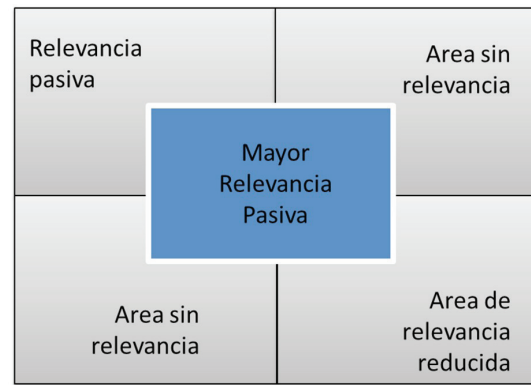


Figura 8: Resalte de datos relevantes

3.1. Eliminación de pixels innecesarios

Esto se debe a la natural inclinación que existe de colocar más información de la necesaria. Con lo anterior no se quiere forzar a aplicar reducciones para acatar los lineamientos sino que se debe tener un estricto criterio de selección para identificar los datos que son relevantes a las decisiones.

Hay situaciones donde la relevancia de los datos puede ser temporal o debida a condiciones particulares. En estos casos se debe presentar datos en contenidos que solo aparecen por excepción.

3.2. Resalte de datos relevantes.

Esta recomendación parte del reconocer, que aunque todos los datos que se hayan integrado en un despliegue sean importantes, entre ellos existe una jerarquía en cuanto a importancia.

La separación más sencilla se establece entre los datos que son siempre importantes y aquellos que solo son relevantes de manera temporal.

La primera categoría de datos puede ser enfatizada por medios estáticos, sin embargo los datos que son relevantes por intervalos deben ser presentados utilizando recursos dinámicos.

La ubicación de los datos dentro de la pantalla juega un papel relevante, además su estandarización permite a los usuarios realizar barridos por la información requerida de manera más rápida.

Es oportuno destacar que para que el área central tenga relevancia debe estar enmarcada con un espacio blanco que la separe del resto de las áreas.

3.3. Evolución de recursos

En esta fase, se evalúan los recursos disponibles para dar relevancia a los datos importantes y se incorporan al diseño elaborado a fin de asegurarse que los mismos cumplen con el objetivo deseado.

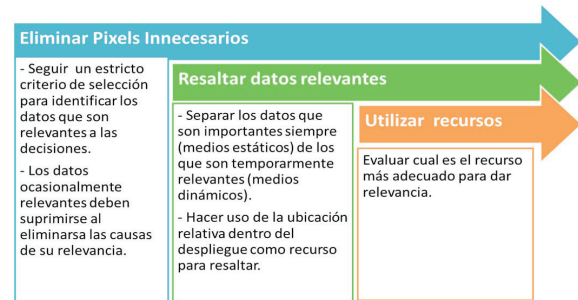


Figura 9: Fases para mejorar la relevancia de datos importantes

4. CASOS DE APLICACIÓN A DESPLIEGUES DE TIEMPO REAL

Bajo el concepto descrito en el presente artículo se han desarrollado los siguientes despliegues operacionales utilizando la herramienta de *Process Book* con orientación gerencial y estratégica para ser utilizados en la Operación en tiempo real.

4.1. Despliegue de supervisión de entrega Empresas Distribuidoras

Este despliegue permite al operador identificar desconexiones de carga mayores a 10 MW, con la capacidad de llevar memoria del último evento registrado. Donde se ha aplicado los siguientes elementos de diseño.

- Concepto de forma “plantilla” para presentar múltiples series de manera individualizada mediante la selección del botón que identifica el objeto de atención.
- Escalado de tiempo dinámico y seleccionable mediante botones dedicados, con funcionalidad de acercamiento.
- Área de datos de relevancia temporal, es decir que información importante es mostrada al momento de consulta o en caso de evento relevante; se destaca en el plano central inferior de los despliegues.
- Alarma visual para resaltar desviaciones del momento. Utiliza colores normados para condición de alarma (rojo) sobre el campo numérico.
- El uso del espacio visual es balanceado y sin elementos distractores.

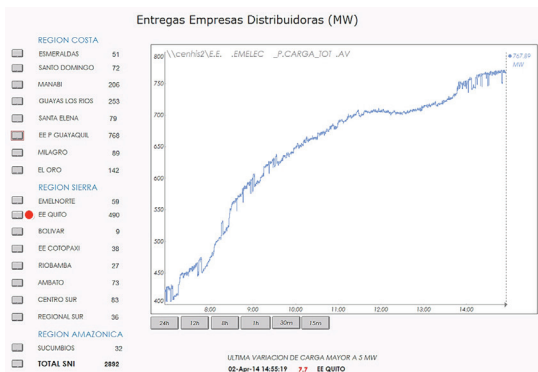


Figura 10: Despliegue de entregas

4.2. Despliegue de Seguimiento de la Demanda del Sistema y Empresas Distribuidoras

Este despliegue permite supervisar la evolución de la demanda de las empresas distribuidoras en tiempo real. Permite activar un navegador automático de todas las tendencias de manera cíclica. Si el sistema detecta una demanda de 0 MW, se produce un resalte señal de alarma y se detiene en la Empresa donde se detectó la pérdida de carga.

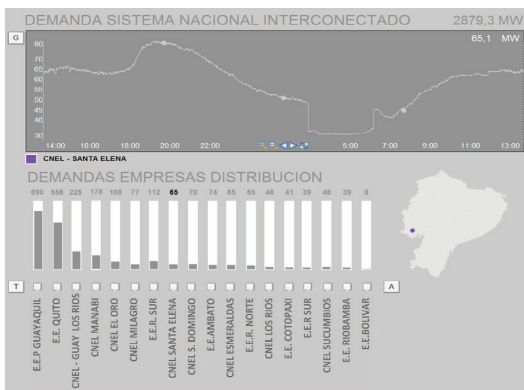


Figura 11: Despliegue de entregas

4.3. Despliegue de Control de voltaje en puntos de entrega

El despliegue de voltaje, permite supervisar los voltajes a nivel de punto de entrega, manteniendo el mismo concepto de los anteriores, se presentan resaltes cuando se detecta excursiones de voltaje fuera de las bandas de operación normal. Ante la presencia de pérdida de voltaje se despliega una alarma visual.

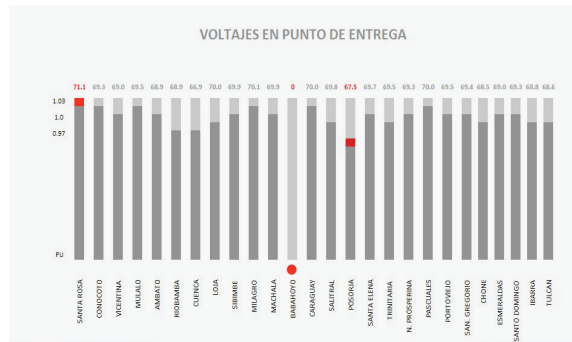


Figura 12: Despliegue de entregas

4.4. Despliegue de Supervisión Global

Para a creación de despliegues que contienen mayor cantidad de información se aplica el concepto de “posición de relevancia”. En este despliegue se maximiza la alerta situacional resaltando el recuadro central y se hace uso de zonas de relevancia pasiva para lo información de menor importancia relativa.

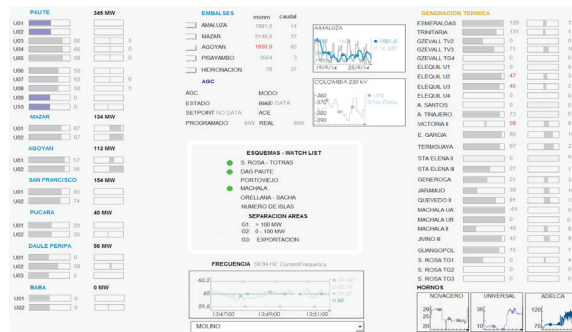


Figura 13: Despliegue de entregas

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los despliegues operacionales desarrollados por CENACE, están enfocados a que el operador concentre su atención a eventos que requieren de un cierre de lazo y retroalimentación para el proceso sistemático de la operación en tiempo real.
- Con el adecuado uso de principios de Conciencia Situacional a través de despliegues donde se enfatice la entrega de

información clave al Operador, se garantiza una menor probabilidad de toma de decisiones inadecuadas por factores Humanos. Esto adicionalmente se refuerza con horas de operación y de prácticas en el simulador de entrenamiento.

- Un des optimizado uso de la tecnología debido a la creciente complejidad situacional pueden afectar negativamente al humano que toma decisiones. Tener un modelo mental apropiado que propicie una consciencia situacional completa, precisa y actualizada garantiza un desenvolvimiento en respuesta en situaciones de emergencia.
- Proveer al operador de recursos de supervisión y control de la red, que estén diseñados bajo las técnicas que reconozcan las capacidades de los humanos, es primordial. Por ello en el CENACE, los despliegues de operación, alarmas, presentación de tendencias, etc. han sido rediseñados y adaptados a fin de aplicar de manera efectiva el concepto de Alerta Situacional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Empresa DEBARR, y en especial al Ing. Oscar de Lima co-autor de este artículo, por la transferencia de conocimiento de las diferentes experiencias en la consultoría llevada a varias empresas eléctricas y proveedoras de SCADA/EMS en México, El Salvador, Panamá, Ecuador, Chile, Estados Unidos, Uruguay, Venezuela e Irak, entre otros países.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Publicaciones Periódicas

- [1] Jay Giri, Manu Parashar, Josh Trehern, Vahid Madani, "The Situation Room" Control Center Analytics for Enhanced Situational Awareness – IEEE Power and Energy Magazine Sep. Oct. 2012.
- [2] ABB, Guideline Operator Workplace and process graphics, System 800xA

Libros

- [3] Mica. R. Endsley and DeBra G. Jones, "Designing for Situation Awareness" Second Edition.
- [4] Mica. R. Endsley "Designing for Situation Awareness in Complex Systems", 2001.
- [5] Edward R. Tufte, "The Visual Display of Quantitative Information", Second Edition, 1983



Raúl Cubillo Betancourt.- Nació en Quito, Ecuador en 1975. Recibió su título de Ingeniero Eléctrico en el 2001; Egresado de Master en Estadística Aplicada 2009 de Escuela Politécnica Nacional. Sus campos de investigación están relacionados

con el Desarrollo herramientas visuales facilitadoras para la operación en tiempo real, y el manejo de la información obtenida de los procesos de operación. Actualmente mantiene el cargo de Ingeniero Instructor del Centro de entrenamiento de operadores en el CENACE.



Oscar de Lima.- Egresado de Ingeniero de la Universidad Simón Bolívar (1980) – Venezuela y de Maestría de Administración de Empresas del Instituto de Estudios superiores de Administración –IESA (1987).

Consultor Senior en el diseño, especificación e implementación de Sistemas de Adquisición de Datos y Control (SCADA), Centros de Gestión de Energía (EMS), Simuladores de Entrenamiento de Despachadores (DTS) y Sistema de Gestión de Plantas de Generación (PMS). Ha participado en múltiples proyectos destinados a la Gestión y Operación de Sistemas de Potencia apoyados por Sistemas SCADA/EMS/DMS. Desarrollo de interfaces humano máquina en Despachos de Carga orientados a la utilización efectiva de técnicas de alerta situacional, despliegues unifilares y alarmas Sintonización de sistemas de control de generación, AGC, Despachos Económicos y Optimización Hidro de cortísimo plazo para el seguimiento de planes de producción. Planes de Expansión de Sistemas de Generación utilizando modelos de optimización. Proyectos de evaluación de la seguridad en línea y planificación operativa de sistemas de potencia haciendo uso de aplicaciones de simulación y de asignación óptima.