

# Información Operativa en Dispositivos Móviles

C. Del Hierro

R. Sánchez

Centro Nacional de Control de Energía, CENACE

**Resumen**— El avance tecnológico en dispositivos móviles, se han convertido en una herramienta importante para desplegar información tanto a nivel gerencial y operativo.

El presente artículo describirá la implementación de los sistemas IODM (Información Operativa en Dispositivos Móviles) en la corporación CENACE y algunas aplicaciones web como parte de la iniciativa de observar información operativa en cuasi tiempo real de mediciones e indicaciones del Sistema Nacional Interconectado con una frecuencia de actualización de 5 segundos; y en el caso de datos provenientes de los PMUs en una frecuencia de 1 segundo para dispositivos móviles a través de internet.

**Palabras clave**— IODM (Información Operativa en Dispositivos Móviles), Adquisición de Datos, PI (Plant Information), interfaces, Scalable Vector Graphics SVG, HTML5.

**Abstract**— Recent technological advances in mobile devices have turned them into important tools for displaying information at both management and operational levels.

This article will describe the implementation of OIMD (Operating Information on Mobile Devices) systems in CENACE as well as some web applications as part of an initiative to observe operative information (measurements and signals in the National Interconnected System), in mobile devices over the internet, in quasi-real time with an updating frequency of 5 seconds, and 1 second for data coming from PMUs.

**Index Terms**— OIMD (Operative Information on Mobile Devices), Data Acquisition, PI (Plant Information), Interfaces, Scalable Vector Graphics SVC, HTML5.

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este artículo es presentar el proceso de implementación del sistema de información operativa y gerencial en dispositivos móviles el cual tiene cubierto el siguiente alcance de presentación:

- Nivel de información estratégica gerencial; en la cual la disponibilidad de esta información en dispositivos móviles facilitará la toma de decisiones concernientes a los ámbitos tácticos de responsabilidad del CENACE
- Nivel de información estratégica operativa; en la cual la disponibilidad de esta información en dispositivos móviles facilitará la toma de decisiones operativas en el sistema eléctrico ecuatoriano.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE INFORMACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES PARA EL CENACE

### 2.1. Adquisición de datos

La adquisición de datos para los servicios de Información en Dispositivos Móviles se lo realiza a través de las arquitecturas existentes para los sistemas: “Energy Management System” (EMS) y “Wide Area Monitoring System” (WAMS) del CENACE. Para el primer caso se lo realiza a través de las Unidades Terminales Remotas (UTRs); y para el segundo caso a través de las Unidades de Medición Fasorial (PMUs).

A través de los sistemas EMS y WAMS, se realiza la adquisición de datos de: las variables eléctricas (voltajes, frecuencia, potencia, etc.), estados de equipos (seccionadores, interruptores, alarmas de transformadores, etc.) y las mediciones fasoriales de las variables eléctricas del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Cada sistema tiene una arquitectura de adquisición de datos diferente; para el caso del SCADA del EMS, la Fig. 1 muestra la conexión de las UTRs a los 4 Front Ends (concentradores de datos) ubicados estratégicamente en el país, de manera que se logra una arquitectura de comunicaciones distribuida. Los 4 Front Ends permiten la integración de los datos de provenientes de las UTRs con los centros de control de CENACE y CELEC EP TRANSELECTRIC.

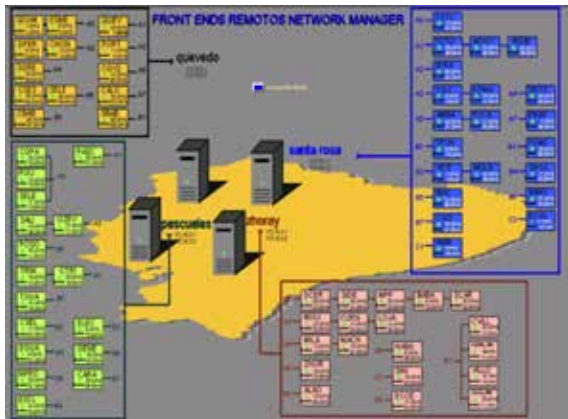


Figura 1 : Sistema de Adquisición de Datos del S.N.I

Para el caso de WAMS, en la Fig. 2 se muestra la ubicación de los diferentes PMUs existentes en el S. N. I.

Cada PMU se conecta al Phasor Data Concentrator (PDC) y al servidor de interfaces de PI del CENACE.

Debido a la necesidad de alta disponibilidad de datos de los PMUs, la configuración de la red de estos dispositivos es tipo anillo.



Figura 2 : Conexiones de PMUs en el S.N.I.

## 2.2. Integración de la información

Los datos provenientes tanto a través del EMS, como de WAMS son integrados a través de la plataforma corporativa PI (Plant Information<sup>1</sup>) del CENACE.

<sup>1</sup> El sistema PI es una infraestructura operativa, de evento y administración de datos en tiempo real.

Una de las capacidades de esta infraestructura es la integración y la consulta de datos históricos y/o en tiempo real de diferentes fuentes de información.



Figura 3 : Esquema de conexiones de la Plataforma PI corporativa

En la fig. 3, se observa la conexión que tiene la plataforma PI con el sistema EMS y WAMS. En el caso de la integración de información 1 del EMS, la conexión se da a través de los servidores PI (HIS) del EMS y los PI servers corporativos.

Para el caso de WAMS, la conexión se realiza a través del servidor de interfaces (PI-Interfaces), donde se utiliza la interfaz PI - IEEE C37.118 para la comunicación con los PMUs, luego los datos recopilados son almacenados en el PI server de WAMS.

En consecuencia, a través de los servidores PI se puede compartir y/o integrar la información de distintas fuentes, de manera que otras plataformas de desarrollo puedan usar la información integrada para mostrarla en dispositivos móviles.

## 2.3. Servicios de Información implementados

La Dirección de Sistemas de Información del CENACE realizó la implementación de los siguientes sistemas de información para celulares:

- Roambi: Muestra información histórica, estadística de los procesos corporativos.
- Visual KPI - Transpara<sup>2</sup>: Muestra los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) estratégicos de la corporación.
- IODM - Peep<sup>3</sup>: Permite visualizar en tiempo real información operativa del SCADA-EMS.

<sup>2</sup> Visual KPI es el producto principal de Transpara. Es una aplicación de software empresarial diseñado para BI móvil, control de operaciones, cuadros de mando y alerta.

<sup>3</sup> Peep es una plataforma para la visualización dinámica de vectores gráficos, alimentados por información en tiempo real, desde dispositivos móviles.

- WAMS Apps: Monitoreo en tiempo real de la información fasorial, a través de la interfaz PI - IEEE C37.118.

Motivo de análisis para este artículo son aquellos relacionados con la publicación de información operativa del S.N.I a través de: Peep – IODM, Visual KPI, WAMS Apps.

### 3. INFORMACIÓN OPERATIVA EN DISPOSITIVOS MÓVILES

Como se menciona en 2.3, los sistemas de interés para este artículo son: Visual KPI-Transpara, WAMS Apps, IODM-Peep.

#### 3.1. Visual KPI

Muestra los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) estratégicos de la corporación.

Los indicadores al momento implementados en el sistema, son aquellos relacionados con: Nivel de embalse y caudal de las centrales hidroeléctricas, voltaje en barra de las Subestaciones del S.N.I, y frecuencia del sistema.

Una señal proveniente de campo se convierte en un indicador cuando se le establece límites operativos, así por ejemplo:

Tabla 1 : Diseño de un KPI

Identidad	Límite Muy Alto	Límite Alto	Normal (Target)	Límite Bajo	Límite Muy Bajo
Voltaje a nivel de 138 kV	144.9 kV	143.52 kV	138 kV	132,48 kV	131,1 kV

Un color identificativo de la zona en la que se encuentra la medición permitirá a quien visualice la información, una rápida detección de aquellos indicadores que están fuera del rango normal. El código de colores adoptado por CENACE para los indicadores del sistema Visual KPI es mostrado en la tabla 1.

Cada KPI tiene su particularidad. En el sistema: se analiza el KPI a implementar, se le asigna los límites relativos, se le asocia a la categoría a la que pertenece y finalmente se establece la identidad (punto de medida - tag) con la que se va a conectar al PI corporativo. Las definiciones mencionadas por cada KPI permiten la visualización los KPIs, la fig. 4 muestra ejemplos de la visualización de los KPIs.



Figura 4 : Presentación de los KPIs en Visual KPI

Para el caso de aquellos indicadores KPI a los cuales se le puede asignar una referencia geográfica, es válido también observarlos en un geo-mapa. La fig. 5, muestra el ejemplo de visualización de los KPIs relacionados con el perfil de voltaje en el país.



Figura 5 : Visualización de KPIs referenciados Geográficamente

El sólo hecho de poder observar los KPIs agrupados permite al usuario identificar la categoría que requiere de análisis, y a través del menú, el usuario puede ingresar a observar un histórico del elemento de análisis. El usuario tiene la posibilidad de observar el indicador de interés en diferentes periodos de tiempo. La fig. 6 muestra el

KPI asociado a la medición de voltaje en barra de la subestación Orellana.



Figura 6 : Tendencia de voltaje S/E Orellana 138kV

### 3.2. IODM – Peep

Permite visualizar en tiempo real información operativa del sistema SCADA-EMS.

Los despliegues a mostrarse en este sistema son diseñados en Processbook<sup>4</sup>, las identidades (mediciones, estados) son asociadas al momento del diseño, la fig. 7 muestra el ambiente de desarrollo de PI Processbook:

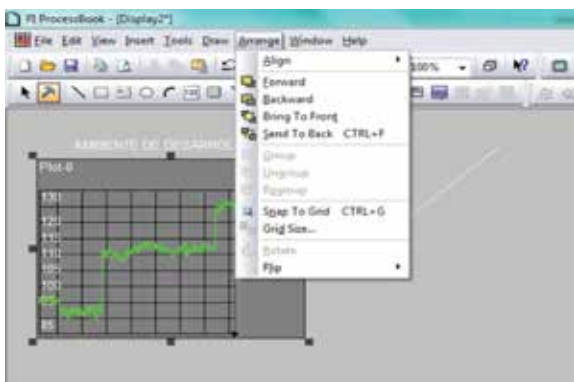


Figura 7 : Ambiente PI Process Book

Los despliegues diseñados pueden ser de diferentes tipos, al momento el sistema posee los siguientes despliegues:

- Anillo S.N.I de 230 kV
- Frecuencias S.N.I
- Zona Colombia
- Zona Molino Milagro
- Zona Oriental
- Zona pascuales Trinitaria
- Zona Santa Rosa Totoras

<sup>4</sup> Es una interface gráfica para el diseño de HMIs de proceso, herramienta propia del sistema PI.

- Zona Santo Domingo Quevedo
- Central Villonaco

En cada uno de estos se puede visualizar información en cuasi tiempo real de las variables de voltaje potencia activa y reactiva por las líneas y voltajes de barra como también la posición de interruptores en las distintas subestaciones de Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano.

Además los elementos de potencia mencionados en el párrafo anterior tienen configurado la funcionalidad de coloreo dinámico dependiendo de los niveles de voltaje y estado del interruptor.

En la fig. 8 se muestra el desarrollo del despliegue que permite la visualización de la información operativa en tiempo cuasi real del anillo de 230 kV del S.N.I

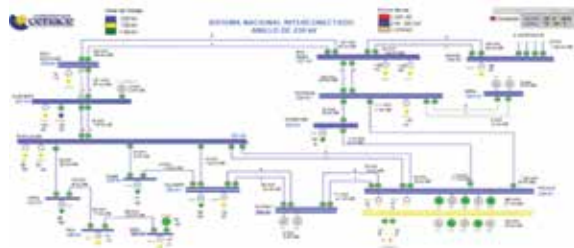


Figura 8 : Anillo de 230 kV del S.N.I Ecuatoriano

Por otra parte la implementación de la primera central eólica en el Ecuador Continental, proyecto Villonaco, permitió la adquisición de datos de otras variables de proceso tales como son la velocidad y dirección del viento y su relación directa con la generación de potencia eléctrica.

En la fig. 9 se muestra el despliegue que permite la visualización de las variables de proceso de la central Villonaco.



Figura 9 : Despliegue con Datos de Proceso de la Central Eólica Villonaco

### 3.3. WAMS Apps

Monitoreo en tiempo real de la información fasorial, a través de la interfaz de PI - IEEE C37.118.

Como se menciona en la sección 2 de este artículo, los datos de los PMUs son almacenados en el servidor PI-WAMS, las mediciones fasoriales de voltaje y potencia son muestreadas a una tasa de 20 muestras por segundo a través de la interface IEEE C37.118 de PI, sin embargo para la visualización en celulares sólo basta con tomar una de sus muestras por segundo.

La visualización de WAMS para dispositivos móviles fue desarrollada en Visual Studio, utilizando las tecnologías de HTML5, C#, Javascript y Ajax. Una de las ventajas de desarrollar estas aplicaciones web en HTML5 es su compatibilidad con dispositivos móviles actuales. El listado de su compatibilidad se puede ver en el link: <http://mobilehtml5.org/>.

La fig. 10 muestra la visualización de los fasores de voltaje en diferentes subestaciones del Sistema Nacional Interconectado.

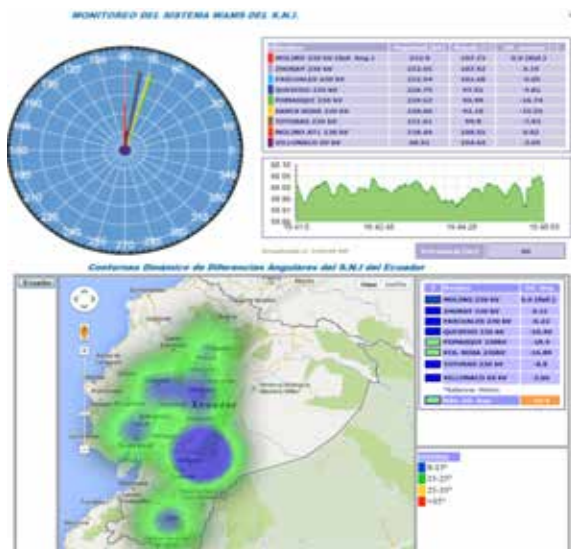


Figura 10 : Visualización del fasor de voltaje en distintas Subestaciones

La figura 11 muestra la diferencia angular entre fasores de voltaje de las Subestaciones del Sistema Nacional Interconectado pero mostradas de manera geo referencial.

Los aplicativos corren javascripts para su actualización gráfica dentro del dispositivo cliente, mientras que los datos que alimentan cada aplicación son adquiridos mediante AJAX. Este desarrollo fue realizado dentro del área de Sistema de Tiempo Real del Sistema de Información del CENACE, el ámbito de investigación fue dentro del ámbito del diseño de aplicaciones Web de Visual Studio.

#### 4. ESQUEMAS DE PUBLICACIÓN

La publicación de información para dispositivos móviles se lo hace a través de servidores web, cada uno con sus particularidades, a continuación se presentan los dos esquemas empleados para la publicación de información a los dispositivos móviles:

El esquema 1 fue concebido para la publicación de información relacionada con las unidades de mediciones fasoriales PMUs. El periodo de actualización de datos es de 1 segundos utilizando un servidor PI, un servidor de interfaces, un servidor de desarrollo de aplicaciones Web y un servidor Web. La fig. 11 muestra el esquema mencionado.



Figura 11 : Arquitectura para publicación de información de WAMS

El esquema 2 mostrado en la fig. 12 esta relacionado con las variables de proceso del Sistema Nacional Interconectado y cuya rata de actualización es de 5 segundos. Para este esquema se utiliza el PI Corporativo de CENACE que se comunica interactivamente con los sistemas EMS, TRANSPARA y PEEP compartiendo la información recolectada en campo para presentarla a través de internet a los dispositivos móviles.

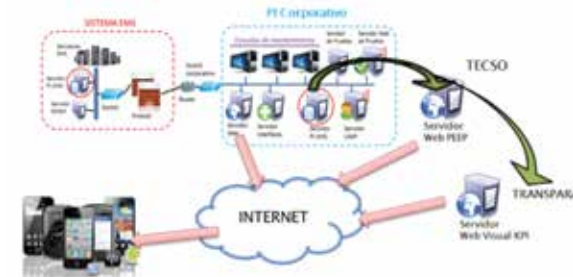


Figura 12 : Arquitectura para publicación de información del EMS A través de TECSO Y TRANSPARA

Ambos esquemas son integrados a través de la plataforma de PI, y su publicación queda definida en tres servidores web: Tecso, Transpara y servidor Web del PI corporativo (sicomb). Como se muestra en las Fig. 12 y 13.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

La información disponible a ser desplegada en el sistema IODM tiene una estrecha relación con los esquemas de adquisición de datos implementados en campo, por esta razón es muy importante la correcta instalación y pruebas realizadas en campo, de esta manera se evitará ver información distorsionada.

Para poder realizar la implementación de estos sistemas fue necesario el conocimiento de varias herramientas de desarrollo Web (Visual Studio), configuradores de base de datos y el dominio en el sistema PI. De la experiencia adquirida se puede observar que seguir la normativa de W3C en cuanto a diseño de aplicaciones es la mejor opción en este tipo de desarrollos.

La presentación de una forma resumida y amigable de la información operativa del S.N.I e indicadores claves de desempeño convierten a estos servicios de información en una herramienta poderosa y aliada para la toma de decisiones; además que su compatibilidad con dispositivos móviles tales como tabletas y teléfonos inteligentes permite el fácil acceso a información táctica y estratégica.

Luego de las pruebas realizadas a los diferentes sistemas, vemos la necesidad de tener un portal web que integre el acceso a los diferentes servicios implementados.

### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda la elaboración de una encuesta a nivel de usuario para verificar su satisfacción sobre la información presentada como también conocer nuevos requerimientos.

Se recomienda socializar esta herramienta con organismos del sector eléctrico como el MEER, CELEC, agentes privados, para que con el acceso a la información disponible del S.N.I puedan mejorar sus procesos de operación.

### AGRADECIMIENTOS

Al CENACE y a sus autoridades; en especial a la Dirección de Sistemas de Información por permitirnos participar en la implementación y desarrollo de estos proyectos.

A nuestros compañeros de la Dirección de Sistemas de Información que acompañaron y dieron su soporte técnico y moral en las distintas actividades que surgieron en la implementación del Proyecto.

A nuestros compañeros de las distintas direcciones del CENACE que participaron en el desarrollo de los despliegues e índices KPI y su colaboración en las distintas definiciones en las plataformas: Hugo Paredes, Pablo Salazar, Aharon de la Torre, Lourdes Farinango, Gabriel Rivera, Gioconda Rodríguez.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W3C Standards, World Wide Web Consortium, 1994
- [2] HTML5 (HyperText Markup Language, versión 5) <http://www.w3.org/TR/html5/>
- [3] AJAX, Asynchronous JavaScript And XML, <http://api.jquery.com/jquery.ajax/>



Carlos del Hierro Cadena.- Nació en Quito, Ecuador en 1978. Recibió su título de Ingeniero Electrónico con especialidad en Automatización y Control de la Escuela Politécnica del Ejército en 2001. Como experiencia profesional ha desarrollado

actividades en el campo de la industria de fabricación de sanitarios, pastas alimenticias, sistemas de seguridad y control vehicular. Al momento, es parte de la Dirección de Sistemas de Información del CENACE en el área de Sistema Remoto y también participando en las actividades relacionadas con el Proyecto de “Gestión y Control de Combustibles en el Sector Eléctrico”.



Roberto Gonzalo Sánchez.- Nació en Quito en 1986. Obtuvo el título de bachiller técnico industrial en la especialización de electrónica en el 2004. Recibió su título de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control en el 2010. Actualmente es parte del

área de Sistema de Tiempo Real en la Dirección de Sistemas de Información del CENACE y en el Proyecto de “Gestión y Control de Combustibles en el Sector Eléctrico”.