

# ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL SISTEMA DE MANEJO DE ENERGÍA, NETWORK MANAGER

Gioconda Rodríguez

Juan Vallecilla

Dirección Sistemas de Información

## RESUMEN

El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), en su calidad de Administrador Técnico y Comercial del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) del Ecuador, cuenta con diversos sistemas tecnológicos que le permiten cumplir con calidad, seguridad y economía sus funciones.

El sistema de tiempo real EMS, constituye la herramienta tecnológica con la cual el CENACE cumple la función de Coordinador del Sistema Nacional Interconectado e Interconexiones Internacionales; este sistema dispone de una infraestructura de red para la adquisición y transporte de datos, soportada sobre los servidores eLAN (Front Ends Remotos) y la red de telecomunicaciones de TRANSELECTRIC.

El presente artículo resume la configuración y mantenimiento de los servidores eLAN del sistema EMS de CENACE.

## 1. INTRODUCCIÓN

La implementación del nuevo Sistema de Control de Energía, EMS Network Manager del CENACE contemplaba la instalación de 4 pares de servidores eLAN en puntos geográficos estratégicos del país

(Santa Rosa, Quevedo, Pascuales y Molino); y utilizando como medio de comunicaciones, los sistemas de fibra óptica y PLC (Power Line Carrier) de la Empresa TRANSELETRIC, facilitando de esta manera la conexión de los Agentes del MEM al sistema EMS y permitiendo la recolección distribuida de la información proveniente de las Unidades Terminales Remotas (RTU), de las subestaciones de transmisión y generadores del país y su posterior envío hasta los Centros de Control del CENACE y TRANSELETRIC.

## 2. SISTEMA DE MANEJO DE ENERGÍA (EMS)

El sistema de manejo de Energía cuyo nombre comercial es Network Manager (NM), fue suministrado por la empresa ABB Inc. de Estados Unidos.

Este sistema está compuesto por varios subsistemas, entre los más importantes: el ECS que procesa y sustenta las aplicaciones del sistema en tiempo real, el PDS que permite el desarrollo y pruebas de nuevas aplicaciones antes de ser instaladas en el sistema ECS, el subsistema DTS que es un simulador para el entrenamiento de operadores y el subsistema de adquisición de datos, que en el proyecto de CENACE fue complementado con la adición de los servidores eLAN. La Figura 1 muestra la arquitectura del sistema NM.

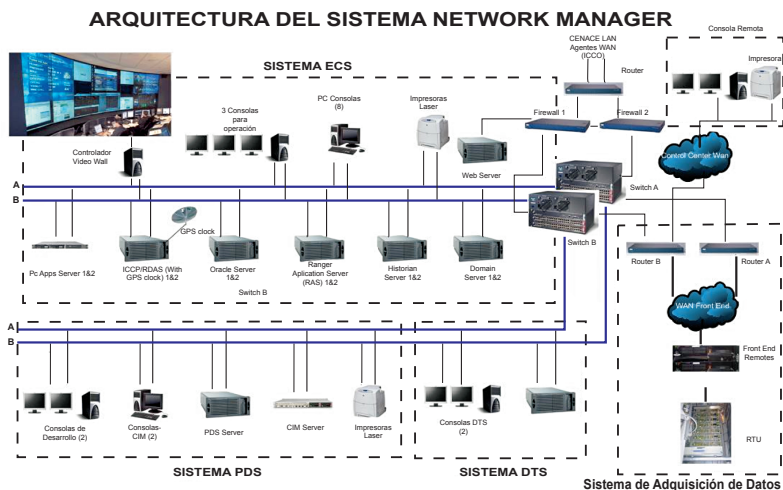


FIGURA 1: Arquitectura del Sistema Network Manager

### 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos del sistema Network Manager empieza con la recolección de la información desde las distintos generadores y subestaciones de transmisión eléctrica, y su envío hacia los servidores eLAN; estos últimos encargados de concentrar la información, para luego enviarla simultáneamente mediante software a los dos centros de control (CENACE y TRANSELECTRIC), proceso que se realiza creando dos unidades terminales remotas virtuales (Virtual Terminal Unit VRTU) por cada RTU física real, cada una de las cuales se direcciona hacia cada centro de control.

Este proceso esta soportado en los sistemas de comunicaciones Power Line Carrier (PLC) y el sistema de fibra óptica como se puede apreciar en la Figura 2.

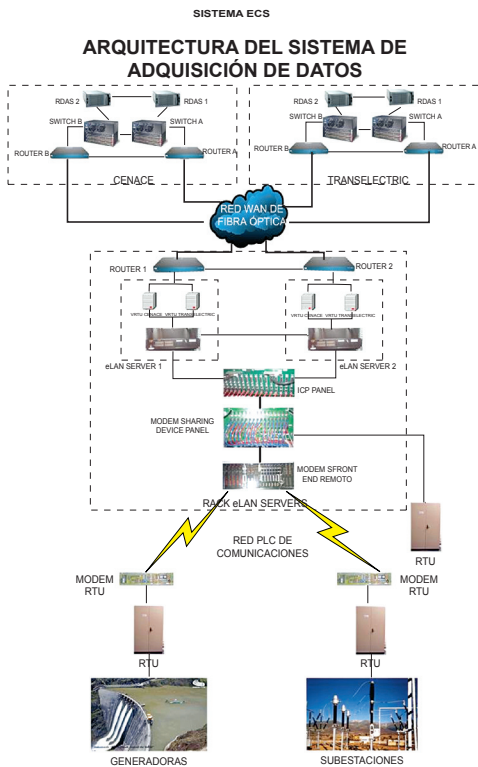


FIGURA 2: Arquitectura del Sistema de Adquisición de Datos

### 4. UBICACIÓN DE LOS SERVIDORES ELAN EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI)

Como ya se ha mencionado anteriormente el sistema de adquisición de datos del CENACE utiliza un sistema de comunicaciones híbrido, compuesto por el sistema PLC para la comunicación desde las RTUs de los Agentes del MEM hasta los servidores eLAN;

y el sistema de fibra óptica para la comunicación de los servidores eLAN hasta los centros de control de CENACE y TRANSELECTRIC.

La ubicación de los cuatro pares de servidores fue establecida en función de una estrategia geográfica que brindara flexibilidad y mayores facilidades a los Agentes del MEM para la conexión hacia los centros de control (Figura 3).

1. eLAN Santa Rosa ubicado en la S/E Santa Rosa de la ciudad de Quito.
2. eLAN Quevedo ubicado en la S/E Quevedo.
3. eLAN Pascuales ubicado en la S/E Pascuales de la ciudad de Guayaquil.
4. eLAN Molino a ser ubicado en la S/E Molino de la Central Paute. \*

\* En la actualidad el eLAN Molino se encuentra instalado y en funcionamiento en el edificio del CENACE, hasta tanto el proyecto de instalación del anillo de FO de TRANSELECTRIC cubra la S/E Molino.



FIGURA 3: Diagrama de Ubicación Geográfica de los Servidores eLAN

## 5. RED WAN DE COMUNICACIONES

La red WAN de Comunicaciones permite que la información concentrada en los distintos servidores eLAN sea enviada a los centros de control del CENACE y TRANSELECTRIC utilizando la red de fibra óptica de TRANSELECTRIC (Figura 4).

El protocolo de comunicaciones utilizado para esto es el DNP 3.0 sobre TCP/IP, por lo cual cada servidor eLAN es identificado mediante una dirección IP dentro de la red WAN, el enrutamiento es realizado por los equipos router cisco 2621 y la redundancia está garantizada al disponer de dos servidores eLAN y dos ruteadores conectados al anillo de fibra óptica.

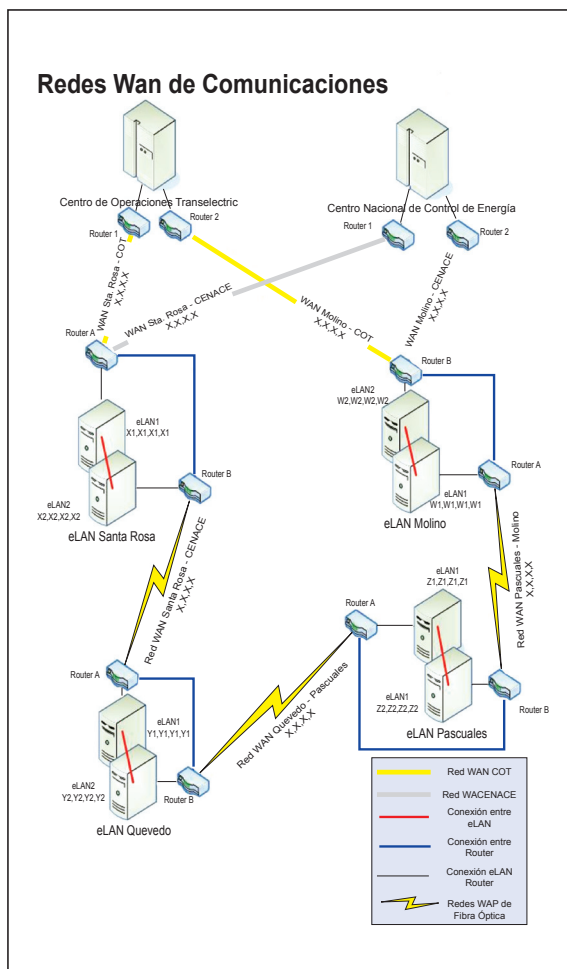


FIGURA 4: Diagrama de la Redes WAN

Los routers actualizan constantemente sus tablas de enrutamiento a fin de establecer los recorridos más cortos entre los puntos de conexión.

En el caso de fallas en alguno de los enlaces, los routers encaminan la información por las rutas alternas que tengan disponible para llegar al punto de

destino, garantizando así una alta disponibilidad de la información.

Cada servidor eLAN concentra los datos de las Unidades Terminales Remotas, utilizando los protocolos seriales RP – 570, IEC 870 – 5 – 101 o DNP 3.0 y canales dedicados de comunicación, principalmente canales PLC.

La red de fibra óptica de TRANSELECTRIC es SDH (Synchronous Digital Hierarchy), con nodos en el edificio de TRANSELECTRIC, Vicentina, Pomasqui, Sto. Domingo, Quevedo, Pascuales, Policentro y Machala; usando fibra monomodo de 48 fibras, que reemplaza el cable de guarda del anillo de alta tensión de 230 KV del SIN (Figura 5).

La velocidad de conexión de los canales utilizados para la conexión WAN entre servidores eLAN es de 2 Mbps (E1).

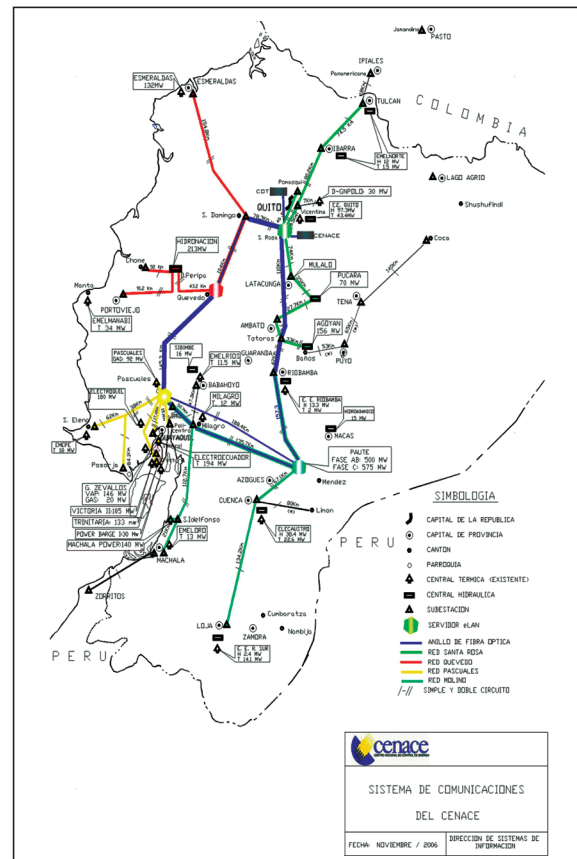


FIGURA 5: Topología General del Sistema de Adquisición de Datos del CENACE

## 6. CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN

Los servidores eLAN utilizan LINUX Mandrake como sistema operativo y administran una base de datos

que relaciona los distintos puntos físicos de una RTU con las VRTUs (RTUs virtuales), ver Figura 6.

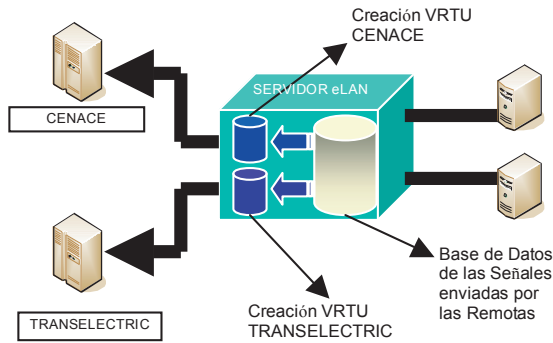


FIGURA 6: Representación Gráfica de los Pasos de Configuración

## 7. PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN

Los servidores eLAN disponen de herramientas que permiten verificar la adquisición de datos de las remotas y el envío de información hacia el sistema Network Manager.

### 7.1. Verificación de la Recepción de Señales Enviadas por las Remotas

Es necesario comprobar que la información enviada

desde las remotas llegue en forma correcta hasta los servidores eLAN, verificándose:

- Recepción de Señales Analógicas.
- Recepción de Señales Digitales.
- Recepción de Acumuladores (Mediciones de Energía).

Como ejemplo en la Figura 7, se tiene las pruebas de recepción de datos en el eLAN del CENACE de la RTU número 42 correspondiente al Paute.

### 7.2. Verificación de la Recepción en el Sistema Network Manager de Información Enviada por los Servidores eLAN

La información enviada por los servidores eLAN es recibida por los servidores RDAS, encargados de la adquisición de datos y el manejo de las conexiones ICCP con otros centros de control. Una vez procesada esta información es enviada a los servidores RAS sobre los cuales corren las aplicaciones propias del sistema Network Manager.

Este proceso culmina con la visualización de datos en los diferentes despliegues del SNI accedidos desde las consolas del sistema, en la Figura 8, se muestra un despliegue de la adquisición normal de datos, mientras que en la Figura 9, se observa un despliegue en estado de falla.

```
[root@cenalan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 41'
[Nov 16/06 18:26:35,086] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 41 unchgd; ONLINE (value 19040)
[Nov 16/06 18:26:40,847] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19136)
[Nov 16/06 18:26:48,579] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19168)
[Nov 16/06 18:26:56,053] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19008)

Exiting by request (signal).

[root@cenalan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 44'
[Nov 16/06 18:27:24,847] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 19040)
[Nov 16/06 18:27:30,877] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 19168)
[Nov 16/06 18:27:38,735] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 18976)
[Nov 16/06 18:27:44,670] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 44 unchgd; ONLINE (value 18976)

Exiting by request (signal).

[root@cenalan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 39'
[Nov 16/06 18:28:15,521] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:23,823] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:29,654] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:35,656] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)

Exiting by request (signal).

[root@cenalan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 50'
[Nov 16/06 18:29:20,284] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 896)
[Nov 16/06 18:29:28,316] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 704)
[Nov 16/06 18:29:34,162] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 672)
[Nov 16/06 18:29:39,983] cenalan1 remotef[ 2]: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 736)

^X
Exiting by request (signal).
[root@cenalan1 elanuser]#
```

FIGURA 7: Recepción de Señales Analógicas en el Servidor eLAN de la RTU de Paute

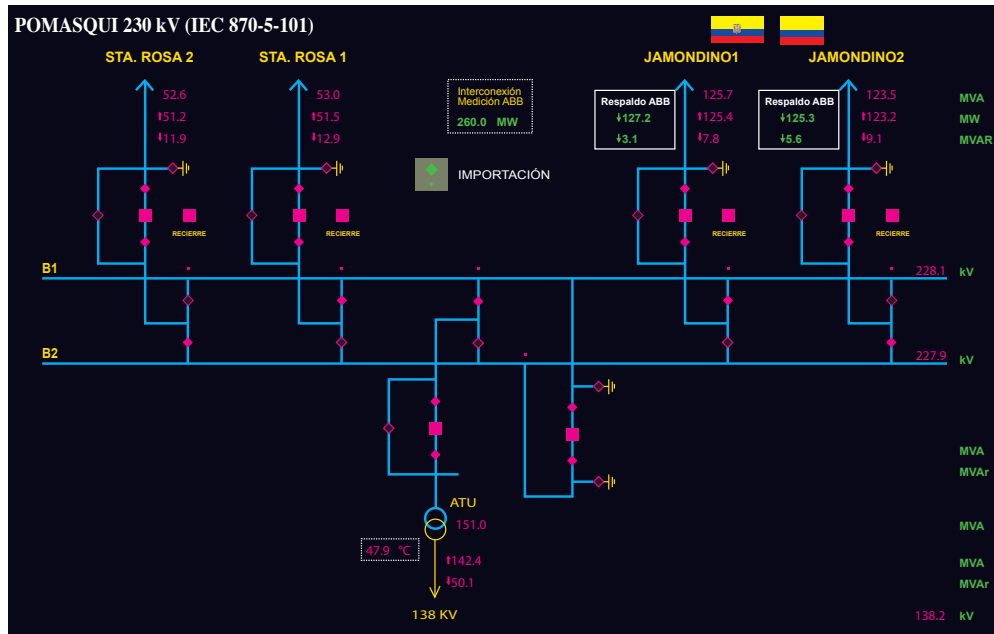


FIGURA 8: Despliegue de la Subestación Pomasqui en Estado Normal

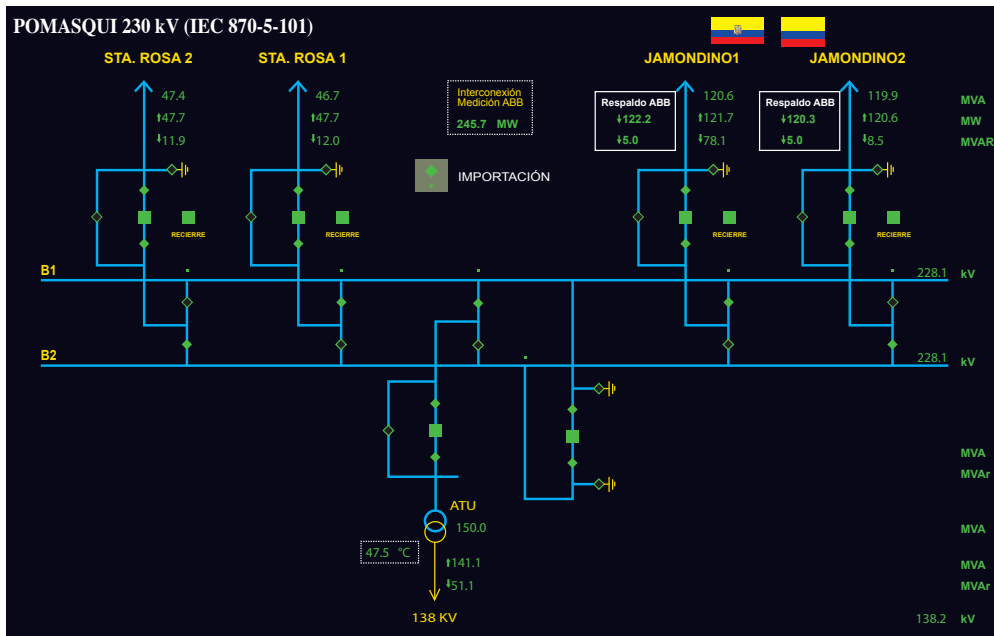


FIGURA 9: Despliegue de la Subestación Pomasqui en Estado de Falla

### Supervisión y Monitoreo de los Servidores eLAN

En consideración de la gran importancia de la adquisición de datos en el sistema EMS, es necesario realizar una exhaustiva supervisión del estado de los servidores eLAN, es así que diariamente

se obtiene información del hardware y software mediante el registro de parámetros de rendimiento, procesamiento, capacidad de almacenamiento y estado de sensores internos, utilizando la aplicación WEBMIN (Figura 10). De esta manera se podrán, detectar a tiempo anomalías o fallas que puedan representar indisponibilidad de estos equipos.

Hardware Statistics	
<b>LM Sensors</b>	
EEPROM-i2c-0-50	
Adapter	SMBus I801 adapter at 0500
Algorithm	Non-I2C SMBus adapter
Memory type	DDR SDRAM DIMM SPD
Memory size	MB)
w83627hf-isa-0290	
Adapter	ISA adapter
Algorithm	ISA algorithm
VCore 1	+1.44 V
VCore 2	+1.47 V
+3.3V	+3.31 V
+5V	+4.83 V
+12V	+12.21 V
-12V	-11.98 V
-5V	-5.01 V
V5SB	+4.83 V
VBat	+3.20 V
CPU Fan	13916 RPM
CPU Temp	+51.5°C
vid	+1.400 V

FIGURA 10: Ventana de Reporte del Estado de los Sensores del Servidor eLAN

## 8. MONITOREO REMOTO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Dada la criticidad de este sistema, es de vital importancia contar con un medio que permita brindar el soporte remoto adecuado que garantice su supervisión durante horarios fuera de oficina y fines de semana.

En la actualidad se utiliza un servidor RAS telefónico para el acceso al sistema EMS por parte del personal técnico encargado de la administración de los diferentes subsistemas del EMS (Ver Figura 11).

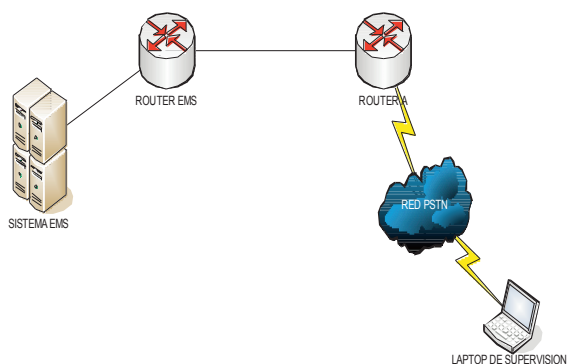


FIGURA 11: Arquitectura del Sistema de Supervisión

Las estrictas medidas de seguridad de la red del sistema EMS, impiden el uso del servicio de Internet dentro de la red siendo no recomendadas las VPN's para conexión a este sistema.

## 9. CONCLUSIONES

La importancia de la información adquirida para sistemas de tiempo real, demanda de un rápido y efectivo procesamiento dado en este caso por los servidores eLAN, los cuales permiten a los operadores del CENACE realizar la supervisión y control en tiempo real del Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano.

Los servidores eLAN, son completamente redundantes en hardware y software, y utilizan equipos ruteadores redundantes para la conexión al sistema de fibra óptica.

Los servidores eLAN, tienen la capacidad de enviar simultáneamente información hacia varios centros de control, en nuestro caso CENACE y TRANSELECTRIC, mediante la creación de Virtual Remote Terminal Unit (VRTU)

La comunicación desde los eLAN hasta cada centro de control utiliza el protocolo DNP 3.0 sobre TCP/IP.

Las licencias adquiridas para el sistema del CENACE, permiten el manejo de los protocolos seriales RP-570, IEC 870-5-101 y DNP 3.0.

En cuanto al sistema de comunicaciones de los servidores eLAN, la mayoría de problemas se presentan en el sistema de comunicaciones Power Line Carrier (PLC) dado que este sistema es altamente susceptible a cambios climáticos, distancias y condiciones específicas de las líneas de alta tensión.

Los servidores eLAN permiten conexiones de Equipos Terminales de manera digital (sin necesidad de MODEMS).

## 10. RECOMENDACIONES

Es necesario mantener una supervisión diaria del estado de los servidores eLAN utilizando la herramienta Webmin, de manera que se pueda reducir el riesgo de fallas en el Hardware o Software asociado a estos equipos.

A fin de verificar el correcto funcionamiento de la redundancia de servidores eLAN, se recomienda distribuir la adquisición de datos de las remotas entre los dos servidores.

Realización de mantenimientos preventivos semestrales que incluyan básicamente limpieza del equipamiento y revisión de conexiones físicas del equipo.

Realización de back up de las bases de datos probadas de cada eLAN.

En el caso de nuevos ingresos en la base de datos, se recomienda en primer lugar configurar un sólo punto de cada tipo (analógico, digital de entrada, acumulador, etc.), a fin de verificar primeramente que se establezca la comunicación entre los servidores eLAN y la RTU en el protocolo requerido.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASEABROWN BOVERI (ABB); Curso F90 SPIDER Front End 200, Spider Training.
- [2] BOW NETWORKS, eLAN Server; Installation Guide, Bown Networks Inc, 10 de diciembre 2004.
- [3] PANCHO Germán; Filosofía de Mantenimiento de los Equipos del Sistema Central del Centro Nacional de Control de Energía, Tesis Previa a la Obtención del Título en Electrónica y Control, Politécnica Nacional, Quito Julio de 1996.
- [4] BRITO Pablo; Historia y Composición del Módem, <http://www.monografias.com/trabajos10/modem/modem2.shtml>, Noviembre 2006.
- [5] TEJADA Antonio; Interfaz Web Webmin para Configurar Unices, <http://bulma.net/body.phtml?nIdNoticia=924>, 1 de Noviembre 2006, Diciembre 2006.

[6] WINKIPEDIA; Protocolo de Red, [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_red](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_red), Enero 2007.

[7] WINKIPEDIA; EIGRP, <http://es.wikipedia.org/wiki/EIGR>, Enero 2007.



**Juan Vallecilla Mosquera.-** Nació en Quito, Ecuador en 1981. Recibió su título de Ingeniero en Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Superior del Ejército en el 2006.

Actualmente, se encuentra cursando sus estudios de Maestría en la ESPE, sus áreas de interés se relacionan con las Redes y los Protocolos de Comunicaciones.



**Gioconda Rodríguez Pazmiño.-** Nació en Quito, Ecuador en 1974. Recibió su título de Ingeniero en Telecomunicaciones de la Escuela Superior Politécnica José Antonio Echeverría de la Habana, Cuba en 1998.

Actualmente, su campo de aplicación está relacionado con la administración de los servidores eLAN y Equipos de Red Asociados al Sistema de Adquisición de Datos en Tiempo Real y de las demás Redes de los Sistemas Tecnológicos del CENACE.