



**ENTE PROVINCIAL DE ENERGÍA DEL NEUQUÉN
ARGENTINA**

Clasificación s/temario: **A** - Nuevas tecnologías para la mejora en la calidad del servicio eléctrico.

INTEGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA EMPRESA DE ENERGÍA

Autor:

RUBÉN EDGARDO GÓMEZ

TÉCNICO EN ELECTRÓNICA + INGENIERO ELECTRICISTA + EXPERTO

UNIVERSITARIO EN REDES Y SERVICIOS (título propio de la UNED - España)

ENTE PROVINCIAL DE ENERGÍA DE NEUQUÉN (EPEN)

Cargo: JEFE SECTOR CONTROL Y TELECOMUNICACIONES - INGENIERÍA Y PLANEAMIENTO.

DATOS DE LA EMPRESA

Dirección: Calle Buenos Aires 283

Localidad: Neuquén

Código Postal: Q8300

País: Argentina

Teléfono: 0299 - 447 3918/19

Fax: 0299 - 447 3918

E-Mail: rgomez@epen.gov.ar

RESUMEN DEL TRABAJO:

El Ente Provincial de Energía del Neuquén, (EPEN) es una empresa de transporte y distribución de energía eléctrica con jurisdicción en la Provincia del Neuquén, ubicada en la Patagonia Argentina. Es de propiedad pública, de carácter autárquico, administrado y auditado por un Directorio y un Órgano de Control compartidos entre representantes elegidos unos por el Poder Ejecutivo Provincial y otros en forma directa por los empleados del Ente.

El EPEN viene desarrollando un proyecto para hacer converger sus sistemas de telecomunicaciones en una única red digital, aplicando los paradigmas de las llamadas "redes de nueva generación". El presente trabajo expondrá resumidamente la experiencia del EPEN en esta materia, que cuenta desde el año 2004 con una red digital de transporte de señales de telecomunicaciones en permanente expansión y actualización tecnológica. Se brindará los principales lineamientos de su plan director y otra información útil, como criterios y pautas de aplicación general para proyectos similares en otras empresas de energía.

Palabras Claves: Telecomunicaciones - Redes Digitales - Redes de nueva generación.

INTEGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA EMPRESA DE ENERGÍA

1.- Introducción

En las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica se hizo corriente hacia fines del siglo pasado la introducción de los sistemas de control, supervisión y adquisición de datos (SCADA -por sus siglas en idioma inglés-). Estos evolucionaron hasta los sistemas de gestión de energía (EMS), basados además en programas de estimación de estados y cálculos en tiempo real, que permiten manejar con seguridad, confiabilidad y eficiencia los grandes flujos de energía eléctrica. Sistemas similares permiten también la gestión eficaz y eficiente de las redes de distribución de media y baja tensión.

En la República Argentina la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) adquiere cada 10 segundos información técnica para la operación y despacho de la red interconectada nacional, a través de sistemas que abarcan equipos de las compañías prestadoras dispuestos en toda la geografía del país. También recolecta y registra las transacciones económicas en los diferentes nodos de intercambio.

En la faz comercial la atención de los usuarios también ha mejorado sustancialmente con la utilización de aplicaciones informáticas para la consulta de datos, estados de la facturación, reclamos, pagos, compra de energía y acceso a diversa información que puede en muchos casos obtenerse vía Internet. La faz administrativa de las empresas también se ha visto potenciada con la aplicación de procesos y teleprocesos, como la consulta en línea de la disponibilidad en almacenes tanto por parte de los encargados de compra como los de montaje y mantenimiento; el seguimiento de trámites internos de diversa índole; el intercambio de documentos e información, etc. etc.

La vigilancia y seguridad de bienes y personas también se ve aumentada cuando se utilizan sistemas de tipo digital, que permiten supervisiones automáticas y manuales, concurrentes desde diversos puntos, del estado de situación y novedades.

Por último -sin haber abarcado todos los aspectos destacables y otras nuevas aplicaciones posibles- es importante considerar la mejora en los aspectos de eficacia, eficiencia, productividad y seguridad que los nuevos instrumentos de telecomunicaciones brindan, producto de sus capacidades teleinformáticas (correo electrónico; acceso a Internet; mensajería SMS; videoconferencia, etc.)

La organización del funcionamiento y estructura de las empresas, en conjunción con las crecientes demandas de los usuarios en cuanto a mayor calidad, información y comodidad, han dejado en el pasado la clasificación de sistemas “críticos” (de operación y mantenimiento) y “no críticos” (comerciales y administrativos). Especialmente cuando se tiene en consideración la alta interoperabilidad de todos los aspectos que hacen a la prestación del servicio público de transporte y distribución de energía eléctrica.

Es así que surge una necesidad común para todos estos servicios y procesos: la disponibilidad de una red de telecomunicaciones confiable y de capacidades satisfactorias.

La tecnología que permite la integración de todos estos servicios sobre una misma red de telecomunicaciones, conformada con recursos propios (privada), o de terceros (arrendados) o combinación de ambos ha madurado hasta un punto que permite su aplicación en las empresas de energía, manteniendo las necesarias independencias con un grado de seguridad suficiente. Los proyectos en tal sentido deben tener en cuenta no sólo la conectividad de la capa física, sino también los requerimientos de las aplicaciones. La transmisión de voz, video, y datos requiere de un análisis del ancho de banda disponible o a disponer, de los tiempos de retardo de transmisión, la

recuperación de errores, la priorización, la interoperabilidad de los diferentes protocolos y otros parámetros de calidad.

2.- Red de telecomunicaciones integrada para una empresa de energía

Una red de este tipo se muestra en la figura 1. Asociada en forma directa con la “capa física” se disponen los sistemas de diálogo entre protecciones (teleprotecciones - TP), que generalmente se intercomunican punto a punto dentro de un mismo corredor o tramo de línea entre estaciones eléctricas. Las TP analógicas sólo utilizan el canal para la transmisión de órdenes que suceden raramente, durante menos de 1 segundo, permitiendo su uso por el resto de las señales la mayor parte del tiempo. Las TP digitales en cambio requieren un canal exclusivamente dedicado para mantener asegurado el sincronismo todo el tiempo.

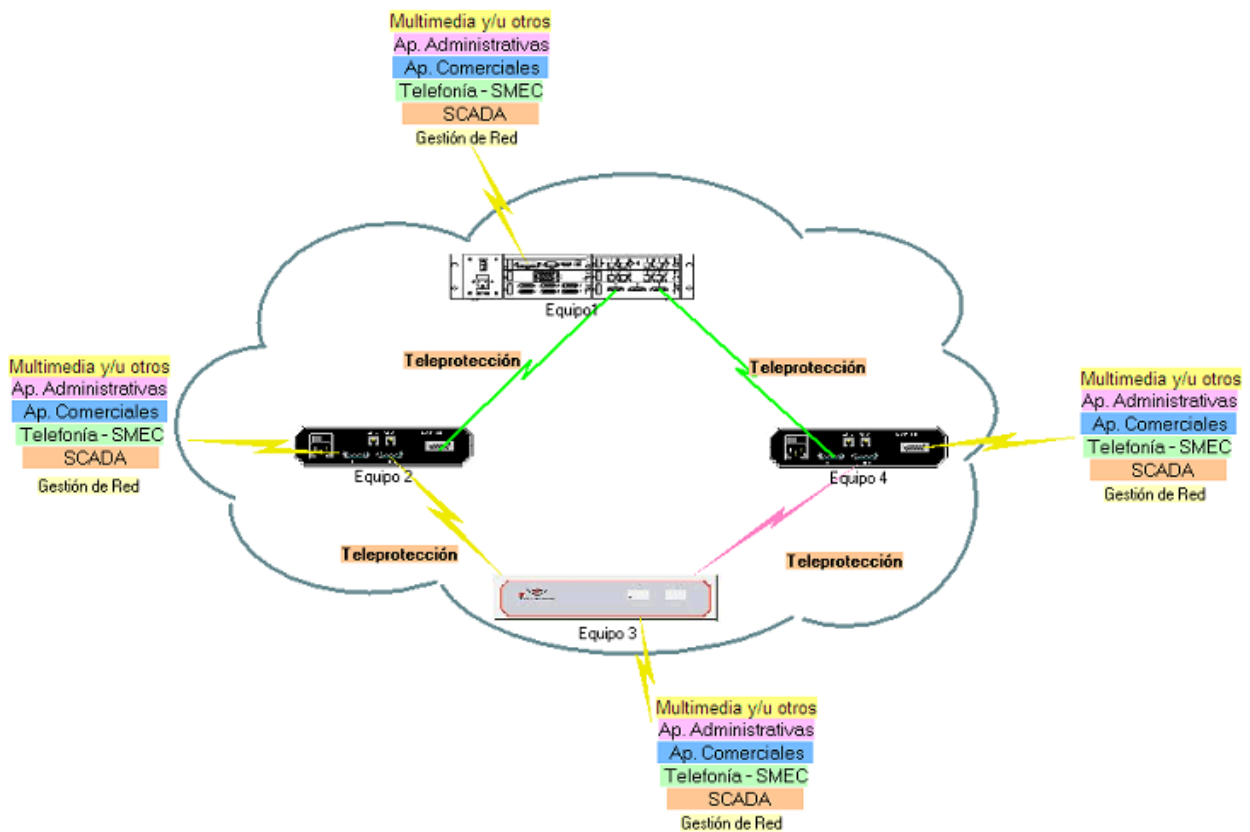


Figura 1

Sobre los mismos canales que llevan las TP analógicas, o bien sobre los restantes canales que acompañan a los de las TP digitales, se dispone un sistema de comunicaciones por conmutación de paquetes. Este cuenta con un protocolo de transporte de comunicaciones capaz de conmutar (enrutar) los paquetes de datos de las distintas aplicaciones: Gestión propia de la red; SCADA; Telefonía; Comerciales, administrativas. Cuando la capacidad de transmisión lo permite también se podrán transportar y conmutar otras señales, como televigilancia y teleconferencia, por ejemplo.

Para ello en los nodos de la red se debe contar con equipos conmutadores capaces de administrar los anchos de banda disponibles en los enlaces, adaptar y/o traducir los diferentes protocolos y formatos (analógicos a digital y viceversa, etc.). Deben contar además con uno o más protocolos de transporte de la señal adecuados, confiables, que respondan a estándares de la industria y con amplia difusión.

3.- El protocolo de comunicaciones

La elección del protocolo principal de comunicaciones, el de transporte entre nodos, obliga a la consideración de varios aspectos. Entre los más importantes tenemos los siguientes:

- ser un estándar de la industria, para garantizar interoperabilidad entre fabricantes y tipos de equipamiento
- tener mínimo retardo para el tráfico de tiempo real (voz, video, multimedia)
- tener un buen rendimiento de bits: relación entre bits de gasto propio y bits de la “carga útil”
- poseer la capacidad de priorizar el tráfico según su tipo y criticidad
- poseer mecanismos de tolerancia a fallos de los vínculos, estableciendo y reestableciendo automáticamente rutas alternativas que aseguren la confiabilidad
- estar ampliamente difundido entre los desarrolladores de equipos y aplicaciones.
- poseer mecanismos de seguridad y privacidad para disponer entre diferentes servicios y usuarios.

De los protocolos para red de área extendida (WAN) más difundidos y utilizados en el mercado estas premisas las cumplen, si bien con limitaciones, Frame Relay (FR) y el Internet Protocol (IP). El EPEN adoptó como protocolo de transporte el primero en la etapa inicial de la implementación (años 2000-2004) de la denominada Red Digital de Transporte (RDT).

Se disponía entonces de enlaces mayoritariamente analógicos, que fueron convertidos a digitales mediante modems en cada extremo, los que se conectaron a los puertos de enlace de los conmutadores FR. Las tasas de transferencia binaria en general escasas (14,4 a 64 kbps) imponían un sistema de conmutación de paquetes de mínimo gasto adicional de bits. La transmisión de voz digitalizada y comprimida sobre Frame Relay (VoFR) resulta más del doble de eficiente en gasto de bits que el protocolo IP. Pero siendo FR un protocolo de transporte de tramas (capa 2 del modelo OSI) sobre el cual es posible transportar luego el IP (capa 3) la interoperabilidad futura de la red con el último estaba asegurada. Ello justifica aquella elección.

En la actualidad los apéndices de extensión de la RDT se efectúan preferentemente sobre protocolo IP, interconectándose con la red FR a través de convertidores de protocolo (gateways) o bien viajando encapsulado sobre el último hasta llegar a otro conmutador IP.

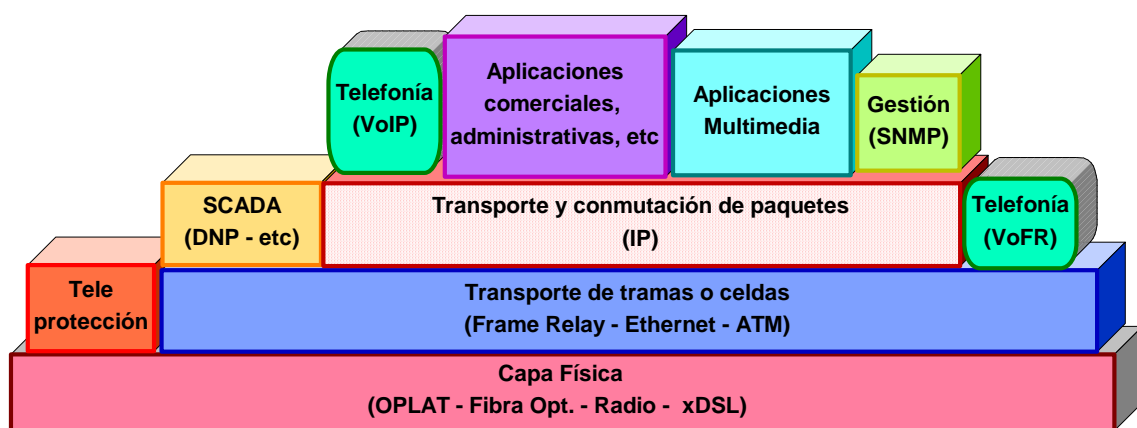


Figura 2

En la figura 2 se muestra la idea conceptual del “apilamiento” de protocolos y aplicaciones, de manera resumida y simplificada. Es útil destacar que sólo la capa inferior (física) corresponde a la infraestructura de equipamiento. El resto son programas específicos que gestionan la información digital recuperada de la señal, conforme las reglas específicas del protocolo que se indica.

Las capacidades del protocolo para priorizar el tráfico según su tipo y criticidad y la de poseer mecanismos de tolerancia a fallos de los vínculos son necesarias para asegurar la disponibilidad de servicios de la red. La primera permite asignar el ancho de banda disponible según las prioridades del tráfico, ralentizando o incluso interrumpiendo servicios no esenciales en preservación del tráfico de los que se configuren prioritarios (SCADA, PAX, Gestión, etc.).

La segunda capacidad permite aprovechar en forma automática los anillamientos de vínculo. Por ejemplo supongamos que los servicios del equipo 2 en el sistema de la figura 1 llegan al equipo 4 a través de los vínculos con el equipo 1. Ante la pérdida de alguno de estos vínculos o su calidad, o del equipo 1 mismo, se establecería un re-enrutamiento vía el equipo 3 y sus vínculos. Para volver a la asignación de tráfico planificada normal el sistema tiene que volver a la situación anterior en forma automática cuando la vinculación original se haya repuesto satisfactoriamente, para lo cual debe existir un monitoreo permanente de los vínculos y rutas caídas.

4.- Tecnología de la Red Digital de Telecomunicaciones del EPEN

Un esquema representativo de la Red Digital del EPEN se muestra en la figura 3, en la cual los grosores de los vínculos son proporcionales a sus anchos de banda, desde 14,4 kbps hasta 155Mbps, cubriendo distancias de hasta 400 km entre nodos no adyacentes. La topología de la misma es mayormente anillada permitiendo disponer de más de una ruta alternativa para cada troncal principal. Pero también existen ramales independientes en los cuales algunos servicios se anillan mediante una red arrendada a terceros (no incluidos en esta figura).

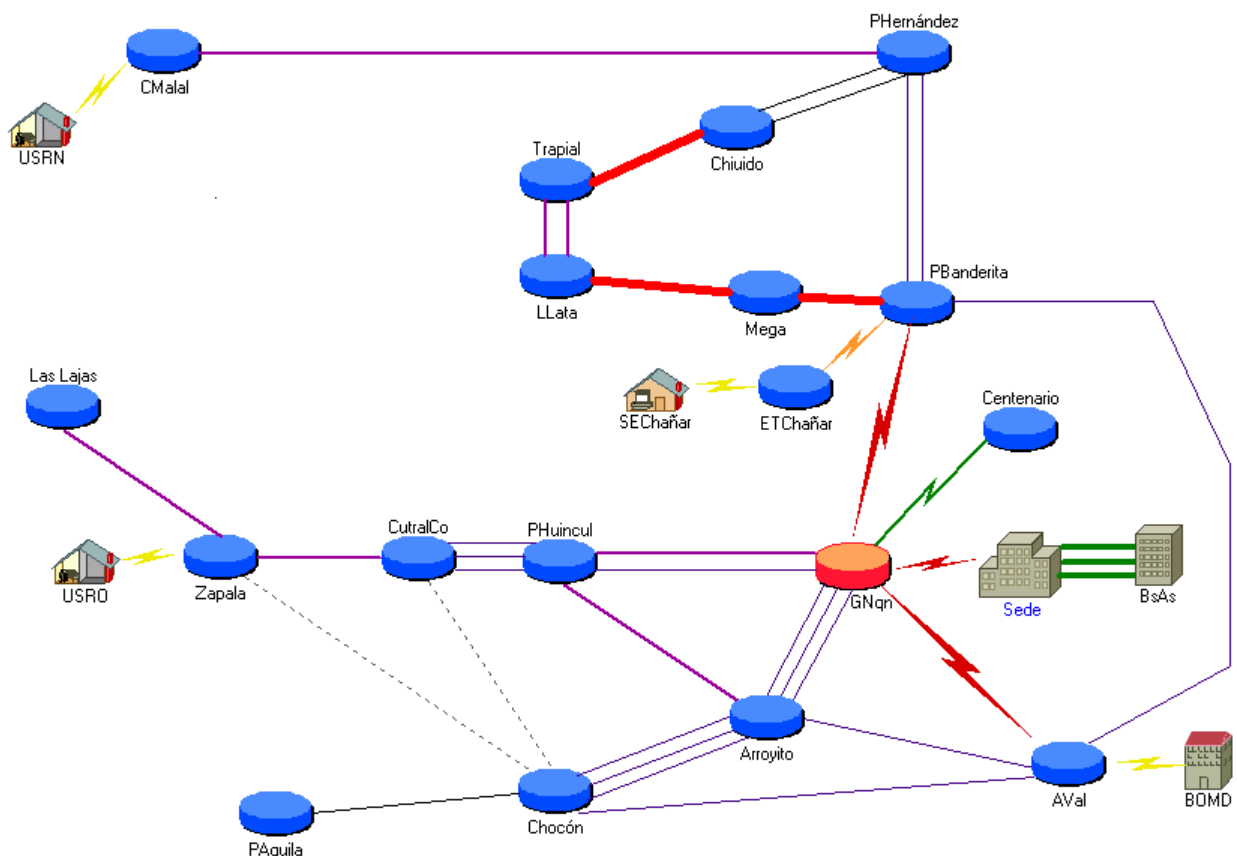


Figura 3

Cada nodo de la RDT se conformó con el siguiente equipamiento:

- equipo administrador de ancho de banda, que conmuta tanto datos como voz (telefonía)
- central telefónica, que surtiendo 16 o 32 internos se conecta a 4 u 8 troncales del equipo anterior
- modems para digitalizar enlaces analógicos

- fuente de energía asegurada (UPS)
- accesorios de conectividad (convertidores de interfaz V24/V35; V35/G703, etc)

En los nodos donde la RDT recibe conexiones IP se utilizan equipos con capacidad de conversión FR↔IP (administradores AB o routers).

Las nuevas extensiones de la red se vienen efectuando con enlaces de mayor ancho de banda (radios nxE1, SDH sobre fibra óptica, puentes de radio ethernet; modems xDSL) que permiten trabajar directamente con IP sobre Ethernet como protocolo de transporte, gestionando sobre el primero también la telefonía (VoIP). Esto permite prescindir de convertidores de protocolo para la mayoría de las aplicaciones, que siendo desarrolladas sobre IP logran conectividad directamente sin intermediación, como es requerido en el resto de la red FR. Adicionalmente se tiene la ventaja de la mayor variedad de equipos en un mercado más competitivo y por ende más económico.

En cuanto a los anchos de banda posibles de alcanzar dentro de la RDT esto siempre depende de la capacidad de los vínculos, que cuando son de fibra permiten establecer enlaces IP/Ethernet de 100Mbps y hasta 1Gbps a distancias de 100km o aun más.

Gran Neuquén (GNqn) es el nodo principal de la red así como del SCADA del sistema eléctrico de transmisión. En ese sitio la red cuenta con una de las consolas denominadas Nodos de Gestión de Red (NGR). La otra está ubicada en el edificio BsAs. Esto permite la supervisión y control simultánea de la red de telecomunicaciones, aunque no sobre el mismo equipo, obviamente, además de brindar tolerancia a fallas de uno de los nodos de gestión.

En el nodo Sede la RDT se interconecta con la red telefónica pública así como con la propia red telefónica corporativa por intermedio de centrales PABX digitales, lo que permite conformar una misma red privada (PAX) de numeración de 4 dígitos en toda la geografía abarcada por la RDT.

En Sede la RDT también se interconecta a la red corporativa o “intranet”, la cual le brinda acceso a los programas de aplicaciones de la gestión comercial, de la gestión administrativa, a servicios de red (intercambio y compartición de archivos, impresión remota, configuración remota, etc.) correo electrónico, Internet, y muchos otros. Donde la RDT tiene ancho de banda suficiente estos servicios son puestos a disposición de los usuarios a través de la misma. Hoy es el caso de BOMD, AVal, BsAs, Centenario, SEChañar. En el resto de los nodos la conexión a la Intranet se realiza a través de vínculos arrendados.

5.- Integración con redes de terceros

Cuando la infraestructura propia no abarca sitios de interés de la empresa (sucursales u otras oficinas) o no lo hace con capacidad de transmisión suficiente, se pueden arrendar vínculos a terceros. Estos vínculos pueden ser enlaces de fibra, cable de cobre, radio o en su defecto vía satélite. También los vínculos pueden arrendarse para ampliar la capacidad de transporte entre nodos de la propia red. Como ejemplo digamos que el EPEN tiene actualmente contratados más de 20 nodos vía satélite para llegar a las sucursales que no puede satisfacer con su infraestructura propia. Otra alternativa posible, con calidad y disponibilidad menos garantizadas, es la conexión del nodo remoto vía Internet de banda ancha estableciendo un “túnel” entre éste y el nodo de acceso a la Intranet que asegure la privacidad de la conexión. El protocolo IP tiene bien desarrolladas estas capacidades.

Es importante tener en cuenta que es factible confiar la conectividad necesaria a terceros, usualmente empresas de telecomunicaciones, siempre que estos posean recursos técnicos y

humanos adecuados para garantizar la calidad mínima aceptable y la empresa tenga elementos de supervisión y control de los servicios arrendados.

Conviene que el elemento de supervisión sea el mismo nodo de gestión de la red propia, para aprovechar la infraestructura y recurso humano existente. Es el caso del EPEN, en cuya consola del NGR se mantienen a la vista las pantallas de supervisión de la RDT y la RAESAC, como se llama a la Red de Área Extendida para Servicios Administrativos y Comerciales, que corre sobre vínculos mayoritariamente arrendada a terceros.

El elemento de “control” es para estos casos un adecuado sistema de penalización, aplicable cuando efectuado un reclamo ante el soporte de mantenimiento del prestador éste exceda el tiempo máximo fijado para la reparación del defecto, o bien la posibilidad de rescisión total o parcial del contrato en caso de acumularse registros de bajo desempeño. Las cláusulas de calidad de servicio deben ser claramente anticipadas en el pliego de condiciones de contratación (disponibilidad de servicio con una tasa máxima de error de bits, retardos y jitter máximos, número mínimo simultáneo de conexiones, otras), así como la forma en que serán medidas. Todo ello debe ser aceptado por el proveedor y debe constar en el contrato. También la forma en que serán efectivizadas las penalizaciones y la proporcionalidad de su monto (lineal o exponencial).

Cuando la calidad de la prestación está suficientemente asegurada sobre la base de estos supuestos se podrá entonces ir hacia una integración de ambas redes: privada y arrendada. Casos de este tipo se dan en los nodos de USRN y USRO (ver figura 3). En ellos la RDT es la que aporta desde los nodos CMal y Zapala respectivamente la vinculación telefónica PAX. A su vez los dos primeros aportan a los últimos los servicios de la Intranet, que llegan a USRN y USRO a través de la red arrendada (no expuesta en la figura). La conectividad entre emplazamientos se efectúa mediante vínculos de última milla tipo puente ethernet, gateways de telefonía IP y enrutadores.

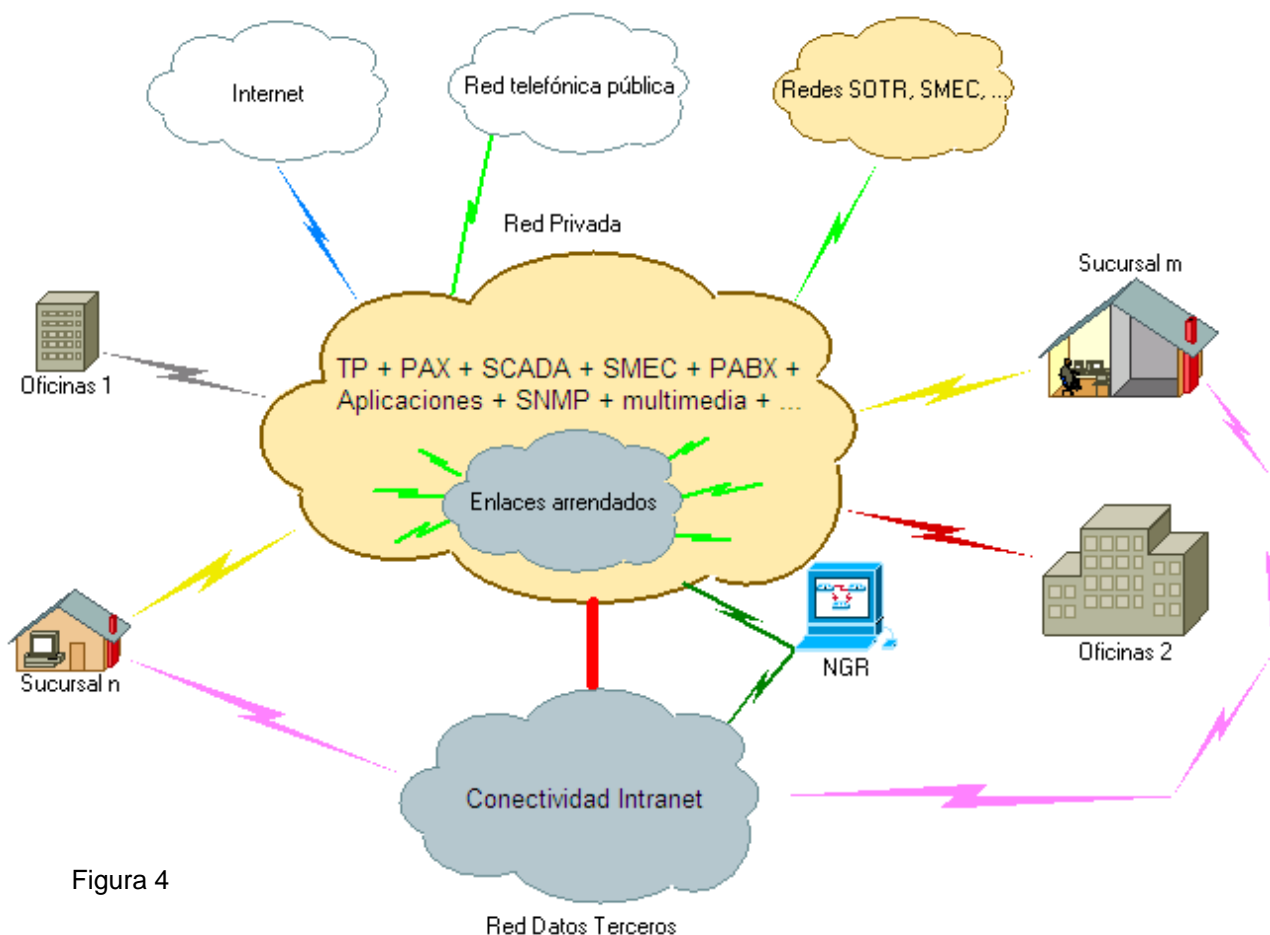


Figura 4

Otro ejemplo a señalar es que desde el centro del SCADA ubicado en el nodo de GNqn se puede telecomandar en forma de consola remota el sistema eléctrico de la ciudad de San Martín de los Andes, normalmente comandado mediante un centro de control local. En este caso también la señal viaja mediante la red IP vía satélite arrendada, y llega a GNqn gracias a la interconexión de la RDT con la Intranet corporativa, y ésta con la primera.

En la figura 4 se muestra un esquema global que resume estas consideraciones conceptuales. La red privada cuenta en su seno con vínculos propios y otros arrendados a terceros que le permiten asegurar la conexión de los nodos de transporte y conmutación. También cuenta con el auxilio exterior de terceros para vincular sucursales y otros emplazamientos. La red privada es la que se conecta a los servicios de la red Internet y de Telefonía pública, servicios que hace llegar hasta los nodos correspondientes mediante los recursos propios o de terceros. También se conecta con el Sistema de Operación en Tiempo Real (SOTR), SMEC y otras que reportan a la CAMMESA ya citada.

6.- Importancia de la supervisión y control centralizado

La supervisión y control centralizados desde un NGR es condición necesaria para la planificación, operación y mantenimiento de la red, tanto la propia como la privada. Desde el NGR se podrá verificar en todo momento “la salud” de los nodos y medir sus porcentajes de utilización, registrando estadísticas y disparando programas-herramienta de prueba.

Es importante la utilización del protocolo simple de gestión de red (SNMP), el cual permite una amplia información en tiempo real del desempeño del equipamiento, incluida la recepción de reportes automáticos (traps). Incluso existen terminales remotos capaces de reunir información y emitir comandos gobernados vía SNMP. De esta manera se puede disponer de una suerte de SCADA propio para la red de comunicaciones, que permitiera por ejemplo encender un refuerzo de climatización ante una alarma de temperatura de sala, o efectuar un reset externo remoto de un equipo en falla de lazo.

Por todo ello conviene adquirir equipamiento que al menos pueda reportar datos suficientes de supervisión bajo SNMP. Por la misma razón convendrá también establecer la obligación del prestador de los vínculos arrendados de permitir interrogación bajo SNMP del equipamiento utilizado para el servicio, al menos el de frontera con el cliente.

7.- Conclusiones del trabajo

La disponibilidad de una red de telecomunicaciones confiable y de capacidades satisfactorias es una necesidad de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, para sus sistemas de control, supervisión y adquisición de datos de la red eléctrica, sistemas de medición y registro remoto de potencia y energía; las aplicaciones de la faz comercial y atención de los usuarios; las aplicaciones de la faz administrativa; sistemas de vigilancia y seguridad de bienes y personas; nuevos instrumentos de telecomunicaciones (correo electrónico; acceso a Internet; mensajería SMS; videoconferencia, etc.), todos los que inciden con sinergia singular tanto en la estructura empresaria como en el funcionamiento de su organización.

La tecnología que permite la integración de todos estos servicios sobre una misma red de telecomunicaciones, conformada con recursos propios (privada), o de terceros (arrendados) o combinación de ambos ha madurado hasta un punto que permite su aplicación en las empresas de energía, manteniendo las necesarias independencias con un grado de seguridad suficiente.

De los protocolos para red de área extendida (WAN) más difundidos y utilizados en el mercado las premisas mínimas necesarias las cumplen Frame Relay (FR) y el Internet Protocol (IP). El primero va definitivamente cediendo ante el segundo, salvo cuando el ancho de banda es limitado. La predominancia de los protocolos IP abre la posibilidad de incorporar nuevas aplicaciones a costo menor que en el pasado, y disponer también de variedad y reducción del costo del equipamiento. Esto significa que las redes y los protocolos IP son las tecnologías que finalmente han hecho posible la convergencia de todos los servicios de telecomunicaciones en la misma plataforma tecnológica y en las mismas redes.

Las redes propias pueden implementarse a partir del equipamiento existente, convirtiendo enlaces analógicos en digitales mediante modems, e incorporando otros de tecnología digital moderna, anexando los equipos de transporte y conmutación digital. Es posible integrar la red privada con la arrendada a terceros para conformar virtualmente una misma red, sobre la base de tener asegurado el mínimo de disponibilidad y calidad de servicio, para lo cual se debe contar con mecanismos de medición, control y penalización.

Tanto para la planificación, supervisión, operación y mantenimiento de la red propia como la privada, resulta indispensable contar con Nodos de Gestión de Red (principal y respaldo). Desde el/los NGR se podrá verificar en todo momento “la salud” de los nodos y medir sus porcentajes de utilización, registrando estadísticas y disparando programas-herramienta de prueba.

Es muy conveniente la utilización del protocolo simple de gestión de red (SNMP), el cual permite una amplia información en tiempo real del desempeño del equipamiento, incluida la recepción de reportes automáticos (traps). Conviene adquirir equipamiento que al menos pueda reportar datos suficientes de supervisión bajo SNMP.

8.- Lecciones aprendidas

El EPEN ha aprendido de su experiencia en esta materia que es conveniente y necesario contar con una red privada de capacidad suficiente para satisfacer las telecomunicaciones requeridas por las funciones y aplicaciones que la empresa defina como críticas. Esta red se complementa con vínculos y/o redes arrendadas a terceros para alcanzar sitios aun no cubiertos o que no conviene cubrir con la red propia.

Lograr la disponibilidad de calidad y servicio de las redes arrendadas requiere de una fluida comunicación y entendimiento con el proveedor, que debe ser seleccionado privilegiando experiencia comprobada en la materia y disponibilidad de recursos técnicos y humanos en la zona de prestación. Las mediciones de calidad y penalizaciones aplicables deben estar claramente señaladas desde el comienzo, y aplicarse en tiempo y forma.

El crecimiento de la red privada conviene efectuarlo con capacidad ampliamente vacante, ya que la demanda de nuevas y más poderosas aplicaciones es permanente y se torna, en justificados casos, impostergable.

Para planificar, operar y mantener una red privada de telecomunicaciones resulta necesario contar con personal calificado. Pero también se requiere para gestionar adecuadamente la red y/o enlaces arrendados, si bien en menor número.

Los programas de aplicación adquiridos o diseñados para la empresa, industriales y no industriales, pueden presentar problemas de desempeño según el tipo de medio de telecomunicación y la variación de retardos, jitter y tasas de error que ello conlleva.

Resulta conveniente contar con un presupuesto anual para ampliación de la red privada, compensado por los ahorros producidos en arriendos así como en la mayor productividad que pueda producir en la empresa.

9.- Recomendaciones

Incorporar definitivamente en la “agenda” de los temas centrales de la empresa el aseguramiento de una red fiable de telecomunicaciones. Esto implica una adecuada inserción en el organigrama de la unidad encargada de planificar, operar y mantener dicha red y dotarla de los recursos humanos y técnicos suficientes y calificados.

Invertir en la implementación de la red propia de la empresa, complementando la infraestructura privada con la de terceros calificados.

Seleccionar los prestadores sobre la base de su solvencia técnica y financiera (para afrontar imponderables de incumbencia) y mantener una fluida comunicación con sus responsables de ingeniería, operación y mantenimiento.

Formar en el proveedor conciencia sobre las exigencias propias de las empresas de energía, que producen un bien que debe consumirse en el momento que se produce sin poder almacenarse, en el marco de una interconexión que conlleva responsabilidades internas y externas a su directa incumbencia. Lograr la comprensión y compromiso con la criticidad de los servicios que inciden en su funcionamiento y que el proveedor presta.

Debe ser requerida en los programas de aplicaciones, tanto de tipo industrial y no industrial, amplia tolerancia a la variedad de protocolos y vínculos posibles de aplicar.

---0---