

Redes de Próxima Generación en Cuba: implementación y experiencias

Versión de la ponencia del mismo título presentada en el III Seminario Internacional de Telecomunicaciones que sesionó durante la XII Convención y Exposición Internacional, Informática, La Habana, 2007.

Por MsC. Alberto J. García García, Especialista Principal Grupo I+D, Planeamiento Operativo, Unidad de Negocios Red, ETECSA
alberto.garcia@etecsa.cu

Introducción

Desde hace más de cien años, las redes de conmutación de circuitos han dominado el panorama de las comunicaciones para el servicio de voz y, en los últimos 50 años, han sido utilizadas como soporte para la transmisión de datos. Sus componentes han evolucionado, pero su esencia sigue siendo la misma: una etapa de control, una matriz de conmutación, interfaces de línea —lado abonado— y tarjetas de troncos —lado central—. Los circuitos son tomados durante el tiempo de duración de la comunicación y el ancho de banda queda comprometido con un solo usuario.

En los últimos años, la creciente utilización de redes de conmutación de paquetes y el desarrollo de tecnologías para integrar voz, datos y video en un solo medio, han dirigido los esfuerzos hacia el desarrollo de aplicaciones y servicios soportados por el IP —*Internet Protocol*/Protocolo de Internet—, que dotado de calidad de servicio para aplicaciones en tiempo real, ha permitido el proceso de integración de redes, anteriormente separadas, dando lugar a lo que se conoce como NGN

—*Next Generation Networks* / Redes de Próxima Generación—.

Esta red debe suministrar sobre un único acceso a las instalaciones del usuario, múltiples aplicaciones —voz, datos y video—, a múltiples dispositivos, tanto fijos como móviles, utilizando tecnología de acceso de fibra, cobre o inalámbrica.

Haciendo una analogía entre la NGN y la red de conmutación de circuitos, la inteligencia de la central se concentra ahora en los denominados *Softswitch*, que son los órganos de control del sistema, las tarjetas de líneas y de troncos son suplantadas por pasarelas o MG —*Media Gateways*— que hacen una traducción de formatos de circuitos a paquetes, y viceversa. Lo que antes constituía la matriz de conmutación de una central es sustituida por una capa de conmutación de paquetes, compuesta por redes de *routers* con capacidades de priorización de tráfico y aptas para soportar protocolos con el fin de ofrecer las clases de servicio que demanden las aplicaciones. Por último, los dispositivos propiamente IP, denominados *host*, pueden conectarse directamente a la nube IP.

Hasta ahora han coexistido las redes móviles, fijas y de datos, cada una con su red de gestión, y sus procedimientos de operación, administradas de forma independiente. Las NGN, al tener una estructura de transporte común así como una capa de control y de servicios centralizada, permite la integración, haciendo que disminuyan los costos generales de explotación de la red.

Arquitectura de las Redes de Próxima Generación

NGN define una estructura de cuatro capas (ver Figura 1). La capa de acceso, constituida por *Media Gateways* (MG), convierte los flujos de medios y de señalización en flujos de tráfico IP. Los MG pueden ser troncales, para interconectarse con la red pública —*Public Switched Telephone Network* (PSTN)—; de acceso, para abonados; o de señalización, que pueden estar en puntos de la red específicos o incorporados dentro del MG troncal. Los MG tienen capacidades *dual homing*. Significa que cada uno de ellos puede

estar registrado en dos *Softswitchs* diferentes, por redundancia. Residen además en esta capa: puntos de acceso Wi-Fi o IAD —Dispositivo de Acceso Integrado— de hasta 48 abonados. A la capa de acceso se conectan todo tipo de terminales: teléfonos POTS —*Plain Old Telephone Service*—, H323/SIP, celulares de segunda y tercera generación, computadoras con software para ejecutar llamadas telefónicas, así como dispositivos de seguridad, denominados cortafuegos o *firewalls* que se ubican en los bordes de red que haya que proteger, tales como portales residenciales, corporativos o en el núcleo NGN.

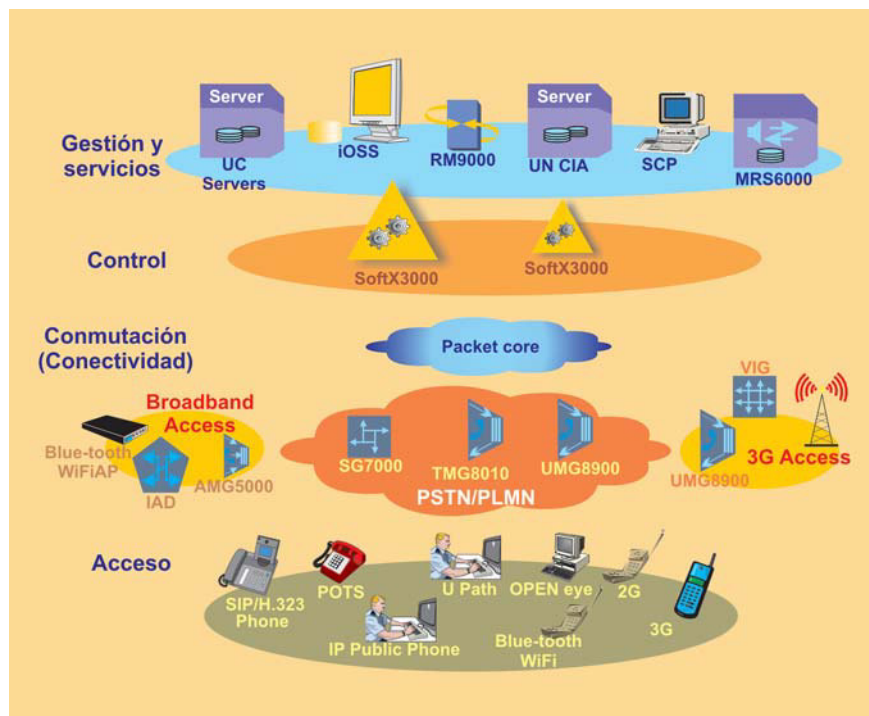


Figura 1 Arquitectura NGN. Fuente: Huawei, 2006

La capa de conmutación de paquetes facilita conectividad a todos los dispositivos de la red. Básicamente es una red de *routers* con funcionalidades para suministrar calidad de servicio (802.1p, q), soportan VLAN —LAN Virtuales—, VPN L2-L3 —Redes Privadas Virtuales a Nivel 2 ó 3—, MPLS —Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas—, entre otras.

En la capa de control reside la inteligencia de la red, concentrada en los *Softswitchs*, que controlan MG, asignan recursos, controlan la llamada y los protocolos de señalización, por ejemplo, los procesos de autenticación y facturación, control de la base de datos de abonados y de los GW asociados así como del árbol de análisis de rutas, para el enrutamiento de llamadas hacia el resto de la red.

La capa de gestión y servicios provee soporte de operación de comunicaciones y servicios de valor añadido. Está integrada por servidores de aplicaciones que manejan la lógica de los servicios y contienen las API —*Application Program Interface*/Interfaces de Programa— para nuevas aplicaciones; servidores de políticas de abonados, con controles de listas de acceso, ancho de banda, tráfico y calidad de servicio; servidores de recursos multimedia, que realizan el procesamiento para

videoconferencias e incluye a las Máquinas de Anuncios Vocales —*Interactive Voice Response (IVR)*— para informar sobre destinos inalcanzables, rutas no existentes, infructuosidad de la llamada, servidores para provisión de servicios —altas, bajas, traslados— y para controlar funciones de mantenimiento del sistema, entre las más destacadas.

Implementación de NGN en Cuba

En el año 2005, ETECSA se vio motivada a iniciar un cambio en sus redes por los requerimientos de expansión de sus líneas telefónicas y de datos. Se iniciaron una serie de pruebas de campo con tecnologías NGN de diversos proveedores para evaluar la factibilidad de su empleo. A inicios del 2006, se decidió llevar a cabo el proceso de implementación y se comenzó por establecer un núcleo NGN, y un primer Nodo de Acceso Multiservicio —*Multiservice Access Node (MSAN)*— en Ciudad de La Habana.

Nodo de Acceso

En el primer semestre del 2006, se instaló un Nodo de Acceso Multiservicio (MSAN), que sustituyó a una Unidad Remota de Abonado (URA) de una central de conmutación tradicional. Para dimensionar el hardware del nodo, se hizo un estudio de la zona, de los tipos de servicios y su cantidad para calcular la cantidad y tipo de tarjetas, debido a que existen tarjetas de línea diferentes para conectar abonados convencionales, estaciones públicas y abonados de voz y datos. El control de la llamada entre el MSAN y el *Softswitch* se produce mediante señalización H248.

Cada abonado de VoIP —*Voice over IP*— se identifica en el *Softswitch* por la dirección IP del MSAN en combinación con el identificador de terminación y el puerto de aplicación. De esta forma, con una única dirección IP, la del MSAN, se da servicio a todos los abonados.

Al MSAN se le han declarado todas las codificaciones típicas para el servicio de voz —serie G.UITT— aunque la codificación preferente utilizada es G729, con una razón de codificación de 8 kbps, que se traducen en 24 kbps en línea, debido a que a los 20 bytes del paquete de voz se suman los 40 bytes de encabezados de los protocolos RTP — *Real Time Protocol*/Protocolo de Tiempo Real—, UDP — *User Datagram Protocol*/Protocolo de Datagrama de Usuario— e IP — *Internet Protocol*/Protocolo de Internet—. En este caso se ahorra ancho de banda.

Si se transmiten datos por el canal telefónico mediante módems o se hacen transmisiones de fax, la codificación cambiará automáticamente a G.711 (64 kbps), que se convierten en 80 kbps en línea, debido a que el paquete de voz tiene ahora 160 bytes y se suman 40 bytes de los encabezados ya descritos. En este caso no se ahorra ancho de banda (ver Figura 2).

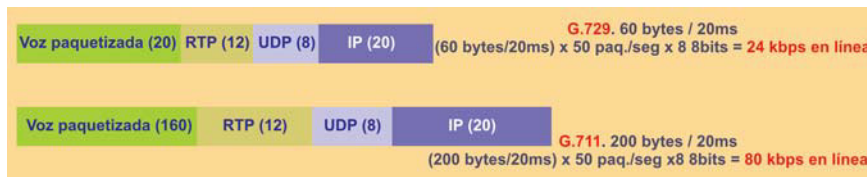


Figura 2 Codificaciones más empleadas en el MSAN

Las salidas de los codificadores de voz y datos son independientes y tienen redundancia. Si una falla o detecta fallo en el elemento siguiente, conmuta a la reserva y los paquetes de voz conmutan a la ruta alterna.

La conexión del MSAN con el núcleo NGN se hizo mediante flujos E1 a través de la red SDH —*Synchronous Digital Hierarchy*/Jerarquía Digital Síncrona—, con dos *routers* sirviendo de interfaz. Entre ellos se hizo correr un protocolo de redundancia virtual (VRRP), simulando uno solo desde el punto de vista lógico, definiendo uno master y uno esclavo. En caso de falla

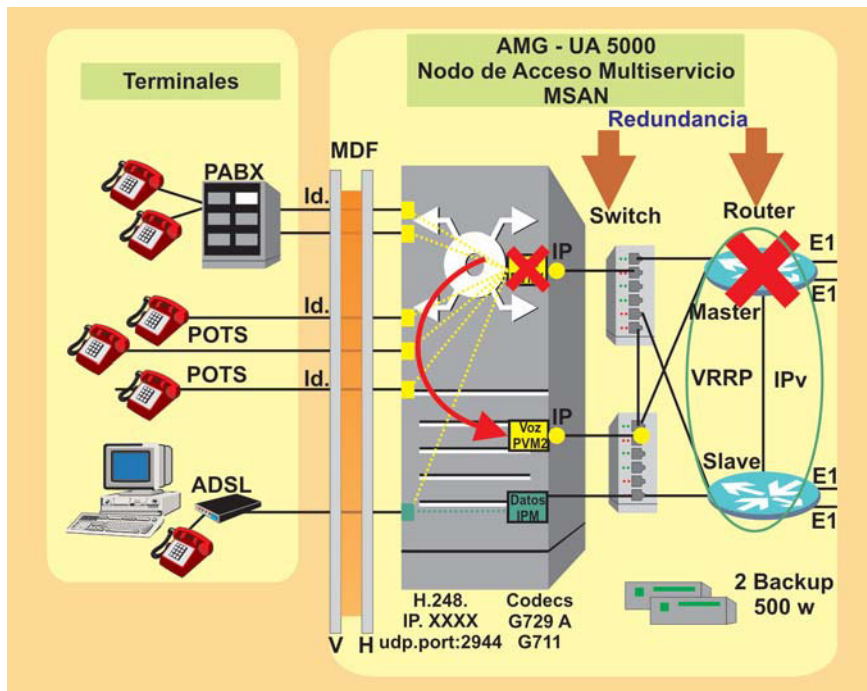


Figura 3 Nodo de Acceso (MSAN)

de un *router*, el que queda en servicio asume la función de master y los paquetes de voz salen por sus interfaces.

Ancho de banda para la transmisión entre el nodo y el núcleo NGN

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- ♦ Tráfico generado por los abonados por cada tipo de servicio: 0,15 erlang / abonado residencial; 0,8 erlang / abonados de Estaciones Públicas.
- ♦ La distribución de abonados dentro del MSAN.
- ♦ Tomando estadísticas de tráfico existentes, se estimó que el 20 % del tráfico generado era local en el nodo y que el 80 % era entrante al núcleo NGN.
- ♦ Tipos de codificaciones empleadas —G.711, G.729, G.723—.
- ♦ Duración de paquetización: (10 y 20 ms) y eficiencia de codificación: 99,5 %.
- ♦ Para la señalización con el *Softswitch* se estimó un consumo de ancho de banda de un 1 %.

Con estos elementos, se calculó el ancho de banda necesario para los servicios de voz, que fue de 4,51 Mbits. Teniendo en cuenta que los abonados asociados al nodo consumen alrededor de 4 Mbits para la transmisión de datos (2 E1), se dimensionaron 4 E1 para el transporte de todo el servicio de voz y datos, aunque en una primera fase circulará sólo tráfico de voz.

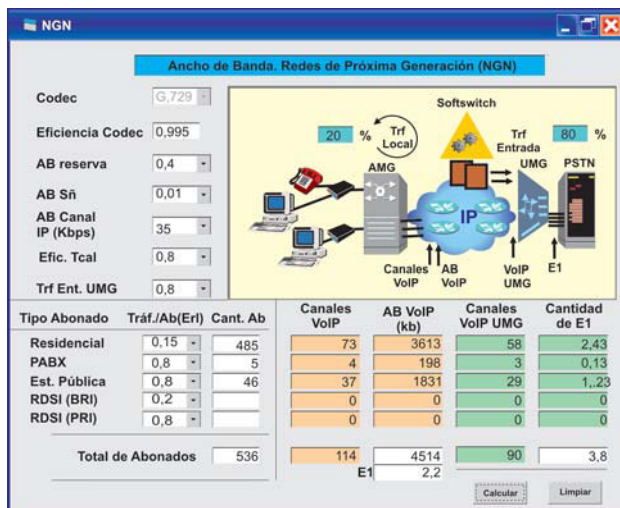


Figura 4 Software elaborado para agilizar el cálculo del ancho de banda de transmisión

Ruta de transmisión

En el enlace de transmisión entre el MSAN y el UMG —Pasarela de Medios Universal—, se hizo correr el protocolo OSPF —*Open Short Path First*— entre los 4 *routers* para mantener la información de estado de enlaces en las rutas. En caso de falla de un *router*, mediante OSPF se informa a los restantes de que no se van a recibir más paquetes por su interfaz.

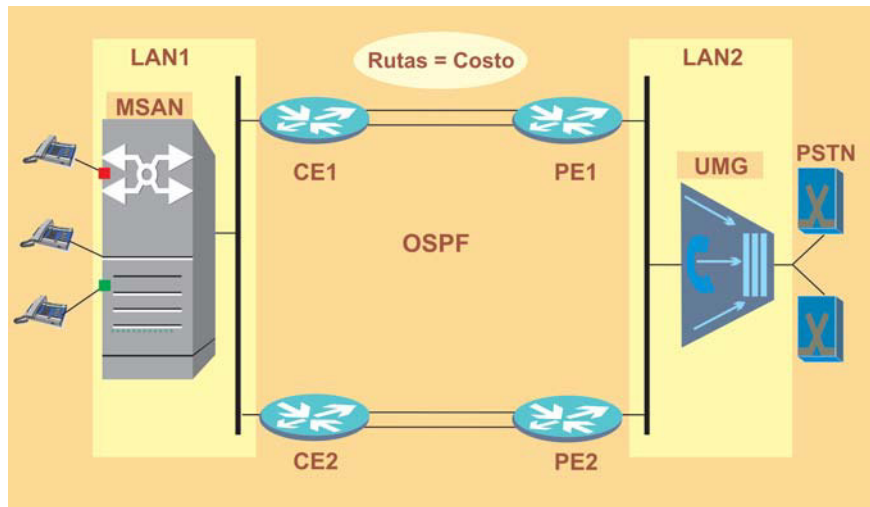


Figura 5 Balance de carga propuesto para la ruta de transmisión

El objetivo es lograr un balance carga por conexiones, para que paquetes de una misma llamada sigan siempre una misma ruta y la llamada siguiente tome la ruta alterna. Esto evita variaciones en la demora que deterioren la calidad del servicio percibido y se garantiza configurando en los *routers* el protocolo OSPF con igual costo entre rutas, y simular igual número de saltos. En realidad todos los paquetes llegan primero a CE1 por estar configurado en el protocolo VRRP como master y se siguen las trayectorias: MSAN-CE1-PE1-UMG por arriba, y por debajo: MSAN-CE1-CE2-PE2-UMG.

Esta configuración no funcionó de la forma prevista después del corte, debido a problemas simultáneos que se sucedieron con el aumento de la carga de tráfico con más de 550 abonados en servicio, que incrementó la carga de los procesadores de los *routers* con varios protocolos a la vez.

La configuración del balance resultó por porcentajes de carga y no por conexiones. Esto provocó desbordamiento de *buffers* de los *routers*, pérdidas de paquetes y consumo de ancho de banda superior al planificado, aunque nunca por encima de la capacidad de transmisión en servicio. Los picos máximos alcanzaron alrededor de 6,5 MB y se encontraban instalados 4 E1 (8,192 MB). Hubo quejas de usuarios, y estas condiciones obligaron a simplificar la ruta de transmisión y prescindir de la redundancia automática.

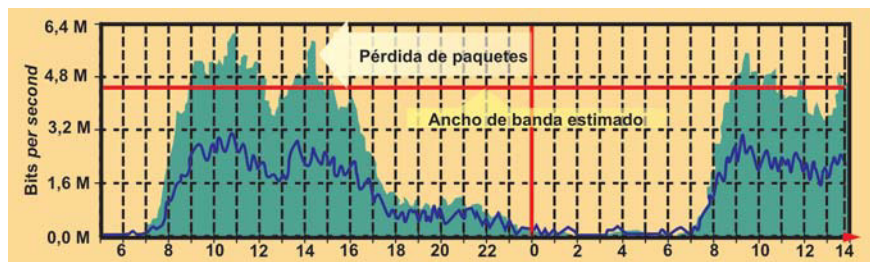


Figura 6 Consumo de ancho de banda medido con herramienta MTRG

Posteriormente al corte, se montó un laboratorio con una maqueta y 6 *routers*, 4 simulando la transmisión y 2 en los extremos con Gateway GW H323 incorporados simulando sustituir AMG y UMG. Se trabajó hasta obtener las configuraciones que debían haber tenido los *routers* para su funcionamiento correcto. La figura 7 muestra paquetes de dos llamadas simultáneas con puertos origen distinto generadas desde el GW A —simula AMG—, que llegan a la tarjeta de red GWB —simula UMG— por dos vías diferentes.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info.
6	0.026262	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
12	0.056277	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
18	0.086132	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
24	0.116138	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
30	0.146138	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
36	0.176143	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source

▸ Frame 12 (84 bytes on wire, 84 bytes captured)
 ▾ Ethernet II, Src: 00 : e0 : fc : 24 : ca : b5, Dst: 00 : e0 : fc : 7d : 13 : c

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info.
3	0.007544	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
9	0.037526	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
15	0.067522	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
21	0.097494	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
27	0.127504	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source
36	0.157531	172.16.1.10	172.16.2.10	UDP	Source

▸ Frame 9 (84 bytes on wire, 84 bytes captured)
 ▾ Ethernet II, Src: 00 : e0 : fc : 21 : 4b : 07, Dst: 00 : e0 : fc : 7d : 13 : c2

Figura 7 Resultados obtenidos con el Ethereal del balance de carga

Direccionamiento IP

La UNTSW —Unidad de Negocios de Tecnología y Software— asignó un bloque de direcciones IPv4 —Versión 4 de IP— de una red clase A con *subnetting*, para que fuera posible la implementación de NGN. Se reservaron direcciones para todo el equipamiento NGN, los *routers* y las diferentes LAN —núcleo, nodo y las aplicaciones asociadas a NGN—. Posterior al corte, se realizó un estudio del direccionamiento, y se hizo una propuesta de distribución de las direcciones IP.

Núcleo de la Red de Próxima Generación (NGN)

El núcleo NGN contiene al *Softswitch*, que realiza el control de las llamadas, el procesamiento de los protocolos multimedia como SIP y H323, y de los no multimedia, como H248 y MGCP —*Media Gateway Control Protocol*—, tiene el control de las bases de datos de abonados para decidir si se autoriza poner una llamada, genera los tickets de facturación, que son almacenados en los servidores, tiene las bases de datos de configuración de los GW conectados a él, contiene el árbol de análisis de la numeración para enrutar las llamadas hacia

los destinos finales, entre otras funciones. Además se encuentran servidores asociados al *Softswitch*, como los de facturación, de operación y mantenimiento, de gestión, IVR, etc., además de *firewalls* de seguridad para proteger el equipamiento concentrado en el núcleo, y *switches* como interfaces de conexión de redes externas.

El UMG está fuera de los *firewalls* para que los paquetes de voz no sufran demoras innecesarias. El UMG tiene el MG de señalización incorporado, y maneja M2UA, por lo tanto, se han definido puntos de señalización entre el *Softswitch* y las centrales *tandems* de la red pública. El sincronismo de la red NGN se tomó de la red SDH.

Durante el proceso de instalación se solucionaron en los problemas de climatización existentes en el local del núcleo así como el aseguramiento energético independiente para NGN, con un bastidor PDF —*Power Distribution Frame*— para la distribución de corriente directa a todo el equipamiento, conjuntamente con un panel de distribución de corriente alterna para alimentar las PC existentes.

El UMG se interconecta a la PSTN a través de flujos E1, dividiendo tráfico hacia las centrales *tandems* de la red pública al 50 %.

Se instalaron dos aplicaciones adicionales acopladas a la NGN: varios GW con protocolo SIP dando servicio a una zona rural a través de un sistema de radio WiMAX y videoteléfonos H323, a través de la red ATM/FR de Cubadata.

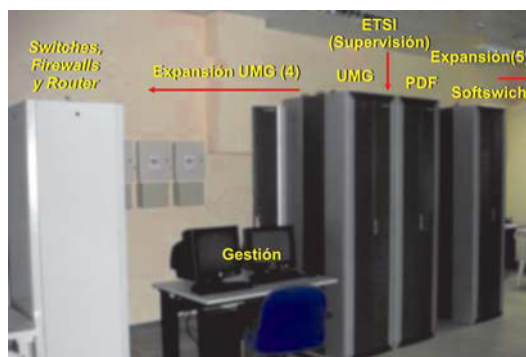


Figura 8 Vista de la instalación de NGN

Se instalaron teléfonos extrarradios con numeraciones de la localidad donde se encuentra el nodo para ejecutar pruebas remotamente. Se utilizó un flujo E1 dedicado entre el núcleo y un sitio remoto donde se encuentran servidores para movimiento de abonados —altas, bajas, traslados—, almacenar trazas de los *firewalls* para su análisis y de facturación.

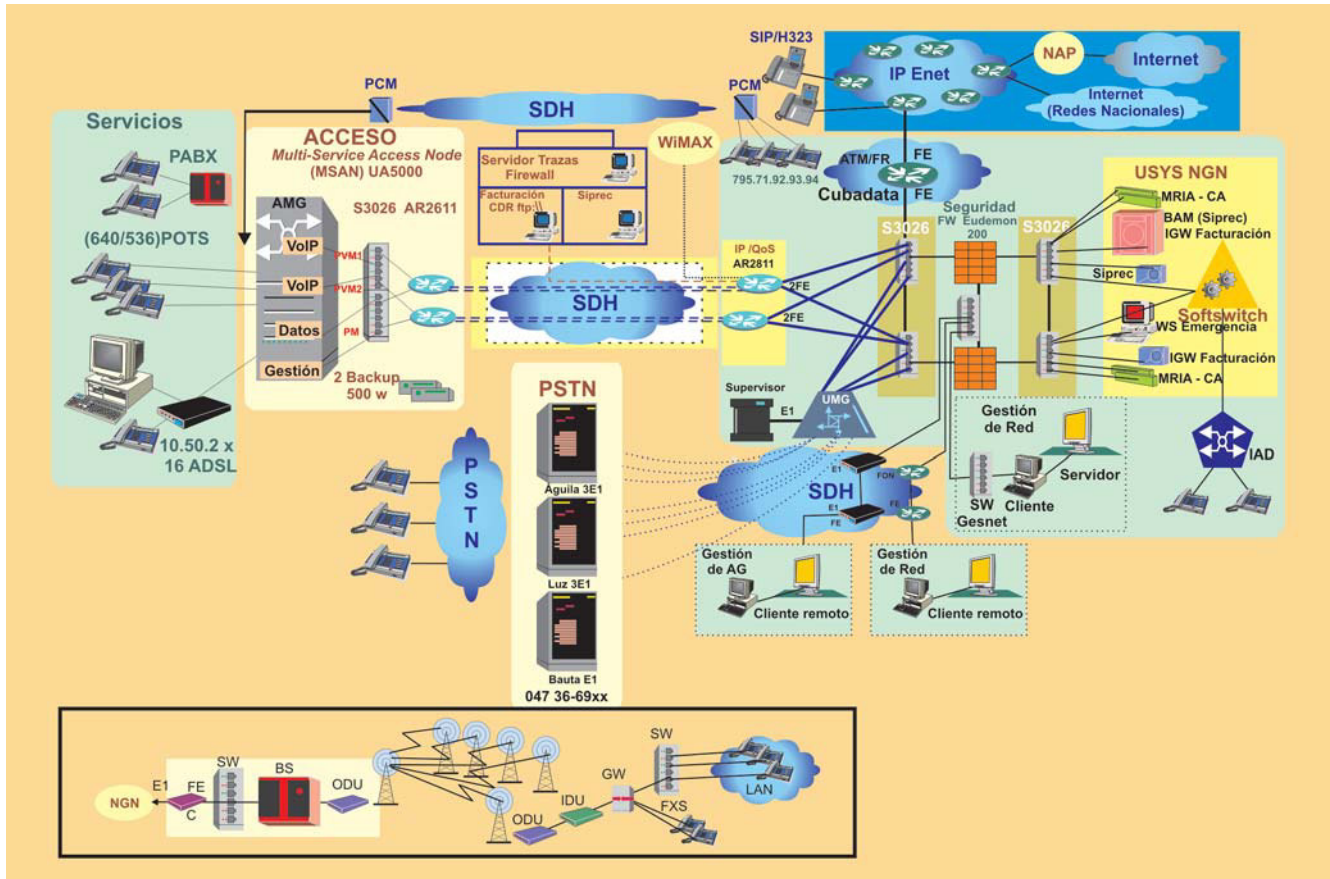


Figura 9 Esquema de implementación de NGN

Seguridad

Conforme a la recomendación de seguridad UITT X.805 para redes NGN, se comprobó la conmutación de tarjetas activas/*standby* del *Softswitch*, UMG y AMG. Las PC que intervienen en el sistema de gestión fueron habilitadas con Windows 2000 y parcheadas convenientemente, definiendo además en los *firewall* direcciones IP, MAC y puertos, de los dispositivos que pueden acceder al sistema, además de listas de acceso y restricciones para garantizar políticas de seguridad. Se prevé las pruebas del protocolo IPsec —*Internet Protocol Security*/Seguridad IP— y VPN —*Redes Privadas Virtuales*— cuando se expanda el escenario de implementación.

Expansión de NGN

Como parte del plan de modernización y expansión del servicio telefónico a partir del 2006, se comenzó un proyecto para dar servicio al suroeste de Ciudad de La Habana, donde habrá presencia en una serie de

sitios, de Nodos de Acceso Multiservicio (MSAN), hasta alcanzar cifra de 20 000 líneas, apoyándose en la naciente red IP-MPLS que la Unidad de Negocios de Datos se encuentra implementando.

Para materializar este propósito, en coordinación con la Unidad de Negocios de Datos, se han definido los Puntos de Presencia (POP's) del *backbone* IP/MPLS, donde se entregaría el tráfico IP para ser transportado, en dependencia siempre de las capacidades de ancho de banda disponibles. Durante el 2007 se ha trabajado en dicha expansión y se han logrado instalar alrededor de 16500 líneas que sustituyeron a dos centrales analógicas.


Actualmente existe una diferenciación de equipamiento NGN en cuanto a las redes fijo-móvil. Se aspira a un equipamiento universal que cubra ambas demandas en cuanto a *Softswitch*, UMG, Software de Gestión, y otros dispositivos, para minimizar los costos de inversión, operación y mantenimiento, y dar un paso más hacia la convergencia de redes y servicios.

Conclusiones

1. La expansión de NGN en Cuba impone un nuevo enfoque en la explotación de la red de telecomunicaciones, debido a que se solapan las fronteras entre conmutación, transmisión, datos, gestión, etc.

2. Se requieren de nuevos conocimientos en temas de seguridad de redes, porque se moverá tráfico IP, en temas de direccionamiento IP, para realizar una ejecución ordenada, la seccionalización de interrupciones requerirá de mayor precisión porque coexistirá tráfico de voz y de datos. Especial atención requerirán los temas de implementación de redes privadas virtuales que garantizarán la privacidad dentro de un medio compartido y serán parte de los mecanismos de seguridad de la propia red, así como los de Calidad de Servicio (QoS) para optimizar los recursos disponibles y mantener la estabilidad del servicio.

3. También se presentaron problemas que constituyeron experiencias para las implementaciones que han de ponerse en explotación.

4. La implementación realizada, que está en servicio desde junio del 2006 demostró que es posible comenzar a transitar hacia una red de conmutación de paquetes, utilizando eficientemente el ancho de banda, disminuyendo los costos, y agilizando la puesta en servicio del equipamiento. 

Bibliografía

- Quidway Eudemon 200 Firewall*. Huawei, 2005.
- Session Control and Interworking Gateway Operation*, 2006.
- SG7000 Technical Manual*, 2005.
- UA5000 Technical Manual Universal Access Unit*. Huawei, 2005.
- UMG8900 Hardware System (R003) ISSUE2.0*. Huawei, 2005.
- U-SYS MRS6100 Operation Manual*
- VPN. Principle and configuration*. Huawei, 2005.