Evolución de las redes de transporte basadas en SDH

Lic. Miguel de los Santos González Ciarreta, Especialista de Tx, Centro de Formación Nacional, ETECSA, y Profesor Auxiliar Adjunto, ISPJAE
miguel.ciarreta@etecsa.cu

Introducción

En las redes soportadas sobre tecnologías basadas en conmutación de circuitos, que hacen un uso ineficiente de su ancho de banda global, se está produciendo el agotamiento de las capacidades de su infraestructura debido al incremento del tráfico de datos en redes de mediano y largo alcance, y al sobredimensionamiento de las protecciones de los circuitos.

La migración hacia tecnologías orientadas a paquetes, como Ethernet, se vislumbra como la mejor alternativa para multiplicar las capacidades de las actuales infraestructuras, a pesar de que no garantizan la mayoría de los parámetros necesarios para la obtención de calidad en el servicio tales como: disponibilidad, pérdida de tramas, reordenamiento de tramas, duplicación de tramas, retardo de tránsito y tiempo de vida de la trama, además de los "cuellos de botella" que se originan en las MAN —*Metropolitan Area Network*—.

Los recortes de presupuestos y amortización de cuantiosas inversiones realizadas dificultan la expansión de nuevas inversiones; de ahí que se plantean variantes que permiten asimilar mayor cantidad de tráfico o soportar los nuevos servicios, por ejemplo:

- expandir más equipamiento y fibra óptica que doten a la red de mayores capacidades o recursos; pero tecnologías como SDH —*Synchronous Digital Hierarchy*/Jerarquía Digital Sincrónica— y ATM —*Asynchronous Transfer Model*/Modo de Transferencia Asíncrono—tienen un precio muy elevado en equipamiento, instalación y mantenimiento.
- La tecnología WDM —*Wavelength Division Multiplexing*/Multiplexación por División de Longitud de Onda— es muy cara actualmente.
- Utilizar tecnologías orientadas a paquetes que transportan más eficientemente el tráfico de datos, pese los inconvenientes —las que no tienen implementado el sistema de protección ante averías o las que no garantizan la mayoría de los parámetros necesarios para la obtención de calidad en el servicio, por ejemplo, disponibilidad, pérdida de tramas, reordenamiento y duplicación de las mismas, retardo de tránsito y tiempo de vida de la trama—.

Por lo tanto, la solución inmediata es la adaptación de las redes actuales a los nuevos servicios y, en un plazo mayor, continuar la evolución de las

tecnologías ópticas de las redes de transporte; lo que impone el uso y explotación de una nueva generación de equipos de transporte (SDH-NG).

Antecedentes para el uso de la tecnología SDH-GN en Cuba

Entre los principales antecedentes pueden enumerarse los siguientes:

- tendencia mundial hacia el paso de la tecnología SDH-NG;
- existencia de una red de transporte SDH soportada por una amplia red de cable de fibra óptica, ramificada a los largo y ancho del país, con un *backbone* nacional a 2,5 Gbps (ver Figura1);



Figura 1 *Backbone* nacional

- implementación de un *backbone* IP/MPLS —*Internet Protocol/ Multiprotocol Label Switching* – Protocolo de Internet/Conmutación mediante Etiquetas Multiprotocolos—;
- aplicación de la capa de control en centrales de conmutación (*Soft-Switch*);
- ampliación de la red móvil y la de datos, así como el incremento de canales de televisión;
- confiabilidad de la red mediante el cierre de los anillos nacionales y algunos provinciales;
- posibilidad de conexión internacional con fibra óptica.

Todo esto genera demandas de capacidades y de nuevas interfaces para los nuevos servicios.

La razón de ser del desarrollo de SDH-NG ha consistido, primero, en encontrar un **método de encapsulado simple** que sea capaz de acomodar cualquier paquete de protocolo; y segundo, en la necesidad de **optimizar el ancho de banda**; lo cual significó que se requiriera de una nueva capa de adaptación de protocolo y un nuevo mecanismo de *mapping*.

Actualización de la red

Los requisitos con que se diseñaron las redes vigentes han cambiado:

Ayer	Hoy
Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes
Canales de voz o datos fijos a 64 Kbps	Datos en ráfagas de gran ancho de banda
Sesión media: 3 minutos	Sesión media: 30 minutos
Perfil de tráfico predecible	Perfil de tráfico impredecible
Distribución geográfica del tráfico	Tráfico geográficamente independiente

Tabla 1 Comparación de los requisitos para el diseño de las redes

Luego, a partir del equipamiento vigente y los nuevos requisitos que exigen las redes, se presenta la transición de la técnica SDH en tres momentos: SDH-Clásico, SDH-MSTP y SDH-NG.

SDH-Clásico. Primera generación de equipos surgida en 1988. Características:

- Configuraciones de NEs: TM, ADM, Reg.
- Matrices de poca capacidad: 2,5 Gbits.
- Poca capacidad para unidades (*slots)*.
- Interfaces de tributarios: CBR.
- Servicios: PDH —*Plexiochronous Digital Hierarchy*— .
- Concatenación: contigua.
- Protocolos: sección, trayecto.

SDH-MSTP. Dado el desarrollo tecnológico y necesidad de mejora en cuanto al transporte de nuevos servicios, con el inicio del siglo surgen las Plataformas de Transporte Multiservicio, que ya ofrecen posibilidades técnicas para algunos servicios. Características:

- Configuraciones de NEs: TM, Reg, ADM y M-ADM.
- Matrices de media-alta capacidad: 10, 80, 120 Gbits.
- Mayor capacidad para unidades (*slots*).
- Interfaces de tributarios: CBR.
- Servicios: PDH, ATM, Eth.
- Concatenación: contigua.
- Protocolos: sección, trayecto.

SDH-NG. Dada la necesidad de satisfacer el crecimiento de los nuevos servicios y recuperar las inversiones vigentes, sobre la base de SDH-MSTP se añaden nuevos protocolos —de encapsulado y optimización del ancho de banda—. Características:

- Configuraciones de NEs: TM, Reg, ADM y M-ADM.
- Matrices de media-alta capacidad: 120,125 Gbits.
- Alta capacidad para unidades (*slots*).
- Interfaces de tributarios: CBR y VBR.
- Servicios: PDH, ATM, Ethernet y FDDI.
- Concatenación: contigua y virtual.
- Protocolos: sección, trayecto, VCAT, LCAS y GFP.

Descripción de los nuevos protocolos de SDH-NG

Concatenación virtual (VCAT)

Existen dos variantes de concatenación: concatenación contigua y concatenación virtual.

VCAT proporciona un área de cabida útil de X contenedor 12/3/4, para que las señales ocupen varios contenedores

virtuales no contiguos, dígase un Grupo Virtual de Contenedores (VCG), lo cual permite ajustar su anchura de banda al de la señal a transportar, con el uso más racional y eficiente del ancho de banda de la red (ver Figura 2).



Figura 2 Representación de un VCG

VCAT es un protocolo de nivel 1 utilizado en el transporte de cabida útil que no encaja eficientemente en el conjunto normalizado de contenedores.

La capacidad de cada contenedor se refleja en la tabla 2 siguiente:

Entidad	Carga útil
C-12	2,176 Mbps
C-3	48,384 Mbps
C-4	149,760 Mbps

Tabla 2 Capacidad de los contenedores

La tabla 3 refleja la eficiencia (η) entre los tipos de concatenación de acuerdo con el servicio a transportar:

Servicio	*Bit rate* (Mbps)	η CC	η VCAT
Ethernet	10	VC-3c (20%)	VC-12-5v (92%)
Fast Ethernet	100	VC-4c (67%)	VC-3-2v (99%)
GEthernet	1000	VC-16c (42%)	VC-4-7v (95%)
Fiber Channel	1700	VC-4-16c (70%)	VC-4-12v (95%)
ATM	25	VC-3 (51%)	VC-12-6c (95%)
DVB	270	VC-4-4c (45%)	VC-3-6v (93%)
ESCON	160	VC-4-4c (46%)	VC-3-4c (83%)

Tabla 3 Comparación de eficiencia

Esquema de Ajuste de Capacidad del Enlace (LCAS)

Proporciona un mecanismo de control para aumentar o disminuir, sin discontinuidades, la capacidad de un enlace VCG para cumplir con los requisitos de anchura de banda.

LCAS permite la reconfiguración dinámica del ancho de banda de un VCAT, así como remover automáticamente algún miembro del grupo sin que se produzcan afectaciones del tráfico y de suprimir temporalmente enlaces de miembro del grupo que han experimentado un fallo mediante el uso del protocolo residente en los bytes H4 o K4. Es unidireccional, por lo que debe configurarse por independiente para su ejecución en cada terminal; esto es responsabilidad del sistema de gestión de red (ver Figura 3).

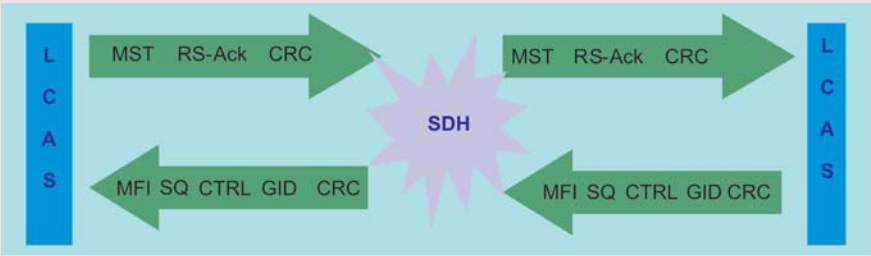


Figura 3 Protocolo reciente en H4 o K4

Procedimiento de Entramado Genérico (GFP)

Proporciona un mecanismo genérico para adaptar el tráfico de señales de cliente de alto nivel en una red de transporte (ver Figura 4).



Figura 4 Trama de GFP

Actualmente hay dos modos de adaptación de la señal de cliente definidos para GFP.

GFP-F modo de adaptación con correspondencia de trama, orientado a PDU.

GFP-T modo de adaptación transparente, orientado a código de bloque.

Respecto a la calidad del servicio, los nodos tienen la habilidad de transmitir paquetes de alta prioridad antes que los de baja prioridad. Esto permite establecer Niveles de Acuerdos de Servicios (ALS) denominados: Diamante, Oro, Plata, Bronce y Cobre, en estrecha con el sistema de protección.

Conclusiones

El artículo expone la compatibilidad transversal que posee la técnica SDH-NG, al permitir la satisfacción de necesidades actuales, y ofrecer la posibilidad de un enlace internacional por fibra óptica. La adquisición de la técnica SDH-NG proporciona los siguientes beneficios:

- Continuar la explotación de la técnica instalada.
- Responder a la necesidad del incremento de capacidades sin grandes inversiones técnicas.
- Satisfacer las demandas de los nuevos servicios.
- Prolongar el financiamiento de las inversiones anteriores.
- Redistribución y utilización de equipamiento en otras redes locales.
- Disminución de los costes por concepto de precios más bajos del equipamiento.
- Compatibilidad de unidades homólogas en todos los niveles jerárquicos.
- Gestionar Calidad del Servicio de las redes paquetizadas.
- Disminuir el precio de los softwares de gestión y actualizar el existente.
- Crecimiento paulatino hacia la red óptica.
- Capacitación gradual de la red óptica.

Bibliografía

IEEE 802. Disponible en: http:www.ieee802.org/. (Consulta: 03/04/2006).

Leping, Wei. "Development and Prospect for Fiber Communications Techonologies". Expert´s Forum (sept. 2005). Disponible en: http://www.huawei.com/publications/view.do?id=288&cid=95&pid=6. (Consulta: 03/04/2006).

Liu, Tao. "The Development Trends and Application Policies of ASON". Expert´s Forum. (sept. 2005). Disponible en: http://www.huawei.com/publications/view.do?id=289&cid=95&pid=61. (Consulta: 03/04/2006).

Recomendación G 707 UIT-T.

Recomendación G 7041 UIT-T.

Recomendación G 7042 UIT-T.

Recomendación G 826 UIT-T.