

Probando Redes MAN de Nueva Generación

Por Juan Másmela, Senior Product Marketing Manager, Telecom Products Group, Sunrise Telecom.
CedMagazine.com - November 01, 2007

Traducción y adaptación: Carlos Usbeck W. - Diciembre 17 de 2007

Pruebas de Capa Física para SDH/SONET y Ethernet en NGN, en una sola plataforma:

Los nuevos servicios como la Voz y la Televisión sobre el protocolo de internet (VoIP e IPTV) requieren que los operadores de telecomunicaciones migren de sus redes básicas, diseñadas principalmente para transportar voz y tráfico de datos con tasa de bits constante, hacia redes de transporte de nueva generación que incorporen nuevos tipos de tráfico. Los proveedores de servicios de comunicaciones que atienden el mercado empresarial están en la búsqueda de soluciones propias que usen su infraestructura existente de Ethernet sobre SDH/SONET (EoS). Al emprender esto, sin embargo, los requerimientos para las pruebas de las redes metropolitanas (MANs) experimentan un drástico cambio. Las pruebas de capa física tradicionales no permiten la profundidad que se requiere para obtener resultados válidos y confiables.

Estas pruebas de capa física, cuando dependen de las técnicas de medición en el núcleo de la red, pueden con frecuencia poner en riesgo a las redes. Conforme los operadores de telecomunicaciones realizan las actualizaciones de sus redes actuales con nuevas capacidades basadas en paquetes, emerge una nueva generación de métodos de prueba más complejos, los equipos incorporan las pruebas tradicionales y verifican el desempeño de las redes de nueva generación NGN (Next-Generation Networks), con SDH/SONET como tecnología de transporte en muchos casos.

Pruebas Tradicionales

Los fabricantes y los proveedores acostumbraron separar la especialización entre las tecnologías de transporte y de Ethernet.

El **ambiente de transporte** dominado por conexiones estáticas y síncronas, y el de redes de datos para tráfico en ráfagas y menos predecible. De tal forma que las redes de transporte se monitorean típicamente definiendo el estado de las alarmas y los errores síncronos;

Mientras que las **redes de datos** se monitorean mediante la cuenta de tramas; la determinación o medición del throughput (definido como el nivel de tasa de datos o como el total de datos por segundo que se despacha sobre un enlace físico o lógico, o que pasa a través de un nodo de la red); y, la velocidad a la cual se despachan las últimas tramas.

Los proveedores de servicio desarrollan o mantienen redes metropolitanas (MAN) que dependen de tres pruebas críticas para asegurar el desempeño de la red y el despacho de datos: la verificación de la capa física de SDH/SONET, la prueba de los elementos de la red y de la tasa de errores de bits (BERT) fuera de servicio.

La verificación de la capa física permite que los proveedores de servicio verifiquen el desempeño del enlace que envía la información en un estado fuera de servicio. Mediante un conjunto de pruebas convencionales, los técnicos generan una señal de SDH o SONET con una estructura de trama y con un patrón de prueba, generalmente con una secuencia binaria pseudo aleatoria PBRS (pseudo random binary sequence) que representa cómo el tráfico real podría ser transmitido. Una vez que la señal es generada, los técnicos pueden verificar las mediciones de la capa física y su Desempeño incluyendo la frecuencia, la potencia de la señal óptica, el entramado de SDH/SONET y el análisis del desempeño debido a los errores, según las recomendaciones de la UIT o de Telcordia/ANSI.

La prueba de BER fuera de servicio es utilizada para determinar si las tramas se reciben o no en el destino. Mediante el uso de patrones predeterminados para pruebas de esfuerzo, que agrega una secuencia de ceros y unos lógicos, se generan señales sobre el tiempo para proveer una visión detallada del desempeño real. De estos datos, se calcula una tasa de errores de bits (BER) dividiendo el número de bits errados entre el número de bits transmitidos. Las pruebas iniciales para levantar una red toman alrededor de 15 minutos. Pruebas a mayor plazo pueden hacerse entre 2 y 24 horas y logran de forma más segura datos más confiables que garantizan que el circuito esté listo para transportar el tráfico real.

Las pruebas del elemento de la red determinan a cada elemento individual en una red, como los multiplexadores de inserción o extracción (ADMs) o si los cross-conectores digitales (DXCs) están funcionando apropiadamente y habilitan que los datos lleguen a su destino. Un conjunto de pruebas se utiliza para generar señales que deberían causar alarmas o errores. Desde un sitio remoto, el técnico monitorea la red para asegurar que las alarmas y/o errores son transmitidos por el elemento de la red en el flujo de retorno (downstream). Al mismo tiempo, el técnico verifica los indicadores remotos, que deberían ser transmitidos en el flujo de envío (upstream). Este es un paso muy crítico para determinar la salud de una red, ya que permite que los técnicos verifiquen que el sistema de gestión de la red responde correctamente cuando se activa la conmutación de protección automática APS (Automatic Protection Switching) al ser identificados defectos o anomalías. Cuando la APS funciona bien, puede prevenir la pérdida de información debido a fallas en la red.

Pruebas en redes MAN de Nueva Generación

Las redes SDH/SONET están en continua evolución para transportar el tráfico existente, soportar los protocolos de datos emergentes, e interconectar diferentes regiones del mundo. Los equipos de comunicaciones deben acomodar tantos protocolos comunes como sea posible, para atender los diferentes segmentos del Mercado mundial e interoperar con otros fabricantes de equipos. Por ejemplo, una plataforma de conmutación y enrutamiento típica debe soportar una larga lista de protocolos de transporte, incluyendo: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, paquetes sobre SDH/SONET (PoS), MPLS, ATM, PDH (DS1, E1, DS3, etc.), y SDH/SONET. Una mirada al mercado de las telecomunicaciones y sus estándares revela una gran lista de protocolos basados en SDH/SONET que los fabricantes de equipos necesitan soportar en diferentes regiones del mundo para transportar tráfico de voz y datos. Tecnologías nuevas como Gigabit Ethernet y PoS deben coexistir con tecnologías como PDH y ATM.

Los operadores de telecomunicaciones han invertido miles de millones de dólares en sus redes existentes. Con la nueva generación de redes NGN están enfrentándose con la opción de reconstruir esas redes desde sus bases con los más nuevos equipos y tecnologías; o, con las actualizaciones progresivas de sus arquitecturas existentes agregando nuevos equipos y capacidades basadas en paquetes. Como es de suponer, la mayoría de los operadores optan por hacer upgrades a sus infraestructuras. Esto, sin embargo, junto con la necesidad de despachar servicios de nueva generación usando protocolos de NGN, requiere de una completa y nueva clase de pruebas, para asegurar que las redes de transporte puedan portar tráfico basado en paquetes de manera eficiente.

Tres pruebas críticas se requieren para asegurar el Desempeño de las NGN:

- Las **pruebas de VCAT** (Virtual Concatenation) incluyen el Desempeño de la ruta relacionado con los errores y el retardo diferencial,
- El **procedimiento de mapeo y demapeo de la trama genérica GFP** (Generic Frame Procedure),
- La **verificación de la capacidad de ajuste del enlace LCAS** (Link Capacity Adjustment verification) incluyendo la gestión del ancho de banda.

VCAT, como extensión de SDH/SONET (ANSI T1.105/UIT-T G.707), mantiene la influencia requerida de SDH/SONET dentro del contexto de la confiabilidad del servicio, optimizando el ancho de banda de la red, basado en los requerimientos del cliente. Por otro lado, la extensión de VCAT con la capacidad de ajuste del enlace LCAS (UIT-T G.7041) introduce un elemento dinámico a SDH/SONET que es más parecido a un ambiente de protocolos de datos. Para completar este esquema, el procedimiento de flujo genérico GFP (UIT-T G.7042) proporciona mapeo de tramas de Ethernet o de Fibre Channel basado en tecnologías de transporte de octetos como SDH/SONET. El procedimiento de trama genérica GFP_F provee la capacidad de mapeo para cargas o payloads basados en tramas como Ethernet/Fast Ethernet y el GFP-T mapea la carga basada en bloques (por ejemplo: Gigabit Ethernet o Fibre Channel) en los payloads de SDH/SONET.

Prueba de VCAT

La concatenación virtual VCAT provee la eficiencia del ancho de banda y la flexibilidad necesaria, utilizando los equipos SDH/SONET que el proveedor de servicios dispone, para cualquier tasa de datos de tráfico. Con una eficiencia y flexibilidad sin precedentes, ya que todos los niveles de tráfico pueden ser divididos en la más pequeña porción de datos disponible (granularity), y pueden ser transportados

como tráfico independiente, y ser reensamblados en los puntos terminales. Hasta un 93% de eficiencia de ancho de banda se consigue cuando se optimiza el grupo de concatenación virtual (descrito a continuación) basado en la carga o payload. Por ejemplo, transportar una carga de Ethernet 10M eficientemente implica el uso de 5 contenedores virtuales del tipo VC12a (SDH) o 7 del tipo VT1.5s (SONET), en comparación con el uso de los ductos tradicionales del tipo VC3 o STS-1 SPE en los cuales la eficiencia alcanza apenas el 20 por ciento; VCAT alivia la necesidad de expandir la capacidad de la red mientras se minimizan los cambios de la infraestructura existente (ver Figura 1).



Figura 1: Prueba de VCAT

Las pruebas de SDH/SONET incluyen la inyección y el monitoreo de alarmas en las secciones de regeneración, de multiplexación y en los niveles de ruta. El tráfico desde una fuente simple puede ser separado en un único “contenedor,” dentro de un grupo de concatenación virtual (VCG). Estos contenedores están identificados y son gestionados con un indicador de multitrama que se incrementa secuencialmente conforme las tramas se transmiten y con un número de ID único para cada miembro del grupo. Para maximizar el ancho de banda, el contenedor puede ser enrutado usando diferentes rutas físicas. Pruebas intrusivas y no intrusivas para monitorear alarmas y errores en cada miembro del grupo VCG pueden verificar que cada contenedor alcance su destino libre de errores.

Por su naturaleza el proceso de concatenación virtual puede originar que los contenedores en un grupo VCG lleguen fuera de secuencia al equipo terminal de la ruta (PTE). El equipo de VCAT puede almacenar temporalmente la información para reconstruir la señal de datos original en caso de retardos excesivos. Con las pruebas avanzadas actuales, los técnicos pueden crear retardos en cada miembro del grupo VCG para simular diferentes longitudes físicas de rutas, caracterizar el desempeño por diferencias de retardos en los contenedores de alto y bajo orden, y asegurar que el reensamble sea ejecutado rápidamente y de manera correcta de acuerdo con el número ID de secuencia, esta es una especificación crítica del diseño de la concatenación virtual. Los equipos de prueba monitorean e identifican 3 clases de fallas en el proceso de VCAT que originan errores en el punto terminal:

- Pérdida de MultiTrama LOM (loss of multi-frame), basada en el indicador de multitrama,
- Pérdida de secuencia SQM (loss of sequence), basada en el Número de secuencia, y
- Pérdida de alineamiento LOA (loss of alignment), cuando se excede la diferencia máxima de retardo.

La diferencia de retardo, o retardo diferencial, es la medición de la diferencia del tiempo de llegada entre dos miembros de un grupo de concatenación virtual VCG.

Los técnicos pueden probar el retardo diferencial inyectando y midiendo el retardo hasta el valor máximo soportado por el equipo o hasta el retardo máximo absoluto definido por la UIT y Telcordia, enviando diferentes tipos de retardos estáticos en donde el valor cambia cada 5 o 10 segundos, o de manera aleatoria. Estas variables intentan simular situaciones de tráfico real.

Otro aspecto de la VCAT es el tamaño de cada uno de los miembros de un grupo VCG. Mientras que la principal premisa de EoS (Ethernet sobre SDH/SONET) es transportar Ethernet, se agrega suficiente ancho de banda para corresponder con los niveles de 10 Mbps, 100 Mbps o 1 Gbps. Los contenedores de SDH/SONET, cuyos miembros se utilizan en VCAT, son tanto para rutas de alto o bajo orden. Las rutas de alto orden en SONET son STS-3c-X-v o STS-1-X-v, mientras en SDH son VC-4-X-v o VC-3-X-v. Estas rutas son usadas normalmente para transportar tramas de Ethernet 100M/1000M o tráfico de 1/2G de Fibre Channel. En rutas de bajo orden, son generalmente VT1.5-X-v en SONET y VC-12-X-v en SDH y llenadas típicamente con tráfico de Ethernet de bajo orden (10M).

Pruebas de GFP

El procedimiento de entramado genérico GFP (Generic framing procedure) es el paso intermedio entre los tipos de tráfico de tasa variable y los protocolos de transporte basados en octetos, tales como SDH/SONET o las redes ópticas de transporte OTN (Optical Transport Network) (ver Figura 2).

GFP agrega a las tramas de Ethernet una cabecera de GFP y un campo de chequeo de trama FCS antes de llenar los contenedores de SDH/SONET. En el modo GFP los datos son transportados asíncronamente, las tramas se transmiten cuando no hay tráfico de datos disponible. En este contexto aplican el concepto de ancho de banda de tráfico, los perfiles de tráfico y los flujos de tráfico. El monitoreo de tráfico es un tema de aseguramiento, se busca que las tramas no se pierdan o se reciban fuera de orden. Usando pruebas avanzadas, los técnicos pueden inyectar errores en la cabecera para verificar la respuesta de un elemento de red en el punto terminal.

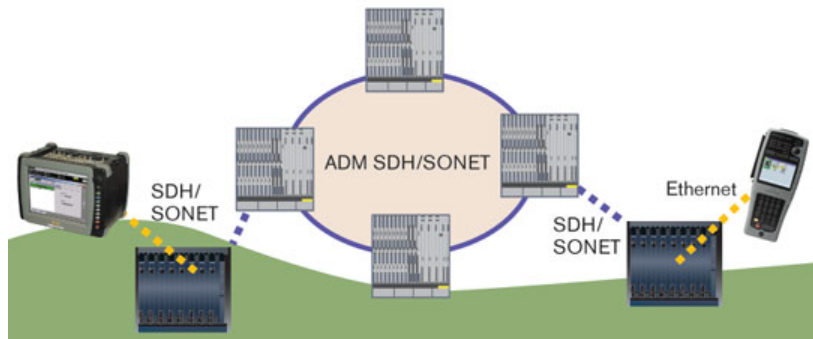


Figura 2: prueba de GFP

Pruebas de LCAS

Usada en tandem con la concatenación virtual, el esquema de ajuste de la capacidad del enlace LCAS (link capacity adjustment schemes) (ver Figura 3) puede proveer redes SDH/SONET con una flexibilidad de gestión de ancho de banda sin precedentes. LCAS puede cambiar dinámicamente los tamaños de las rutas virtuales concatenadas, así como recuperarse automáticamente de las fallas de ruta. Esta tecnología es importante cuando se provee ancho de banda dinámico (por demanda), lo cual incrementa la eficiencia optimiza los ingresos potenciales del proveedor del servicio. La verificación del ajuste de la capacidad del enlace se ha convertido en una prueba obligatoria para la gestión del ancho de banda.

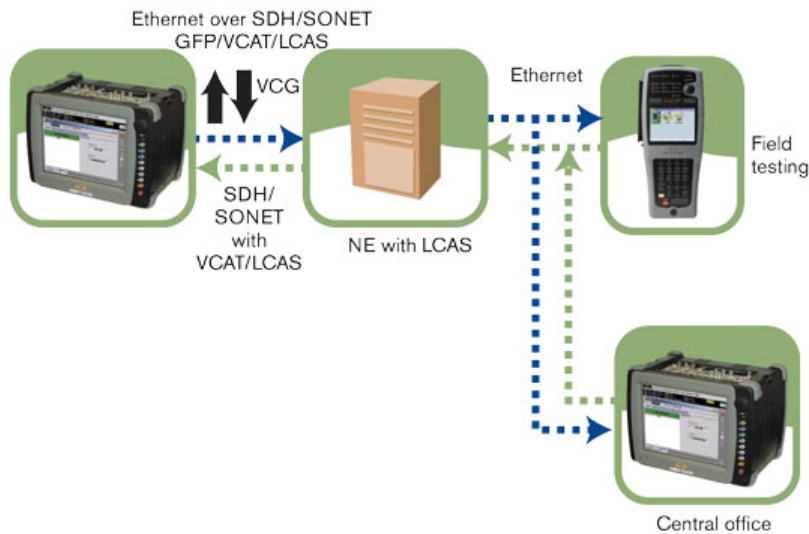


Figura 3: prueba de LCAS

Los nuevos equipos de prueba verifican los diferentes estados del protocolo de señalización y responden a los comandos de LCAS cuando verifican la funcionalidad de sus elementos de red NE. Incrementando o decrementando tráfico desde el lado del acceso o del transporte, las pruebas y el análisis pueden determinar si los elementos de red registran o no un cambio en el ancho de banda de forma automática. También son requeridas las funciones de prueba que permiten inyectar errores y realizar monitoreos de forma asociada con los mensajes de LCAS.

Las pruebas de EoS (Ethernet over SONET) se realizan una vez que las pruebas de la infraestructura SDH/SONET han sido ejecutadas exitosamente. El desempeño de la red debe ser verificado mientras se transporta el tráfico de Ethernet. Para proveer las mediciones de calidad de servicio QoS más precisas, el procedimiento de pruebas deberá seguir la arquitectura de la red y los servicios provistos. Los técnicos deben generar y medir el tráfico de prueba para cada servicio provisto, los cuales pueden incluir los servicios de voz y video a través del tráfico de gestión de datos y redes tradicionales. Cada tipo de tráfico es transportado con su Clase de Servicio CoS específica, con diferentes requerimientos de ancho de banda a usarse, pérdida de paquetes, latencia y jitter. El equipo de prueba no solamente debe generar de forma simultánea cada tipo de tráfico, sino también estar preparado para medir y monitorear cada uno de ellos de forma independiente.

Las medidas típicas de la calidad de servicio QoS incluyen el nivel de la tasa de datos o throughput factible del circuito, el número o el porcentaje de tramas perdidas, el retardo y la variación del retardo de las tramas. Estas mediciones pueden ser comparadas con la definición de la calidad CoS o con el acuerdo de servicio SLA (service level agreement) para presentar un mensaje de pass/fail en el circuito. La verificación del throughput es generalmente una tarea simple. Se genera tráfico en el nivel y por encima de la tasa del throughput esperada con tramas etiquetadas con una secuencia numérica. Los técnicos pueden ver fácilmente si las tramas están o no perdidas chequeando las etiquetas de las tramas recibidas. Las tramas perdidas pueden ser aceptables, dependiendo del tipo de servicio; de manera que se requiere una medición cuantitativa. El retardo de las tramas o latencia es medido típicamente como el retardo de ida y vuelta (roundtrip delay) muy parecido a la prueba del retardo de propagación en las redes tradicionales. La variación del retardo de la trama, o del jitter de la trama, pueden tener un significativo impacto en aplicaciones de tiempo real como voz y video. Las fallas que permitan cumplir los requerimientos de QoS son debidas generalmente al Desempeño o configuración de los elementos de la red, los cuales pueden variar en función del tamaño de la trama y de la tasa de tráfico. Deben hacerse múltiples pruebas de QoS para tener una visión total del problema.

Conclusión

En resumen, la tecnología EoS ayuda a los proveedores a brindar servicios de Ethernet de extremo a extremo y de redes de almacenamiento SAN (storage area Networks) con mayor flexibilidad y eficiencia en la infraestructura existente de SDH/SONET. La combinación de VCAT, para mejorar la granularidad del ancho de banda, con LCAS para un ancho de banda dinámico, y de GFP como mecanismo genérico de entramado, extienden las capacidades de las redes de transporte. Esto introduce nuevos requerimientos de prueba y validación del servicio. Actualmente, las empresas productoras de equipos de prueba están desarrollando nuevos Sistemas, más comprensibles y que incluyen la capa física de las redes de Nueva Generación NGN sobre SDH/SONET, y con capacidades de prueba de Ethernet en una sola plataforma, permitiendo que los técnicos puedan probar cada parte de la red, de manera rápida y confiable. Para los proveedores de servicios, estos sistemas garantizan virtualmente la calidad de la red que pueden proveer y con servicios completamente probados que cumplen con los acuerdos o SLAs sin demoras y con mucho menos costo.

E-mail: Jmasmela@sunrisetelecom.com

cusbeck@complementos-e.com