

Los protocolos de señalización y la convergencia de las redes

PSTN e IP

Por MsC. Rafael Silot Trabajo

Especialista A en Telecomunicaciones, Gerencia Territorial Guantánamo, ETECSA

fello@gtm.tel.etcসা.су

En la actualidad, las redes de telecomunicaciones operan en un entorno dinámico, caracterizado por cambios tecnológicos y demandas cada vez mayores de los clientes de nuevos servicios con mayores prestaciones, que requieren un mayor ancho de banda, los cuales constituyen el factor impulsor para la interconexión de las redes de todo tipo, entre las que se encuentran las de conmutación de circuitos (PSTN) y las redes de conmutación de paquetes (IP).

La transferencia de tráfico de voz sobre redes de paquetes, y especialmente voz sobre IP, rápidamente ha ganado aceptación y se ha convertido en una realidad. Es importante tener en cuenta los factores que afectan la voz sobre la transmisión de paquetes para lo cual resulta indispensable disponer de las herramientas que permitan medir y optimizar la calidad del servicio [1].

Es necesario proporcionar o facilitar la explicación del funcionamiento de los protocolos de señalización en las redes de telecomunicaciones, profundizar en su significado, arquitectura y examinar su futuro en el entorno que cambia con rapidez.

Los sistemas de señalización se clasifican en Sistema de Señalización por Canal Asociado y Sistema de Señalización por Canal Común.

En el Sistema de Señalización por Canal Asociado las señales entre los equipos de conmutación se intercambian con la utilización de la línea de conversación. La línea de conversación es gene-

ralmente unidireccional —un sólo sentido—. Dentro de esta se encuentran la señalización E&M y la señalización R2.

En el Sistema de Señalización por Canal Común, la señalización es separada del canal de voz e intercambiada con el empleo de una línea especial —enlace de señalización—. En este caso, la línea de conversación puede operar en forma bidireccional —ambos sentidos—, porque no tienen funciones de señalización. Un ejemplo de este tipo de señalización es la Señalización por Canal Común # 7 —CCS7 de ANSI ó SS7 de UIT-T—.

La PSTN ha migrado desde métodos de señalización menos eficientes, hasta la implementación de la SS7, la cual desde su aparición se ha convertido en la principal y más importante por su potencialidad. El SS7 proporciona conexiones más rápidas que los métodos de señalización convencionales, utiliza un único circuito para cientos de circuitos de voz, constituye un enlace de señalización, que emplea con más eficacia el ancho de banda disponible [2].

Este método de señalización permite el envío y recepción de una elevada cantidad de datos dentro de mensajes en paquetes, soporta un vocabulario de señalización muy extenso y con más elementos. Esto propicia que la red pueda operar mucho más inteligentemente que con otro método de señalización. Aunque el sistema de señalización # 7 es un protocolo de conmutación de paquetes, son necesarias algunas adaptaciones

para trabajar en el entorno de las redes IP.

El SS7 comúnmente utiliza, en dependencia de la norma, americana o europea, 54 kbps ó 64 kbps. Un transmisor de datos puede transportar la información de señalización de cientos de circuitos o troncos y mantiene cientos de llamadas telefónicas. Cuando se usa el TCP/IP como transporte de la señalización, el número se incrementa significativamente.

Este protocolo es un componente vital no sólo en las redes públicas actuales, sino también en las NGN —Redes de Próxima Generación—, por lo que continuará aplicándose a través de las redes de señalización.

IETF SIGTRAN —Transporte de Señalización— es un grupo de trabajo dentro de la IETF —Fuerza de Tareas sobre Ingeniería de Internet— encargado de definir los protocolos que deben ser usados para la señalización dentro de la red de telefonía IP, que tienen sus funciones en diferentes segmentos de la red. Los estándares de acceso IP ofrecen gran flexibilidad [2]. En lugar de usar MTP —Parte de Transferencia de Mensajes— como protocolo de transporte, SIGTRAN separa las partes de usuario y transporte de información de cada capa en una infraestructura basada en IP. Se establece un nuevo protocolo de transporte IP, definido como SCTP —Protocolo de Transmisión de Control de Flujo— y permite asegurar la transferencia confiable de información de forma que garantice los requerimientos del SS7.

Para transportar SS7 dentro de una red de telefonía IP, tres nuevos protocolos han sido desarrollados por IETF: SCTP, M2UA —Capa de Adaptación de Usuario MTP2—, M3UA —Capa de Adaptación de Usuario MTP3—.

♦**SCTP**: un determinado número de limitaciones dentro de TCP impiden la ejecución de mensajes SS7. Debido a la naturaleza de TCP y a la forma en que los mensajes son priorizados, se introducen demoras innecesarias en el procesamiento de los paquetes TCP. Estas limitaciones son consideradas, dando paso a SCTP, que es un protocolo orientado a conexión, con determinadas funciones. Además de la segmentación, proporciona gestión de trayectoria. Cuando SCTP determina que una trayectoria a un punto extremo no es posible, reporta al nivel de aplicación —ISUP, TCAP, etc.— el cambio en el estado de la trayectoria. Si por alguna razón ocurren retransmisiones para una sesión determinada, SCTP considera el destino como inalcanzable y reporta el fallo a la aplicación. Además, este protocolo realiza las funciones para soportar las aplicaciones en tiempo real.

♦**M3UA**: esta capa usa los servicios de SCTP para entregar y proporcionar servicios al nivel de aplicación. Cuando se comparan con el SS7 convencional, la combinación de SCTP y M3UA es equivalente al servicio proporcionado por MTP. Otra función de este nivel es el mapeo de códigos de punto (PC) a direcciones IP. El enrutamiento está basado en cuatro parámetros: DPC—Código del Punto Destino—, OPC —Código del Punto

Origen—, SIO—Octeto Indicador de Servicio— y el CIC —Código Indicador de Circuito— para los mensajes ISUP —Parte de Usuario de la Red Digital de Servicios Integrados—. Para los mensajes TCAP —Parte de Aplicación con Capacidad de Acceso— el enrutamiento se basa en DPC, OPC, SIO y NSS —Número de Subsistema—.

♦**M2UA**: propicia el mismo servicio que MTP2, incluye la gestión del enlace. También mantiene el estado del enlace y tiene la capacidad de realizar cambios y funciones de gestión de enlace. Una diferencia entre MTP y M2UA es la ausencia de número secuencial directo e inverso; en su lugar, SCTP proporciona TSN —Número de Secuencias Transmitidas—.

Existen otras diferencias en cuanto a las unidades de señal que son transmitidas en uno y otro entorno. Las unidades de señal de relleno (FISU) no son utilizadas en las redes IP; pero SCTP proporciona el mecanismo para simularlas y mantener en funcionamiento el enlace.

En la figura 1 se hace referencia a los protocolos que han sido desarrollados por IETF para transportar SS7 por redes IP.

Los operadores de redes fijas e inalámbricas adoptan aplicaciones que reducen los costos de las redes de conmutación de circuitos y se integran a las arquitecturas con redes IP. Estas fórmulas, además de reducir los costos, permiten extender la vida de la infraestructura del SS7 existente [2], [5].

El SS7 no sólo soporta el núcleo de las actuales redes de conmutación de circuito, sino también es idóneo por la suficiente potencialidad que tiene para interconectarse con las redes NGN. En las redes públicas que han desarrollado ATM, el tráfico de señalización ha migrado hacia estas facilidades. Las facilidades digitales actuales están siendo reemplazadas, y la red de señalización está integrándose con la nueva red de banda ancha. Las facilidades sobre TCP/IP son las que mayor ancho de banda proporcionan y son seleccionadas para las implementaciones de nueva generación.

Las redes existentes requieren de un nuevo hardware y software para interconectarse con estas tecnologías, por lo que el protocolo SS7 está modificándose para ser adaptado a las redes TCP/IP. Cada vez los clientes acuden más a sus computadoras e Internet para realizar llamadas telefónicas, el enrutamiento de las llamadas que usan esta vía es más complejo, al utilizar como soporte las redes IP

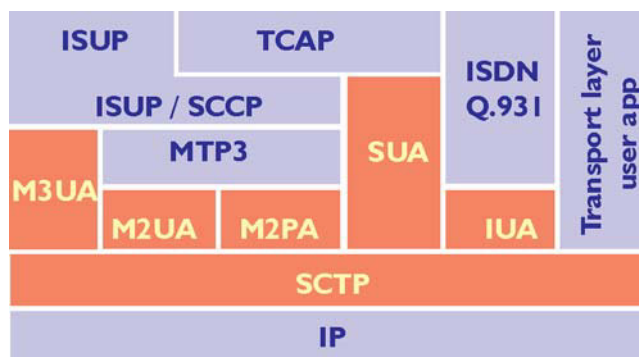


Figura 1 Protocolos desarrollados por IETF sobre IP

no se emplean números telefónicos como parte del direccionamiento; sino, direcciones IP. Para encaminar o enrutar las llamadas por estos dispositivos, se requiere de una base de datos capaz de trasladar direcciones IP de la misma forma que los números telefónicos dentro de las redes PSTN.

Aspectos particulares del SS7 podrán continuar activos en la red de señalización; pero las capas de este protocolo, principalmente las capas bajas, son modificadas, no cambiadas.

El paso a las redes IP significa la eliminación de conexiones directas entre todas las entidades de la red, los operadores pueden realizar importantes cambios en la infraestructura de sus redes. Los dispositivos usados en estas nuevas redes son más baratos que el equipamiento de la conmutación de circuito, y pueden eliminarse otros equipamientos expansivos como los multiplexores y equipos de transmisión basados en TDM.

Existen grupos de trabajo y comisiones de estudio de IETF y de UIT —Unión Internacional de Telecomunicaciones— que han trabajado en las normas en evolución para la telefonía IP. Los beneficios de usar una red IP en comparación con una red basada en TDM incluyen [3] facilidad de despliegue —cuando se usan pasarelas de señalización, no es necesario eliminar la red SS7 existente—; mayor eficiencia —no se requiere de enlaces físicos E1/T1 sobre SDH (Jerarquía Digital Síncrona). Con el empleo de nuevas tecnologías como IP sobre SDH e IP sobre fibra óptica, puede alcanzarse mayor rendimiento—; mayor aprovechamiento del ancho de banda —las redes IP son mucho más flexibles que las redes TDM, hacen un uso más eficiente del medio de transmisión al emplear conmutación de paquetes, técnica en la que la ocupación del ancho

de banda del soporte es compartida entre múltiples usuarios—; y bajo costo del equipamiento y nuevos servicios.

Actualmente, SIGTRAN se usa como interfase entre las redes PSTN e IP, en la transferencia de información desde un dispositivo conocido como Pasarela de Señalización —*Signaling Gateway* (SG)— a otro llamado Controlador de Pasarelas de Medios —*Media Gateway Controller* (MGC)—. En las SG terminan los enlaces de SS7 convencionales y MTP ejecuta acciones, la información de señalización de MTP3 hacia las otras capas es enviada sobre una conexión IP hacia la MGC que orienta el enrutamiento y conexiones de una forma similar a conmutadores convencionales. Los protocolos TCP/IP necesitan ser modificados para soportar aplicaciones telefónicas. Aunque la transmisión de voz sobre redes IP es la primera razón, mucho está realizándose en relación con el tema de la señalización.

Las pasarelas proporcionan la conversión de protocolos y establecen enlaces entre la PSTN y las redes ISDN —Red Digital de Servicios Integrados— [2].

En las pasarelas de señalización se realiza la conversión de la dirección SS7 *Point Code* (PC) a la dirección IP. Un método de resolución de direccionamiento utiliza el PC del mensaje que proviene de la PSTN, junto con el CIC —Código de Identificación de Circuito—, para determinar dirección IP de la Pasarela de Medios o *Media Gateway* (MG) receptora. Si el mensaje es TCAP —Parte de Aplicación con Capacidad de Transacción—, la resolución de dirección es proporcionada con el uso del PC y el Número de Subsistema (NSS). Emplear IP en las redes de señalización en lugar de conexiones punto a punto TDM tiene sus ventajas. Una de las más

significativas es el uso eficiente del ancho de banda. En las redes con circuitos TDM, una mayor cantidad de equipamiento es requerida para mantener el enlace. Con redes IP, el equipamiento es menos expansivo.

El direccionamiento en redes de señalización IP proporciona mayor flexibilidad que en las redes de SS7 convencionales. Todas las entidades en el entorno del SS7 son direccionadas mediante el uso de PC. Cuando un operador usa una red IP, las entidades en ella tienen acceso por direcciones IP. Esto requiere el uso de SG para resolver el direccionamiento desde la red de SS7 al direccionamiento en la red IP. El enrutamiento se basa en un Código de Punto Destino (CPD) y en el caso específico de los mensajes ISUP —Parte de Usuario de la Red Digital de Servicios Integrados— se utiliza el CIC. Esto significa que las MG y las MGC incorporadas a la red deben tener asignadas sus direcciones IP. El enrutamiento en la SG cambia para proporcionar ruta a las nuevas entidades. La conexión hacia otras redes es a través de la SG. Se asigna un rango exclusivo para CIC en las pasarelas dentro de la red. Estas utilizan un PC asignado a todas las pasarelas y un único rango de CIC para encaminar los mensajes a la pasarela apropiada.

El mismo esquema se emplea cuando se enrutan mensajes del tipo TCAP. El enrutamiento está basado en un PC y un número de subsistema. Para cada servicio es asignado un único NSS.

En la figura 2 se ejemplifica cómo IP proporciona una flexibilidad adicional de enrutamiento en las redes de señalización. Como se muestra, los PC del SS7 son usados dentro de la SG con el objetivo de enrutamiento; pero los parámetros principales son el CIC para ISUP y NSS para TCAP.

Tres protocolos han sido desarrollados por IETF para transportar SS7 por las redes IP para proporcionar el transporte de mensajes ISUP y TCAP, a través de redes IP sin el uso de los protocolos MTP. Aunque MTP no es eliminado completamente en las redes IP, partes de este son requeridas para los propósitos de encaminamiento y para que las entidades de destino procesen adecuadamente los mensajes. En estos casos, partes de MTP son enviadas a través de IP, encapsuladas en un encabezamiento TCP para la transmisión a su destino.

El Controlador de Pasarelas de Medios (MGC) es el responsable de controlar todas las pasarelas dentro de su zona, realiza funciones de control de llamadas. También determina la calidad del servicio requerida para la conexión a la MG. La manipulación de la llamada se realiza por la MGC, en lugar de la MG, y funciona similar a una aplicación cliente-servidor. Esto permite a los operadores emplear equipamiento menos expansivo en la frontera de sus redes.

Los protocolos de señalización utilizados entre varias entidades dentro de la red no tienen que ser referidos al SS7. Varios protocolos han sido desarrollados para esta función. En la figura 3 se muestran los protocolos propuestos por IETF para las redes de telefonía IP y son usados dentro de la red.

Entre las pasarelas de medios y el controlador de pasarelas de medios hay dos protocolos que pueden emplearse: el MGCP y MEGACO/H.248. En las soluciones propuestas se utiliza uno u otro indistintamente, en dependencia de las opiniones y experiencias en la implementación.

El propósito de cada uno de estos protocolos es proporcionar la comunicación entre la MG y la MGC, para el control y la señalización de llamadas. En algunos casos, la recomendación Q.931 puede usarse como una solución interna. El SIP —Protocolo de Inicio de Sesión— fue designado para la comunicación entre dos MGC.

La figura 4 muestra otra representación de arquitectura con otros protocolos que son implemen-

tados en la red para el intercambio entre las diferentes entidades o dispositivos [4].

Se ha tratado dentro del escenario de migración de PSTN a NGN, que incluye varias etapas o pasos, lo relacionado con la red de señalización. La arquitectura y ejecución de la NGN deberá partir de interfaces y protocolos abiertos basados en normas, lo cual es esencial para obtener el interfuncionamiento de productos de distintos proveedores.

Generalmente es aceptado que la NGN debe basarse en una arquitectura distribuida que ayude considerablemente a reducir los costos de ejecución y al mismo tiempo que sea flexible. Además, deberá trabajar con servicios adaptables que puedan crearse fácil y rápidamente, así como establecerse en toda la red.

Si es importante habilitar nuevos servicios, también lo es preservar los ya existentes, provenientes de las redes anteriores. La migración desde la actual capa física de 56kbps a 64kbps hacia un transporte basado en el protocolo IP,

Figura 2 Enrutamiento en una red de señalización IP

ISUP Routing Table		
PC= 254-01-003	CIC= 01-10	IP = 192,81,64,310
PC= 254-01-003	CIC= 11-15	IP = 192,81,64,396
PC= 254-01-003	CIC= 16-20	IP = 192,81,64,397

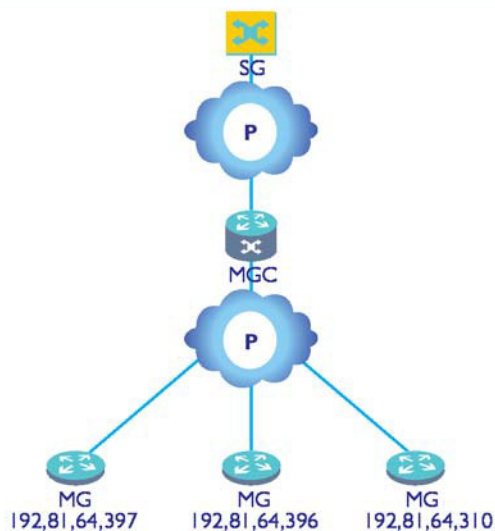
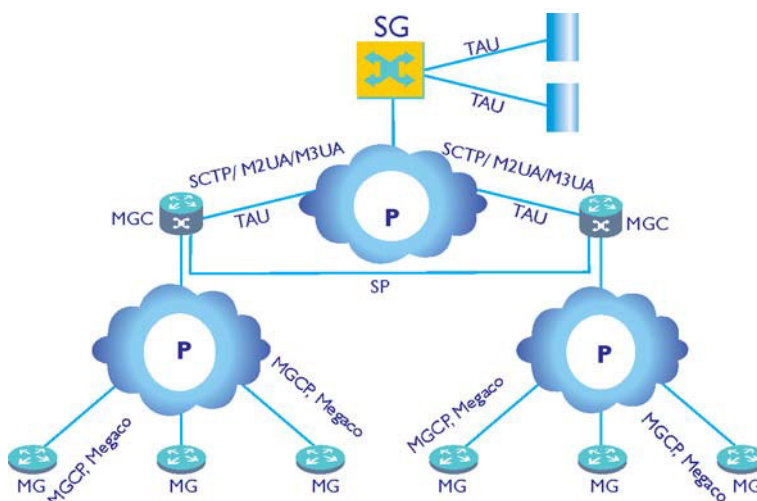


Figura 3 Protocolos de señalización propuestos para la telefonía IP



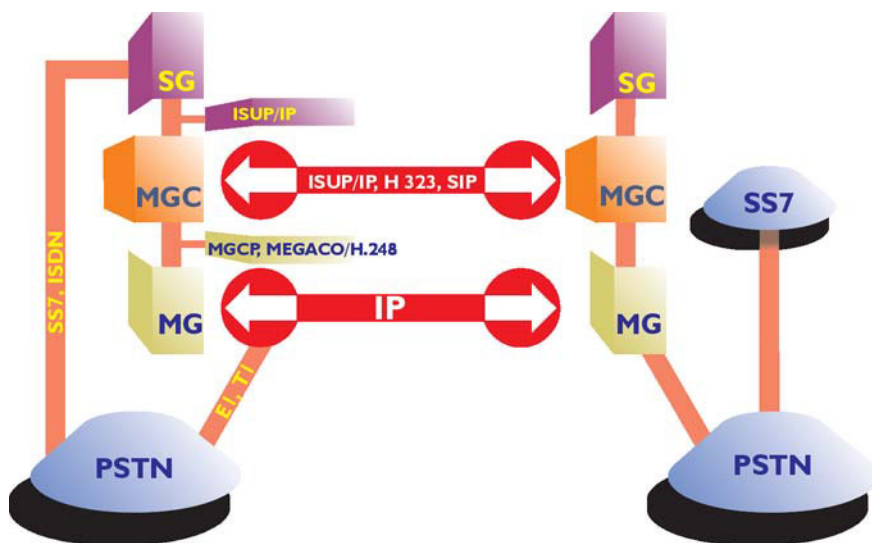


Figura 4 Arquitectura MEGACO

puede reducir el costo asociado con los enlaces basados en troncos dedicados.

La señalización en las redes telefónicas evoluciona desde las redes de conmutación de circuito basada en SS7 hacia soluciones IP. Mientras las capas superiores del SS7 —SCCP, ISUP, TCAP, INAP— se mantienen intactas, las capas bajas son modificadas para adaptarlas a la red de paquetes IP, de acuerdo con las definiciones dadas por el grupo de trabajo SIGTRAN de IETF.

Una evolución hacia las NGN no significa el reemplazo de las redes existentes, estas incrementan gradualmente sus posibilidades para admitir nuevas aplicaciones o servicios a los suscriptores con exigencias y prestaciones cada vez mayores.

Entonces, resulta lógica la interrogante ¿por qué si aún existe un backbone o soporte con mucha más capacidad que la empleada actualmente, hay que dirigirse hacia esta nueva forma de transporte y señalización?

Cada una de las tecnologías de transporte desde su puesta en explotación, en su momento, cum-

plía con las expectativas. Se ha demostrado que estas en poco tiempo han quedado prácticamente obsoletas, dando paso a otras y, estas, a otras que se han mejorado con nuevos elementos. En la misma medida en que el desarrollo económico, social y en otras esferas sea más elocuente, las facilidades con las que hoy se cuentan serán insuficientes dentro de poco tiempo. La tendencia es incrementar abonados —fijos y móviles—, sobre todo en la telefonía inalámbrica, con el consiguiente incremento del tráfico —voz y datos—, en mayor cuantía el de datos. Los abonados son más exigentes cada día en solicitar nuevos servicios y con mayores prestaciones en cuanto al ancho de banda, entonces resulta indispensable crear las condiciones que permitan un uso más eficiente de los recursos de red, basado en el transporte en forma de paquetes, sobre el protocolo IP; esto incluye un incremento en el tráfico de señalización, por lo que debe potenciarse.

Otro aspecto a tener en cuenta en la evolución tecnológica es que las empresas líderes en el mundo

de las telecomunicaciones se encuentran insertadas en una realidad actual: las Redes de Próxima Generación. Estas realidades objetivas del mercado de las tecnologías de las telecomunicaciones, influyen en los operadores de los países en vías de desarrollo que deben migrar tecnológicamente sus redes de conmutación de circuitos a redes basadas en la conmutación de paquetes. ▀

Referencias y Bibliografía

- [1] Cecil Mathews. "Voice over IP-Stepping towards a Converged Network". Disponible en: <http://www.ieee.com> (Consultado: 22-02-2004).
- [2] Russell Travis. *Signaling System #7*. Fourth Edition. USA: McGraw-Hill, 1998.
- [3] "SS7 over IP Signaling Transport & SCTP", The International Engineering Consortium, Web ProForum Tutorials. Disponible en: <http://www.citel.oas.org> (Consultado: 26-07-2004).
- [4] "Voice over IP", UPGRADE. *The European Magazine for de IT Professional*, Vol. II, no.3. Disponible en: www.IEEE.com (Consultado: Enero-2001).
- [5] "Interworking Switched Circuit and Voice-over-IP Networks Tutorial", The International Engineering Consortium, Web ProForum Tutorials. Disponible en: <http://www.citel.oas.org> (Consultado: 26-07-2004).

Nota editorial: en este artículo, hemos decidido hacer una excepción en relación con las normas para citas, notas o referencias bibliográficas y la bibliografía de nuestra publicación. Por su particularidad y complejidad, hemos respetado la forma en que las ha utilizado el autor.