

Señalización en Telefonía: Sistema de Señalización No. 7 (Primera Parte)

por Luis Gabriel Sienra

Toda llamada telefónica requiere de un modelo de señalización para que ésta sea establecida y mantenida. El envío del número telefónico, el tono de llamada o de ocupado y la información del número del que se llama son algunos ejemplos de señalización. La señalización, por lo tanto, permite el intercambio de información entre los componentes de una red telefónica para permitir la provisión y el mantenimiento de dicho servicio. La importancia del sistema de señalización no. 7 (SS7) reside en la amplia gama de servicios que el usuario puede recibir y en la robusta arquitectura que lo respalda. Debido a estas razones, SS7 se ha convertido en el estándar internacional de señalización en telefonía y, actualmente, quien no cuenta con este modelo de señalización en su red telefónica es considerado obsoleto. Dada la importancia de este modelo, hemos decidido dedicar este y nuestro siguiente artículo a la descripción del protocolo SS7 y de su arquitectura. Hacemos énfasis en la importancia de la señalización telefónica porque todo aquél que desee implementar servicios de voz sobre IP (VoIP, por sus siglas en inglés) en redes de cable, deberá conocer el sistema de señalización no. 7, para garantizar la compatibilidad con la red telefónica tradicional.

En nuestro país, la parte de usuario de la red digital de servicios integrados (PU-RDSI) especifica el modelo de señalización para dicha red y la norma que la define hace referencia al Plan Técnico Fundamental de Señalización como “Parte de Usuario para Servicios Integrados – México” (PAUSI-MX). La PU-RDSI establece el sistema de señalización no. 7 como el protocolo para proporcionar las funciones de señalización necesarias para sustentar servicios en una red digital de servicios integrados.

Durante mucho tiempo, la señalización en las redes de conmutación de circuitos se llevaba a cabo sobre el mismo canal en que se transmitía la señal de voz. Este acercamiento es conocido como “señalización asociada” o “señalización en banda” y, de hecho, continúa utilizándose en la actualidad. El modelo norteamericano de señalización R1 de multifrecuencia y el modelo europeo R2 de multifrecuencia forzada son ejemplos de tecnologías de señalización asociada. Este acercamiento funciona adecuadamente mientras los requerimientos de señalización de un conmutador telefónico sean entre sí mismo y otros conmutadores a los que esté conectado. Si la administración y el establecimiento de llamadas fuera la única aplicación de SS7, la señalización asociada sería suficiente para satisfacer dichas necesidades. El sistema de señalización no. 7 surge como un modelo que permite la señalización entre cualquiera de los nodos de la red.

SS7 es el estándar de la tecnología conocida como señalización de canal común (CCS, por sus siglas en inglés), que consiste en el uso de un canal diferente al canal de voz, destinado únicamente a la señalización. Esta separación permite que, por un lado, se tenga un canal que lleve la conversación y, por otro, un canal que contenga la señalización, de manera que ambos se lleven a cabo de manera independiente. Por este motivo, SS7 es un sistema de señalización fuera de banda que se caracteriza por la transmisión de paquetes de datos a alta velocidad y por la posibilidad de permitir la señalización entre diferentes elementos de la red, entre los cuales no se tiene una comunicación directa.

Un modelo de señalización de canal común, como lo es SS7, permite que algunos de los nodos de la red puedan analizar las señales y, con base en éstas, llevar a cabo alguna acción determinada. Gracias a esto, SS7 ofrece importantes servicios para el usuario final, entre los que destacan el identificador de llamadas, los números gratuitos 1-800 y características de portabilidad del número telefónico. Además de todo lo que se ha comentado, SS7 permite que la señalización se lleve a cabo en todo momento, aún

cuando no existan llamadas establecidas. Lo anterior pudiera ser útil para activar funciones especiales mediante algún código, sin la necesidad de establecer propiamente una llamada telefónica.

Nuestro primer artículo sobre el sistema de señalización número 7 pretende definir la arquitectura de esta tecnología y las capas del modelo SS7, similar en muchos aspectos al modelo de referencia OSI¹. Estrictamente hablando, SS7 es un protocolo de señalización que permite ofrecer servicios y características adicionales en una red telefónica; por tal motivo, la arquitectura SS7 debe considerarse por separado.

En una red SS7, cada nodo se conoce como Punto de Señalización (SP, por sus siglas en inglés) y es identificado mediante una o más direcciones o Códigos de Punto de Señalización (SPC, por sus siglas en inglés). Dos puntos de señalización conectados directamente se dice que son adyacentes y a los enlaces físicos entre ellos se les da el nombre de enlaces de señalización. Es importante notar que por cuestiones de capacidad y seguridad de la red, puede existir más de un enlace de señalización entre dos puntos adyacentes de señalización, cada uno de ellos de 56 ó 64 kbps.

La arquitectura SS7 distingue tres diferentes puntos de señalización: puntos de conmutación de señal (SSPs), puntos de transferencia de señal (STPs) y puntos de control de señal (SCPs). En la arquitectura norteamericana de señalización se han asignado ciertos símbolos para denotar cada una de estas entidades de la red telefónica. La simbología se ilustra en la siguiente figura.



Figura 1. Elementos de Señalización de Red

Los puntos de conmutación de señal representan conmutadores telefónicos equipados con características SS7 y enlaces terminales de señalización. Son éstos los que originan, terminan o conmutan las llamadas. Los puntos de transferencia de señal son parte fundamental de la arquitectura SS7, pues representan los conmutadores de paquetes de la red; son los encargados de recibir y dirigir los mensajes de señalización hacia el destinatario correcto, por lo que llevan a cabo funciones de ruteo. Cuando el STP recibe un mensaje procedente de un SSP, el STP verifica el destino del mensaje y de no ser para él, elige, a partir de sus tablas de ruteo, el punto destinatario de señalización y el enlace a través del cual se enviará el mensaje a este nodo. Los puntos de control de señalización son entidades de la red que ofrecen una lógica complementaria, utilizada para ofrecer servicios adicionales. Básicamente, se trata de bases de datos que proveen características avanzadas como, por ejemplo, servicios a números gratuitos 1-800. Para poder utilizar estos servicios, el SSP envía un mensaje al SCP solicitando instrucciones. Por tal motivo, los conmutadores deben ofrecer cierta funcionalidad que les permita interactuar con el SCP y por esto, en la literatura también se conoce a los SSPs como puntos de conmutación de servicios. Los STPs y

¹ El modelo de referencia de interconexión de servicios abiertos (OSI, por sus siglas en inglés) proporciona un conjunto de estándares que asegura una mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red utilizados en el ámbito mundial. El modelo OSI se encuentra dividido en 7 capas (física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación), donde cada una de ellas lleva a cabo una función específica.

SCPs son normalmente implementados en pares, y aunque no se ubican en el mismo lugar, operan en forma redundante.

Para que la arquitectura SS7 sea robusta, la red deberá diseñarse de tal forma que ofrezca un alto grado de redundancia. De esta forma, cualquier problema que pudiera surgir en alguno de los nodos o en alguno de los enlaces, no provocaría una catástrofe en la red y, en consecuencia, se logra una arquitectura confiable y veloz. La figura 2 muestra un sencillo ejemplo de la disposición de los elementos de la red SS7 y la manera en que estos elementos forman dos redes interconectadas. Será importante enfatizar ciertas características a las que se hace referencia en el mismo esquema:

1. Los STPs W y X llevan a cabo las mismas funciones y, por lo tanto, son parte de la redundancia de la arquitectura. Lo mismo sucede para el par de STPs Y y Z.
2. Cada SSP cuenta con dos enlaces, uno a cada STP. La señalización SS7 al resto del mundo se envía a través de cualquiera de estos enlaces, por lo que se observa aún más redundancia.
3. Los STPs que forman un par entre sí, se unen mediante un enlace.
4. Dos pares de STPs siempre se encuentran interconectados entre sí.
5. Al igual que los STPs, los SCPs se implementan en pares. Sin embargo, no existe un enlace que una los puntos de control que forman un par.
6. Siempre existe una señalización indirecta asociada a los elementos de ambas redes interconectadas.

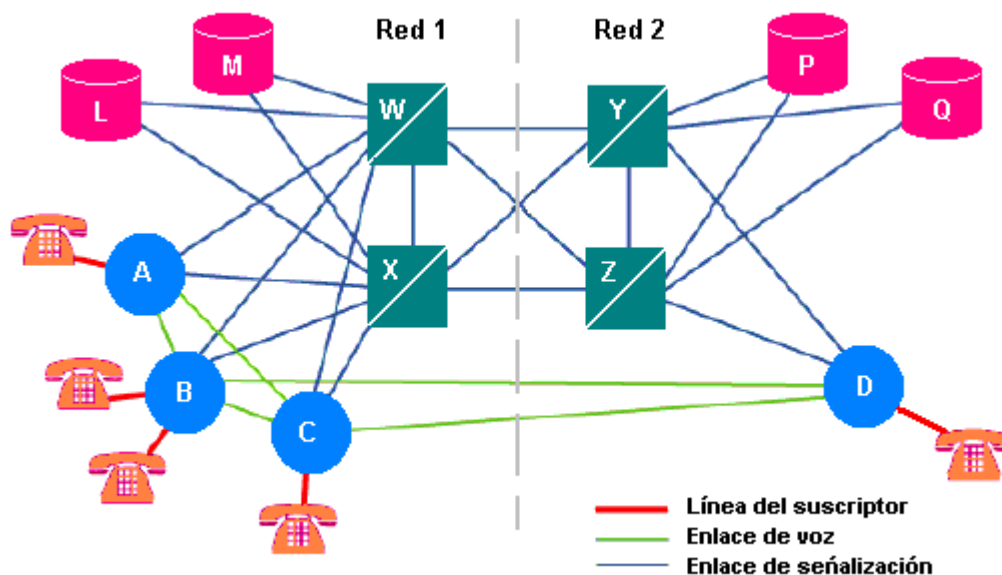


Figura 2. Arquitectura SS7

A partir de la figura anterior se observan dos diferentes tipos de enlace: los enlaces de voz y los enlaces de señalización. Los enlaces de señalización son similares en cuanto a que se trata de líneas bidireccionales que utilizan las mismas capas más bajas del protocolo, pero difieren de acuerdo a su uso en la red telefónica. Básicamente se tienen enlaces A, B, C, D, E y F, aunque existe una categoría que integra los enlaces B y D, conocidos como enlaces B/D. Los enlaces A utilizan esta letra para denotar el “acceso” y unen puntos terminales de señalización, es decir, un STP con un SSP o con un SCP. Ejemplos de este tipo de enlaces son los formados por los nodos AX, AW o PY. Un SSP o SCP que desea comunicarse con su STP puede establecer la señalización a través de cualquiera de sus enlaces tipo A.

Los enlaces B, D y B/D se utilizan para interconectar dos pares de STPs y su función consiste en llevar los mensajes de señalización más allá del área descrita por su red. Los enlaces B toman su nombre a partir del término en inglés “bridge”, que traducido al español se refiere al “puente” que se forma entre dos STPs que no forman un par. Ejemplos de estos enlaces son los que unen los nodos WY y WZ. La letra D en este otro tipo de enlaces denota que éstos son “diagonales” y su función consiste en interconectar pares de STPs a diferentes niveles jerárquicos. Sin embargo, debido a que no existe una jerarquía asociada bien definida, los enlaces B y D suelen considerarse dentro de la categoría B/D. Los enlaces C unen los dos STPs que forman un par y se utilizan para garantizar la confiabilidad de la arquitectura, en el caso en que uno o más enlaces de otro tipo no se encuentren disponibles. La letra C se refiere a un enlace “cruzado” y como ejemplo tenemos el enlace WX.

Así como los enlaces A conectan un SSP con su STP local correspondiente, existe otro tipo de enlace que es opcional y cuya función es unir un SSP con el STP de otra red para ofrecer un respaldo en la conectividad. A estos enlaces se les conoce como “extendidos”, motivo por el cual se les ha asignado la letra E. Estos enlaces no se muestran en la figura 2.

Finalmente, se tienen los enlaces F cuya función es unir dos SSPs, normalmente de la misma red, permitiendo únicamente una señalización asociada. La letra utilizada para designar este tipo de enlaces denota una unión “fully associated”, es decir, “completamente asociada”. El enlace entre los nodos AB es un ejemplo de esta clase de uniones.

Como ya hemos visto, la arquitectura de red SS7 consiste en un conjunto interconectado de elementos que intercambian mensajes para llevar a cabo funciones de señalización. El protocolo SS7, que en realidad no es uno solo, sino una agrupación de ellos, fue diseñado para facilitar dichas funciones y para mantener la red sobre la cual se ofrecen estos servicios. Al igual que muchos otros protocolos recientes, SS7 se encuentra dividido en capas y presenta similitudes con el modelo OSI. La figura 3 muestra cuáles son las capas que integran el modelo SS7.

Los tres niveles más bajos del modelo se ocupan de la Parte de Transferencia de Mensajes (MTP, por sus siglas en inglés) y juntos, son responsables de llevar un mensaje desde su origen hasta su destino. El primer nivel del MTP corresponde a la capa física del modelo OSI y su función es definir las características físicas y eléctricas relacionadas con los enlaces de señalización de la red. El segundo nivel del MTP se ocupa de la transferencia de mensajes de un nodo a otro y asegura que entre estos dos puntos el intercambio sea confiable. De manera similar a lo que sucede en la capa de enlace de datos del modelo OSI, los mensajes de señalización son enviados por las capas superiores del modelo al segundo nivel del MTP, en donde se forman los paquetes que serán enviados a través del enlace. Esta capa cuenta también con funciones de detección de errores, control de flujo y revisión de secuencia.

Para llegar a su destino, un mensaje puede seguir diferentes caminos a través de la red SS7. El tercer nivel del MTP determina cuál es el camino que los mensajes deberán seguir y es el encargado de la administración de mensajes a través de la red de señalización, vista como un todo. Por este motivo, el nivel 3 del MTP se asemeja a la capa de red del modelo OSI y ofrece servicios de direccionamiento, ruteo alterno y control de tráfico.

Por encima de la Parte de Transferencia de Mensajes existen dos alternativas principales. La primera de ellas es la Parte de Usuario RDSI (ISUP, por sus siglas en inglés) que, estrictamente hablando, es un protocolo de señalización que provee servicios a aplicaciones RDSI. Sin embargo, la capa ISUP es utilizada tanto para aplicaciones RDSI como para aplicaciones que no lo sean, y básicamente se ocupa de la iniciación y terminación de llamadas telefónicas entre SSPs. Los mensajes de configuración de llamada son un ejemplo de mensajes que utilizan el protocolo ISUP. Entre estos mensajes de configuración se tiene al Mensaje de Dirección Inicial (IAM, por sus siglas en inglés), que se emplea para

iniciar una llamada entre dos SSPs, el Mensaje de Respuesta (ANM), que indica que una llamada ha sido aceptada por el usuario destino, y el Mensaje de Liberación de Llamada (REL), utilizado para iniciar el proceso de desconexión. Como puede verse, ISUP es un protocolo orientado a conexión, lo cual significa que está relacionado con el establecimiento de la conexión entre usuarios, es decir, se trata de un servicio en el que se establece una conexión, se utiliza y se libera.



Figura 3. Capas del Protocolo SS7

La segunda alternativa es la Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP, por sus siglas en inglés), que a pesar de ser normalmente un protocolo no orientado a conexión, puede utilizarse también en servicios orientados a conexión. La señalización no orientada a conexión se refiere al intercambio de información sin necesidad de establecer una configuración de conexión previa al intercambio de información. De esta forma, la información simplemente es enviada, pudiendo llegar al destino en un orden diferente al que fue transmitida. SCCP es el protocolo que permite que los mensajes sean utilizados por aplicaciones independientes dentro de un nodo. A estas aplicaciones se les conoce como subsistemas y entre ellas podemos mencionar el procesamiento de llamadas 1-800, llamadas con tarjeta y redes inteligentes avanzadas.

Además de lo comentado anteriormente, SCCP cuenta con un mecanismo de direccionamiento avanzado que le permite llevar a cabo la señalización entre dos puntos, aún cuando éstos no conozcan la dirección del otro. Este método es conocido como Direccionamiento de Título Global (GTA, por sus siglas en inglés) y funciona de la siguiente manera. Cuando un conmutador origina un mensaje sin conocer la dirección del destinatario, éste es direccionado al STP junto con una solicitud de GTA. Al llegar al STP, es este nodo quien determina hacia dónde debe dirigirse el mensaje, ya sea al conmutador que lo inició o a algún otro nodo de la red. De esta forma se evita que cada uno de los nodos que pueden originar una llamada tenga que conocer cada una de las direcciones a las que puede dirigirse un mensaje.

Por debajo de la capa de aplicación se encuentra la Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción (TCAP, por sus siglas en inglés), la cual define los mensajes y el protocolo utilizado en los nodos para comunicarse entre aplicaciones. TCAP se emplea en los servicios de bases de datos (SCPs) ya comentados y está definido únicamente para señalización no orientada a conexión, por lo que necesita de la capa SCCP para el transporte.

Lo que hemos discutido en este artículo representa únicamente los conceptos fundamentales para poder comprender el funcionamiento de una red de señalización SS7. En nuestro próximo artículo

intentaremos describir la forma en que se establece una llamada dentro de la red y destacaremos la importancia de cada uno de los elementos que hemos analizado. La tecnología conocida como Voz sobre IP requiere de estos conocimientos y de muchos más para poder ofrecer servicios confiables de telefonía sobre una red de cable.

Antes de terminar, quisiéramos agradecer a nuestros amables lectores por su interés en los artículos que hemos publicado a lo largo de este año y desearles que el año 2002 esté lleno de éxitos para todos.