

Red de Señalización Número 7

EFORT

<http://www.efort.com>

Paralelamente a la digitalización de la red telefónica conmutada, se ha experimentado la necesidad de mejorar la velocidad de intercambio de señalización.

Se han abierto nuevos servicios como la transferencia de llamada. Estos pueden necesitar un intercambio de señalización sin establecimiento real de un circuito de comunicación. Por esa razón, ha sido necesario separar la señalización de la transmisión y hacer transitar esta señalización sobre enlaces específicos. Es la señalización por canal común (CCS, Common Channel Signaling).

La señalización por canal común es un método en el que el canal de señalización (SL, Signaling Link) encamina bajo la forma de tramas de señalización, la información de señalización referente a circuitos o mensajes de gestión y de supervisión.

El conjunto de canales de señalización forma una red especializada en la transferencia de señalización, llamada SS7 (Signaling System 7). Esta red de señalización número 7 funciona siguiendo el principio de la conmutación de paquetes. Contiene encaminadores de paquetes llamados puntos de transferencia de señalización (STP, Signaling Transfer Point) y equipos terminales que pueden ser conmutadores telefónicos, servidores o bases de datos. Los equipos terminales se llaman puntos de señalización (SP, Signaling Point). Gracias a la red de señalización, dos conmutadores telefónicos pueden intercambiar en todo momento mensajes de señalización independientemente de los circuitos establecidos entre ellos.

La Red de Señalización nº7 (SS7) tiene como misión el encaminamiento de las informaciones de control entre los elementos de una red de telecomunicación, como por ejemplo los conmutadores telefónicos, las bases de datos y los servidores (por ejemplo, Service Control Point de la Red Inteligente). La red de señalización nº7 es la clave para la introducción de servicios en la red.

Este tutorial presenta la red de señalización nº7. El párrafo 1 presenta la estructura de una red de señalización a través de sus modos de configuración, sus nodos y sus enlaces. El párrafo 2 introduce la pila de protocolos SS7, particularmente la capa de enlace con el protocolo MTP2, la capa de red MTP3, la capa de transporte con el protocolo SCCP y finalmente el protocolo TCAP en la capa aplicación.

1 Estructura de una red de señalización

1.1 Modos de señalización

Existen tres modos de señalización que pueden ser utilizados. Estos tres modos dependen de la relación entre el canal y la entidad a la que dan servicio.

1.1.1 Modo asociado

El modo más simple se denomina *modo asociado*. En este modo, el canal de señalización es paralelo al circuito de voz, permitiendo el intercambio de la señalización (Figura 1). Se establece obligatoriamente entre dos puntos de señalización (SP, Signaling Point). Este modo no es del todo ideal, ya que requiere un canal de señalización entre un SP dado y todos los otros SPs. Los mensajes de señalización siguen entonces la misma ruta que la voz pero sobre soportes distintos.

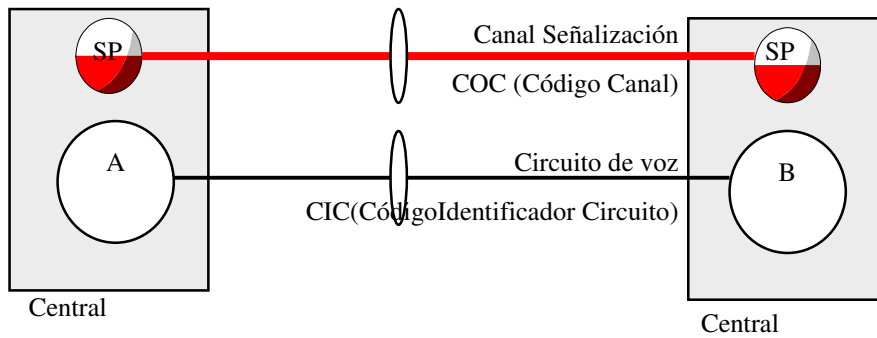


Figura 1 : El modo asociado

1.1.2 Modo disociado

El modo disociado utiliza un camino diferente que el de la voz. Un gran número de nodos intermedios, llamados puntos de transferencia de señalización (STP, Signaling Transfer Point), están implicados en el encaminamiento de los mensajes de señalización. Los STPs son utilizados para dirigir los datos de señalización entre SPs. Por otra parte, los mensajes que tienen como destino un punto de señalización pueden tomar dos rutas distintas ; el funcionamiento del modo disociado es similar al del protocolo IP.

1.1.3 Modo cuasi-asociado

El modo cuasi-asociado se parece al modo disociado pero cruzando un número mínimo de STP para llegar al destino final. Es el modo más utilizado para minimizar el tiempo necesario de encaminamiento de un mensaje. Por otra parte, los mensajes encaminados hacia un destino dado toman la misma ruta. Un ejemplo de modo cuasi-asociado queda representado en la figura 2. Los mensajes de señalización asociados al establecimiento de circuitos de voz entre los conmutadores A y B siguen el camino A-C-B. El STP C enlaza los mensajes emitidos por el SP A al SP B.

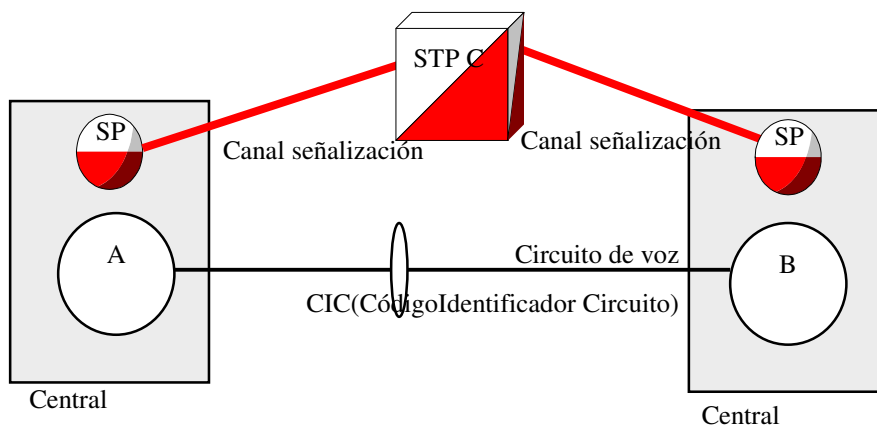


Figura 2 : El Modo cuasi-asociado

1.1.4 Punto de transferencia de señalización

Todos los mensajes o paquetes que contienen datos de señalización son emitidos de un SP a otro SP y pasan través de puntos de transferencia de señalización (STP, Signaling Transfer Point) que pueden ser considerados como los routers de la red de señalización. Los mensajes generalmente no son generados por el STP mismo. El punto STP encamina los mensajes recibidos de los puntos SP de origen a los puntos SP de destino. Existen STPs que actúan al mismo tiempo de SP y de STP (hablamos entonces de STP integrado) ;

existen por otro lado los STP que no actúan como tales. Algunos controladores instalan STP que no integran la función de SP.

Existen tres tipos de STP:

- *El STP nacional* está presente en el seno de una red de señalización nacional y puede encaminar mensajes utilizando el protocolo nacional. Por el contrario, no dispone de una función de traducción del protocolo nacional a otro protocolo; esto es necesario cuando el mensaje está destinado a un SP de otra red de señalización y este último utiliza un formato de mensaje distinto. Este caso se presenta por la transmisión de un mensaje de señalización de un STP francés a un STP americano. Los mensajes encaminados por el STP francés contienen las direcciones de SP de 14 bits, mientras que el STP americano trata mensajes de señalización con direcciones de 24 bits. Los convertidores de protocolo nacional/internacional sólo están presentes en los puntos STP internacionales; estos últimos traducen de un protocolo de señalización nacional a un protocolo internacional. El estándar internacional ha sido definido por el ITU-T. Un ejemplo de estándar nacional es el que está definido por el ANSI para los Estados Unidos.
- *El STP internacional* funciona de la misma forma que un STP nacional. Por contra, sólo es utilizado en el seno de una red de señalización internacional. Esta red interconecta todos los países utilizando los protocolos de señalización definidos por la ITU-T. Ésta garantiza interoperabilidad entre redes de señalización, a pesar de las diferencias a nivel de formatos de direcciones y de mensajes de gestión, por ejemplo, definidos para cada país.
- *El STP pasarela* permite la traducción de un protocolo nacional al protocolo internacional (como el STP internacional), o al mismo tiempo, de un protocolo nacional a otro protocolo. Este tipo de STP es utilizado en particular en las redes celulares. En estas últimas, los conmutadores móviles (MSC, Mobile Switching Center) constituyen la interfaz con las bases de datos, y especialmente el con HLR (Home Location Register) a través de la red X.25. La red X.25 es utilizada como red privada y no permite el acceso a redes celulares de otros operadores. Por otra parte, el protocolo X.25 funciona en modo conectado, mientras que la capa 3 de la red de señalización opera en modo no conectado. Ésta es la razón por la que la mayoría de operadores de redes celulares integran STPs pasarela para utilizar la red de señalización entre los MSCs y las bases de datos. Los MSCs utilizan la red de señalización, mientras que el STP pasarela es la interfaz con la base de datos a través de X.25.

En la red de señalización, el STP recibe mensajes de los SPs bajo la forma de paquetes. Estos paquetes contienen las peticiones, bien relativas al establecimiento / liberación de la conexión, o bien a la base de datos. Si la petición implica el establecimiento de una conexión (circuito de voz), ésta debe ser encaminada al SP que enlaza directamente el destinatario. El destinatario es identificado por el número marcado por el llamante. Si la petición es una transacción de base de datos, como por ejemplo la búsqueda de un número físico que corresponde a un número verde pasado como parámetro en una transacción, entonces el destinatario de la petición es una base de datos.

1.2 Canales de señalización

Un canal de señalización es un soporte bidireccional que permite el transporte fiable de mensajes de señalización entre dos *puntos de señalización* directamente enlazados. Los canales de señalización implantan las funciones de *nivel 2*.

Los canales de señalización funcionan a 56 kbits/s en los Estados Unidos y a 64 kbits/s en casi todo el resto del mundo. Un canal de señalización es un soporte bidireccional que permite el transporte fiable de tramas de señalización entre entidades de señalización adyacentes.

Los canales de señalización son etiquetados a partir de su función en la red de señalización. No existe ninguna diferencia entre los distintos tipos de canales.

Existen seis tipos distintos de canales de señalización en una red de señalización :

- canales de tipo A (Access Link) que enlazan los SPs y los STPs,
- canales de tipo B (Bridge Link) que enlazan STPs de distintas regiones,
- canales de tipo C (Cross Link) que enlazan un par de STPs de la misma región,
- canales de tipo D (Diagonal Link) que enlazan los STPs de un nivel dado (como por ejemplo, local, regional) con los STPs de nivel superior (regional, nacional),
- canales de tipo E (Extend Link) que enlazan un SP de una región dada con un STP de otra región,
- canales de tipo F (Full-associated Link) que enlazan SPs directamente entre ellos, es decir, en modo asociado.

1.2.1 Canal A

Un canal A enlaza un SP con otro STP (Figura 3). Este canal permite que un SP pueda acceder a la red de señalización. En los STP que están emplazados por pares para mantener una redundancia en la red, existen por lo menos dos canales A para cada SP, uno por STP. En el caso donde los STPs no se presentan por pares (caso poco frecuente), sólo puede existir un canal A entre el SP y el STP. El número máximo de canales A que pueden enlazar un SP con STP es igual a 16. Entonces, como máximo, un SP dispondrá de 32 canales A que lo enlazarán a su par de STP.

1.2.2 Canal B

Los canales B son utilizados para conectar pares de STPs del mismo nivel jerárquico (Figura 3). Una red de señalización, como toda red de telecomunicaciones, esta organizada mediante una estructura jerárquica con STPs locales, regionales, nacionales e internacionales. Como máximo, 8 canales pueden enlazar dos STPs que pertenecen a dos pares de STPs diferentes.

La red de STPs es una red mallada.

1.2.3 Canal C

Un canal C enlaza dos STPs del mismo par (Figura 3). El tráfico de señalización normal no transita a través de un canal C, salvo en periodo de congestión. Los únicos mensajes que circulan por los canales C en situación normal son los mensajes de gestión de red. Como máximo, 8 canales pueden enlazar dos STPs del mismo par.

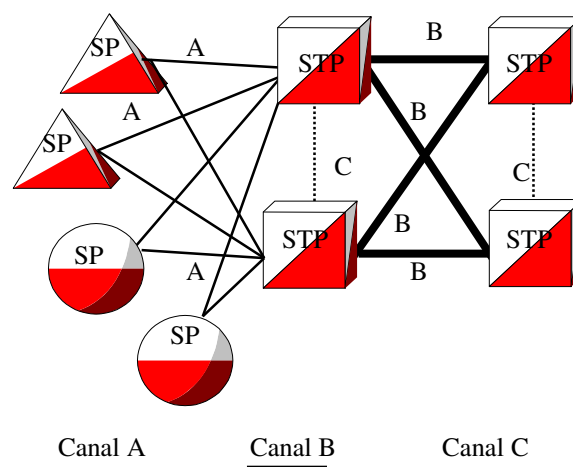


Figura 3: Canales de tipos A, B et C

1.2.4 Canal D

Los canales D enlazan un par de STPs de un primer nivel jerárquico con un par de STPs de un segundo nivel jerárquico (Figura 4). Todas las redes de señalización no despliegan sistemáticamente canales D. Sólo las redes que tienen una estructura con varios niveles jerárquicos hacen aparecer canales D.

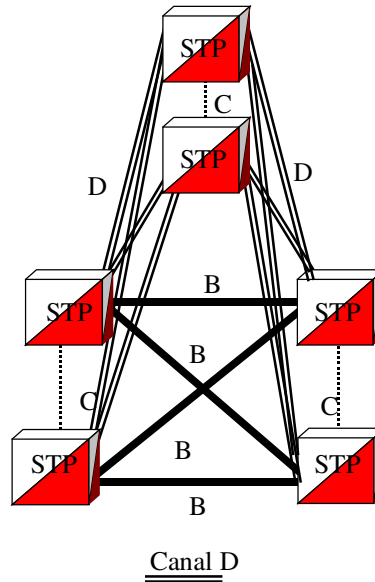


Figura 4: Canales de tipo D

1.2.5 Canal E

Un canal E conecta un SP con otro STP distante que no forma parte del par de STPs locales en el SP (Figura 5). El canal E se convierte entonces en el camino que seguirán los mensajes emitidos por el SP si el par de STPs locales presenta una situación de sobrecarga. Un número máximo de 16 canales de señalización E pueden enlazar un SP con otro STP.

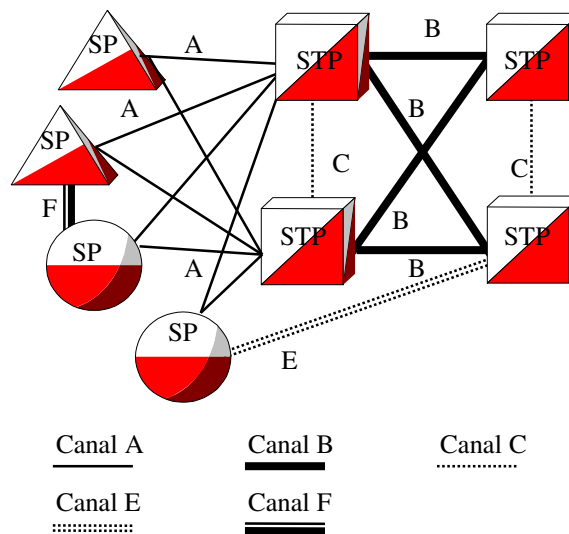


Figura 5: Canales de tipos E et F

1.2.6 Canal F

Un canal F es utilizado cuando un tráfico importante debe transitar entre dos SPs, o cuando un SP no puede estar directamente enlazado con un STP (Figura 5). Los canales de tipo F utilizan el modo asociado.

1.2.7 Grupo de enlaces de señalización

Los canales de señalización son emplazados en conjuntos, llamados grupos de enlaces de señalización (linkset). Todos los canales dentro del mismo grupo de enlaces deben tener el mismo nodo adyacente (Figura 6). Dos SPs o dos STPs pueden estar enlazados entre ellos a través de un grupo de enlaces de señalización donde el número máximo de canales de señalización es 8.

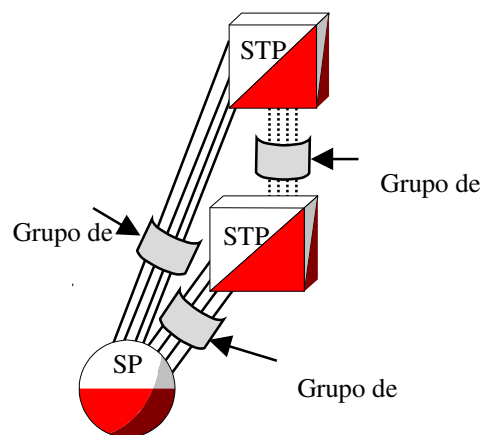


Figura 6: Grupo de enlaces de señalización

1.2.8 Comportamiento de los canales de señalización

Los canales de señalización deben estar disponibles permanentemente para encargarse del tráfico de señalización. Cuando un canal cae, los otros canales del mismo grupo deben encargarse de su tráfico. Al mismo tiempo, cuando un STP cae, el otro STP del par debe tratar el tráfico desbordado. Un canal puede así de repente haber tratado en situación anormal más tráfico que en situación normal. Por esta razón, un canal de señalización no puede utilizar en situación normal más del 40% de su caudal nominal. El 20% restante es utilizado para transportar mensajes de gestión.

Con un mensaje ISUP de un tamaño medio de 40 octetos, un canal de señalización con un caudal nominal 64 kbit/s puede transportar como máximo 80 mensajes ISUP $((64000/8)/40)*(40/100)$ en situación normal y 160 mensajes ISUP si se encarga del tráfico de otro canal que ha caído.

2 La pila de protocolo SS7

La estructuración en capas de la red SS7 ha estado influida por el modelo OSI (Open Systems Interconnection).

SS7 está dividido en cuatro niveles representados en la figura 7 (el término nivel es utilizado para diferenciar el concepto de capa OSI :

- Nivel 1 : físico
- Nivel 2 : enlace de datos
- Nivel 3 : red
- Nivel 4 : parte(s) usuario.

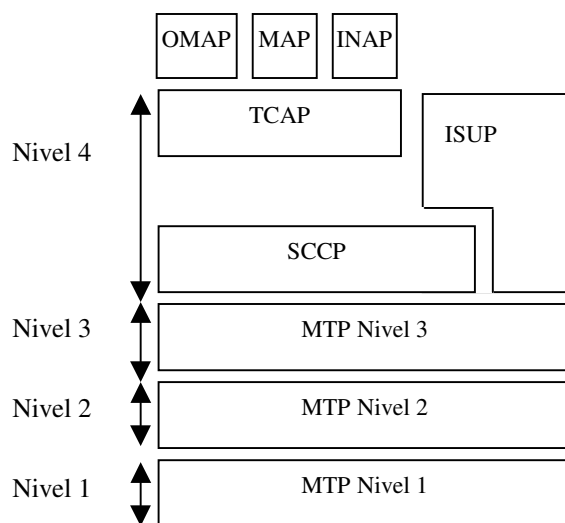


Figura 7 : Pila del protocolo SS7

Los niveles 1 a 3 se encargan de la transferencia de mensajes de señalización entre nodos de la red SS7 , y esto, de forma fiable. Por otra parte, proporcionan el conjunto de funciones necesarias para gestionar la red. Los niveles 1 a 3 son denominados sub-sistema de transferencia de mensajes (*MTP*, Message Transfer Part) de SS7.

El nivel 4 trata los servicios de señalización. Varios bloques funcionales en el nivel 4 representan aplicaciones específicas que utilizan los servicios de MTP. Como estos bloques funcionales son usuarios de MTP, son considerados como partes de usuario. Varias partes de usuario pueden existir simultáneamente en el nivel 4. Ejemplos de partes usuario son ISUP (ISDN user part) y TCAP (Transaction Capability Application Part). *ISUP* ofrece el servicio de base de establecimiento y liberación de circuitos, así como servicios complementarios (identificación de la línea llamante, reenvío de llamada sobre ocupación, reenvío de llamada por no-respuesta, reenvío de llamada incondicional, etc.).

TCAP ofrece los servicios a invocación a distancia. Un ejemplo de invocación es la interrogación de una base de datos de número verde para obtener la traducción entre un número verde y el número físico correspondiente.

Entre las distintas aplicaciones que utilizan los servicios de TCAP figuran las siguientes:

- *INAP* (Intelligent Network Application Part) es el protocolo que permite la ejecución de servicios de valor añadido (número verde, red privada virtual, carta prepago, etc.) con la arquitectura de red inteligente.
- *MAP* (Mobile Application Part) ofrece el servicio de movilidad del terminal.
- *CAP* (CAMEL Application Part) es el protocolo que permite la ejecución de servicios de valor añadido (red privada virtual, carta prepago, etc) en redes móviles de tipo

GSM/GPRS/3G con la arquitectura de red inteligente móvil llamada CAMEL (Customized Application Mobile network Enhanced Logic) . Los mismo servicios pueden ser ofrecidos desde la red nominal o desde una red visitada.

- *OMAP* (Operation Maintenance and Administration Part) ofrece un servicio de gestión de una red de señalización N°7.

SCCP (Signaling Connection Control Part) es también un usuario de MTP. *SCCP* puede ser considerado como una ampliación de MTP. Proporciona junto al MTP las funciones ofrecidas por las tres capas bajas del modelo de referencia OSI. *SCCP*, por su parte, sirve a los usuarios de nivel 4, como por ejemplo, *TCAP*. *ISUP* puede ser un usuario de *SCCP* o directamente un usuario de MTP.

La torre SS7 completa es implementada en los SPs. En cambio, los STPs sólo implantan la parte MTP y en ocasiones la parte *SCCP*.

2.1 MTP

El MTP está constituido por tres entidades situadas en las capas 1, 2 y 3 de la pila de protocolo SS7. Las principales funciones de estas entidades son presentadas a continuación.

MTP nivel 1 (MTP1) es el enlace de señalización de datos (SDL, Signaling Data Link) que consiste en un par de canales de transmisión digital que operan a 64 kbits/s y que transportan las unidades de datos SS7 entre dos puntos de señalización (Figura 8). Pueden considerarse varios soportes físicos.

MTP nivel 2 (MTP2) concierne al procedimiento de control de línea necesario para fiabilizar la transmisión de mensajes de señalización y se denomina canal de señalización (SL, Signaling Link).

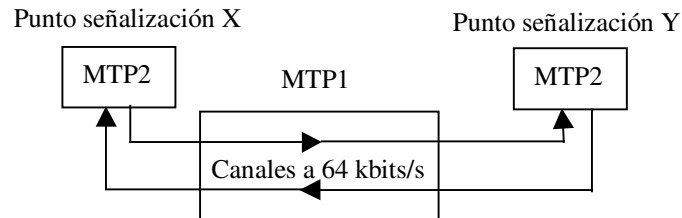


Figura 8: MTP nivel 1

MTP nivel 3 (MTP3) es la interfaz entre el MTP y los usuarios MTP (Protocolos de nivel 4) en un punto de señalización. Al mismo tiempo, MTP3 integra procedimientos para reenrutar los mensajes cuando se produce un error en la red de señalización.

A nivel de un punto de señalización, están presentes una entidad MTP1 y una entidad MTP2 por canal de señalización, y una única entidad MTP3 (Figura 3). Los canales de señalización transportan tramas de señalización de mensaje (MSU, Message Signal Unit), tramas de señalización de estado del enlace de señalización (LSSU, Link Status Signal Unit) y tramas de señalización de relleno (FISU, Fill-In Signal Unit).

Las LSSUs y las FISUs son generadas a nivel de una entidad MTP2 en uno de los extremos del canal de señalización, y terminan en una entidad MTP2 en el otro extremo del mismo canal.

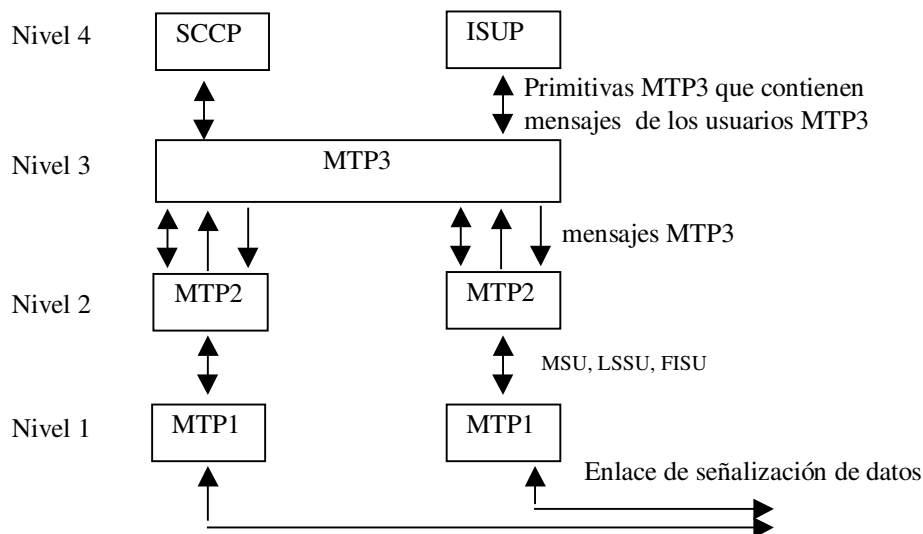


Figura 9 : MTP

Los mensajes de señalización reenviados por el nivel superior (es decir, MTP3) son transmitidos sobre el canal de señalización bajo la forma de *tramas de señalización* de tamaño variable. Estas tramas de señalización contienen, a parte de las informaciones de señalización, las informaciones de petición de transporte que aseguran el buen funcionamiento del canal de señalización.

2.2 MTP Nivel 2

2.2.1 Funciones MTP Nivel 2

Las funciones del canal de señalización comprenden:

- la delimitación de las tramas de señalización,
- la alineación de las tramas de señalización,
- la detección de errores,
- la corrección de errores,
- la alineación inicial
- la observación de la tasa de error sobre el canal de señalización,
- el control de flujo.

2.2.1.1 Delimitación de las tramas de señalización

Como las tramas de señalización son de tamaño variable, es necesario marcar o delimitar el principio y el fin de cada trama que pertenezca al tráfico de señalización. El principio y el fin de la trama de señalización son indicados por una configuración particular de 8 bits (01111110) denominada *indicador*. Se toman disposiciones para impedir que esta secuencia sea imitada por otros dentro de la trama.

2.2.1.2 Alineación de tramas de señalización

Un canal de señalización es considerado alineado si las tramas de señalización son recibidas en secuencia, con un número de bytes correctos en función del tipo de trama. El número de bits de la trama debe ser múltiplo de 8. Se producen pérdidas de alineación cuando una configuración no permitida por el procedimiento de delimitación (más de seis "1" consecutivos) es recibida o cuando el tamaño de una trama de señalización no está comprendida entre 6 y 279 bytes. Cuando se produce una pérdida de alineación, los datos son suprimidos hasta la recepción de una configuración de bits correspondiente a un indicador.

El canal de señalización no entra en situación de fuera de servicio mientras el número de errores no exceda un cierto límite. Los detalles de este procedimiento son precisados más adelante.

2.2.1.3 Detección de errores

La detección de errores. La función de detección de errores se implementa mediante 16 bits de control al final de cada trama de señalización. Estos bits de control son generados por la entidad emisora a partir de los bits precedentes dentro de la trama, sin contar los de la bandera. En recepción, los bits de control son recalculados y el resultado se compara con los bits de control presentes en la trama. Si no hay igualdad, se indica la presencia de un error, la trama es rechazada y no se pasa a la capa MTP 3. Se reenvía un acuse de recibo negativo a la entidad emisora.

2.2.1.4 Corrección de errores

La corrección de errores. La corrección de error es realizada por retransmisión de tramas de señalización en error. La trama emitida se registra en una memoria tampón de retransmisión. La trama se conserva hasta la recepción del acuse de recibo positivo correspondiente, que conduce a su supresión en el tampón.

2.2.1.5 Alineación inicial

El procedimiento de alineación inicial se aplica a la primera inicialización de un canal de señalización para activar el servicio, así como para el restablecimiento de un canal de señalización tras un fallo. La alineación inicial de un canal es realizada independientemente a los otros canales. Es la capa MTP 3 la que requiere la alineación inicial de un canal que emite una indicación "start" a la capa MTP 2. MTP 3 conoce el estado de los distintos canales de señalización que conectan un punto de señalización. MTP 3 requiere una alineación inicial urgente si no existe ningún canal en servicio entre dos puntos de señalización. La alineación inicial normal es solicitada cuando existe por lo menos un canal en servicio.

2.2.1.6 Observación de la tasa de error sobre el canal de señalización

La supervisión de la tasa de error en el canal de señalización. Con la función supervisión de la tasa de error en las tramas de señalización (SUERM, Signal Unit Error Rate Monitor), cada trama de señalización recibida erróneamente incrementa el contador correspondiente. Cada 256^{ava} trama recibida sin error decrementa el contador, si el contador es superior a 0. Cuando el contador llega al valor 64, el canal se pone fuera de servicio y se realiza el procedimiento de alineamiento.

2.2.1.7 Control de flujo

El control de flujo. El procedimiento de control de flujo es utilizado en caso de congestión en la capa MTP 2. Un ejemplo de congestión es la recepción de un número demasiado elevado de tramas de señalización en la extremidad receptora de un canal de señalización. Esta extremidad saturada notifica esta situación a la extremidad emisora distante mediante una

trama de señalización de estado (LSSU), con la indicación “Busy” (ocupado) y suspende la emisión de acuses de recibo de todas las tramas de señalización de mensaje (MSSU, Message Signal Unit) recibidas.

2.3 MTP Nivel 3

2.3.1 La etiqueta de encaminamiento

La etiqueta de encaminamiento normalizada por el ITU-T en la recomendación Q.704 para la red de señalización internacional tiene una longitud de 32 bits divididos en tres campos (Figura 10):

- Código del punto de destino (DPC, Destination Point Code) de 14 bits,
- Código del punto de origen (OPC, Origination Point Code) de 14 bits,
- Selección de los Canales de Señalización (SLS, Signaling Link Selection) de 4 bits

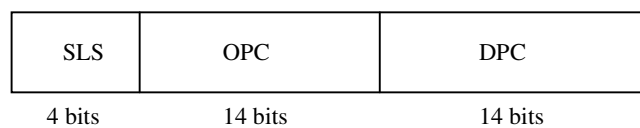


Figura 10: Estructura de la etiqueta de encaminamiento

El campo DPC identifica el SP destino del mensaje, mientras que el campo OPC indica el SP emisor del mensaje. La función del campo SLS es de realizar una repartición de la carga entre canales de señalización.

Con los campos OPC y DPC de 14 bits de longitud, la red de señalización internacional puede contener 16344 SPs. A escala internacional, es posible adoptar este formato si el número de SPs no va a superar este máximo.

En los Estados Unidos, por ejemplo, el formato ha sido modificado por el ANSI (American National Standards Institute). La longitud de los campos DPC y OPC es de 24 bits, mientras que el campo SLS tiene una longitud de 8 bits.

El campo SLS es utilizado para seleccionar un canal de señalización en particular dentro de un conjunto de canales de señalización.

Cada punto de señalización o STP se identifica de forma única por un código de punto de señalización que es utilizado por la función de encaminamiento de la capa MTP 3 para encaminar los mensajes de señalización.

La estructura de los campos OPC y DPC de longitud 14 bits se subdivide en tres subcampos (Figura 11): identificación de la zona geográfica mundial (network identifier) de 3 bits, identificación de la zona/red (network cluster) de 8 bits, e identificación del punto de señalización (network cluster member) de 3 bits.

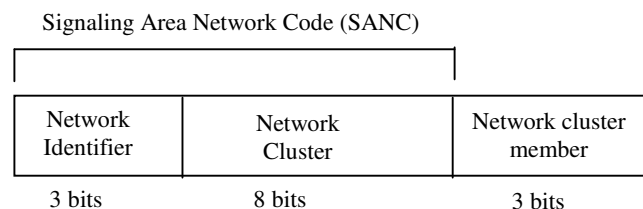


Figura 11: Formato de los códigos de puntos internacionales

El campo Network Identifier tiene el valor 2 para Europa, 3 para los Estados Unidos, 4 para Asia, 5 para Australia, 6 para África y 7 para América del Sur. Los valores 0 y 1 están reservados para una atribución futura. Por tanto, son suficientes 3 bits para codificar el conjunto de estos valores.

A cada país se le atribuye uno o varios códigos de zona/red de señalización (SANC, Signaling Area Networ Code). Francia tiene atribuidos los valores comprendidos entre 2-016 y 2-023, donde el prefijo 2 es el valor del campo Network Identifier.

2.3.2 Orientación de los mensajes de señalización

Las funciones de orientación de los mensajes en la capa MTP nivel 3 se dividen en 3 grupos. Se trata de:

- La función de discriminación de mensajes,
- La función de distribución de mensajes,
- La función de encaminamiento de mensajes.

2.3.2.1 Funciones de discriminación y de distribución de mensajes

Cuando se recibe un mensaje de un punto de señalización (SP), la función de discriminación compara el código del punto de destino (DPC, Destination Point Code), presente en la etiqueta de encaminamiento del mensaje, con el código de punto del SP. Si son idénticos, la función de discriminación interpreta que este mensaje está destinado a este mismo SP. La etapa siguiente consiste en reenviar el mensaje hacia el subsistema usuario apropiado. Esta tarea la lleva a cabo la función de distribución. Esta examina los 4 bits del campo Service Indicator (SIO) presentes en el campo Service Information Octet (SIO) del mensaje recibido. A partir del valor del campo SI, la función de distribución debe entregar el mensaje al destino correcto en el SP.

Si el valor del DPC es distinto al del código de punto del SP, la función de discriminación considera que el mensaje no está destinado a dicho SP. Cuando el SP tiene funcionalidad de STP, el mensaje debe entonces ser transferido a la función de encaminamiento de los mensajes.

2.3.2.2 Función de encaminamiento de los mensajes

La función de encaminamiento de los mensajes en un SP se encarga de la emisión de mensajes desde este SP. Cuando un subsistema usuario emite un mensaje, la función de encaminamiento de los mensajes debe determinar el canal de señalización sobre el que enviar el mensaje. Por otro lado, ésta realiza una repartición de la carga del conjunto de los canales disponibles hacia un destino determinado. El canal escogido es indicado en el campo selección de los canales de señalización (SLS, Signaling Link Selection). La figura 21 representa la función de encaminamiento de un SP.

2.3.3 Encaminamiento en una red SS7

El encaminamiento en una red de señalización n^o7 se basa en el código del punto de destino (DPC) contenido en los mensajes de señalización MTP 3. El campo DPC se utiliza de una de las dos formas siguientes:

- La primera consiste en examinar el campo DPC completo para determinar la ruta del mensaje.
- La segunda consiste en sólo tener en cuenta una parte del campo DPC.

2.3.4 Repartición de carga

El propósito de la repartición de la carga es repartir el tráfico de señalización entre varios canales de señalización para poder realizar una distribución equitativa de la carga sobre la capa MTP nivel 2, y así evitar congestiones en ciertos canales. Existen dos tipos de repartición de cargas: repartición de carga entre canales de señalización que pertenecen a un mismo conjunto (link set) y repartición de carga entre canales de señalización que no pertenecen a un mismo conjunto.

En la primera parte, que es la más simple, los cuatro bits del campo SLS permiten repartir la carga entre un máximo de 16 canales que pertenezcan al mismo grupo. Por ejemplo, un mensaje emitido desde un SP X contendrá en su campo SLS el valor 0000 y será emitido sobre el canal 1. En el mensaje siguiente, el campo SLS podrá tener el valor 0001 y será enviado sobre el canal 2. De esta forma, es posible otorgar distintos valores al campo SLS y repartir así los mensajes entre los canales de un grupo dado.

2.3.5 Gestión de la red de señalización

La gestión de la red de señalización proporciona dos funciones principales: reconfiguración en situación de fallo, y gestión del tráfico en situación de congestión.

Los fallos se pueden presentar sobre todo elemento que constituya una red SS7: los canales de señalización, los SPs y los STPs. Una ruta de señalización está compuesta por estos elementos y el fallo de uno de ellos deja la ruta indisponible, provocando el desvío del tráfico de señalización hacia otras rutas.

Puede aparecer una congestión en una parte de la red de señalización. Se trata entonces de reducir temporalmente el tráfico sobre el elemento congestionado.

Bajo estas consideraciones, la gestión de la red de señalización se descompone en tres funciones (Figura 12):

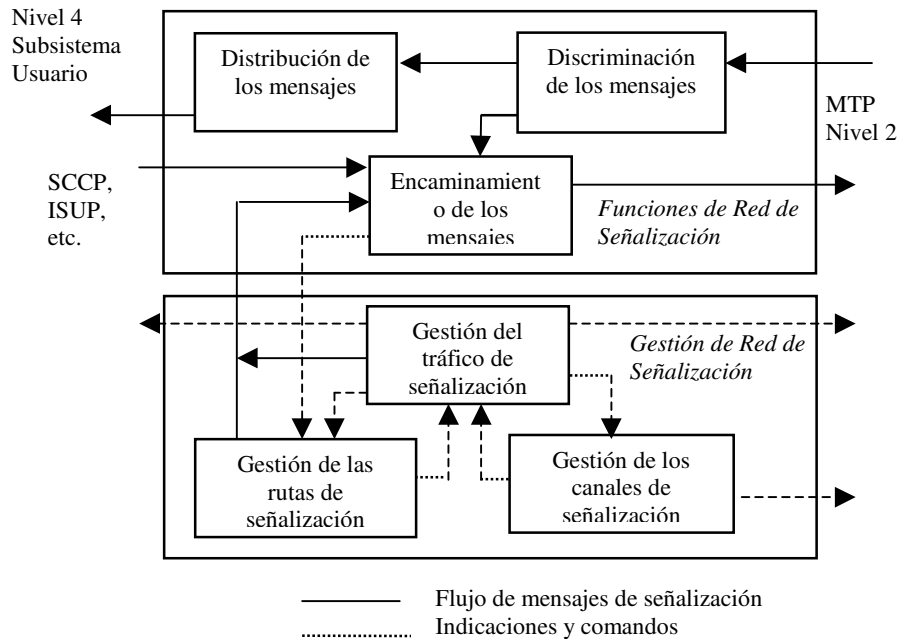


Figura 12: Funciones de la red de señalización

- La función de gestión de los canales de señalización (Signaling link management)
- La función de gestión del tráfico de señalización (Signaling traffic management)
- La función de gestión de las rutas de señalización (Signaling route management)

La función de gestión de los canales de señalización (Signaling link management): esta función proporciona los procedimientos necesarios para la gestión de los canales de señalización conectados a un punto de señalización específico: activación, restablecimiento, desactivación. Estos canales están controlados individualmente.

- La función de gestión del tráfico de señalización (Signaling traffic management): cuando un punto de señalización queda indisponible tras un fallo, es necesario desviar el tráfico encaminado por el canal indisponible por otros canales disponibles. Al mismo tiempo,

cuando una ruta hacia un destino dado queda indisponible, es necesario desviar el tráfico por otras rutas hacia este destino. También es necesaria una reorganización del tráfico tras una desactivación de un canal o de una ruta. En caso de saturación en un punto de señalización, el tráfico hacia este punto debe ser reducido temporalmente. El tráfico debe ser desviado cuando el punto de señalización falla y cuando se vuelve a establecer. La gestión del tráfico de señalización proporciona un conjunto de procedimientos de desvío de tráfico de señalización tras una indisponibilidad / disponibilidad de canal de señalización, indisponibilidad / disponibilidad de ruta de señalización, indisponibilidad / disponibilidad de punto de señalización.

- La función de gestión de las rutas de señalización (Signaling route management): esta función asegura la disponibilidad y la fiabilidad de las rutas de señalización entre puntos de señalización.

2.4 SCCP

Las capacidades de encaminamiento de la capa MTP 3 están limitadas a encaminar los mensajes hasta el punto de señalización adecuado a partir del código de punto de destino (DPC), y una vez los mensajes han sido entregados, a remitirlos al sub-sistema usuario MTP en el punto de señalización a partir del valor del campo SIO de cada mensaje.

El SCCP ofrece una función suplementaria de traducción de dirección llamada título global (GT, Global Title). Un título global es una dirección como un número verde, un número de teléfono móvil, un número RDSI, etc., que no puede ser encaminada directamente. El SCCP traduce este título global en un código de punto DPC y un número de sub-sistema (SSN, Sub-System Number). El número SSN identifica el sub-sistema usuario SCCP en un punto de señalización dado. Entre los usuarios de SCCP figuran la gestión SCCP, el ISUP, el OMAP, una aplicación de comunicación con tarjeta de facturación, etc. El número SSN es similar al campo SIO, pero SCCP permite direccionar 255 sub-sistemas en un punto de señalización gracias a SSN, mientras que MTP 3 sólo puede direccionar 16 usuarios MTP (entre ellos SCCP) mediante el campo SIO (Service Indicador Octet).

2.4.1 Las clases de servicio SCCP

Las capacidades de encaminamiento de la capa MTP 3 se limitan a encaminar los mensajes hasta el punto de señalización adecuado a partir del código del punto de destino (DPC), y una vez los mensajes son entregados, a entregarlos al subsistema usuario MTP en el punto de señalización a partir del valor del campo SIO de cada mensaje.

El SCCP proporciona una función suplementaria de traducción de la dirección denominada título global (GT, Global Title). Un título global es una dirección como la de un número verde, un número de teléfono móvil, un número ISDN, etc., que no puede ser encaminada directamente. El SCCP traduce este título global en un código de punto DPC y un número de subsistema (SSN, Sub-system number). El número SSN identifica un subsistema usuario SCCP en un punto de señalización dado. Entre los usuarios de SCCP figuran la gestión SCCP, el ISUP, el OMAP, una aplicación de comunicación con la carta de facturación, etc. El número SSN es similar al campo SIO, pero SCCP permite direccionar 255 subsistemas en un punto de señalización gracias al SSN (Sub-System Number), mientras que el MTP 3 sólo puede direccionar 16 usuarios MTP (del SCCP) gracias al campo SIO (Service Indicador Octet).

El SCCP proporciona los servicios suplementarios al MTP para soportar los servicios de red en modo conectado y en modo no conectado entre nodos SS7, a diferencia de MTP 3, que sólo proporciona servicios en modo no conectado. El conjunto global de los servicios proporcionados por el SCCP se subdivide en cuatro clases:

- Clase de protocolos para servicios sin conexión básicos,
- Clase de protocolos para servicios sin conexión con mantenimiento de la secuencia

- Clase de protocolos para servicios con conexión básicos
- Clase de protocolos para servicios con conexión y control de flujo.

Para ilustrar el funcionamiento de SCCP, consideremos el ejemplo del servicio número verde (Figura 13).

Un conmutador (A) emite mediante su punto de señalización (SSP, Service Switching Point) un mensaje INAP dirigido a un punto de petición de servicio (SCP, Service Control Point) visto como un SP enlazado a la red de señalización. El objetivo de este mensaje INAP que contiene el número verde marcado por el usuario consiste en activar el servicio número verde alojado por el SCP para obtener la traducción del número verde en un número físico, que puede ser entonces encaminado desde el SP A. En este ejemplo, los SCPs capaces de encargarse de esta petición son denominados (C) y (D).

Los puntos E, F, G y H son STPs. Los códigos de punto de diferentes nodos de la red de señalización son a, b, c, d, e, f, g y h. Los números de subsistema en los SCPs son referenciados x, mientras que el subsistema del SSP se denomina y.

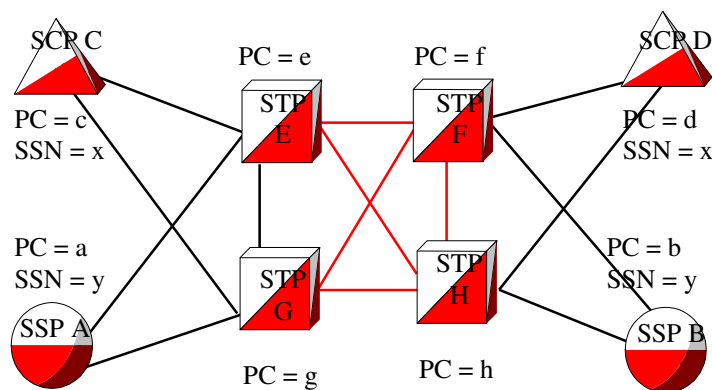


Figura 13 : Ejemplo de configuración

Se supone que la llamada a un número verde (e.g., mensaje SETUP ISDN) llega al conmutador A (SSP A). El SSP A emite entonces una transacción hacia una base de datos para obtener un número físico y encaminar así la llamada. Se considera que la información de traducción está localizada para este número verde en los puntos de petición de servicio C y D (SCP C y SCP D).

La figura 14 muestra los parámetros de dirección MTP 3 y SCCP de las primitivas a los puntos de señalización A, G y D.

Inicialmente, TCAP-A recibe de una ASE Q800 (800 number queries) una transacción que indica las direcciones CDA (Called party address) y CGA (Calling party address). TCAP-A la incluye en una primitiva N-unitdata Request emitida hacia la entidad SCCP_A. El parámetro CDA indica una llamada global (GT) por la cual el tipo de traducción es igual a *t* y la dirección igual a *n* (i.e., el número verde). El tipo de traducción indica que *n* debe ser convertido en un PC+SSN de una aplicación número verde que se encuentra en un punto de petición de servicio que contiene la información de traducción.

SCCP-A introduce el GT en el campo CDA de la primitiva N-unitdata y las informaciones PC = a y SSN = y en el campo CGA. Por otro lado, SCCP-A posiciona el bit *indicador de encaminamiento* de la dirección CDA al valor 0 para indicar que una traducción de GT es necesaria. En el momento que SCCP-A ha recibido un GT y sabe que SCCP-G puede realizar la traducción de GT, incluye la dirección MTP del STP G (PC = g) pasando el mensaje a la entidad MTP-A. MTP-A forma entonces una trama MSU que transfiere a la entidad MTP-G de STP G.

La entidad MTP-G transmite el mensaje a la entidad SCCP-G (gracias a la información proporcionada por el campo SIO de la trama MSU recibida). SCCP-G traduce entonces el GT y obtiene las informaciones PC = d y SSN = x. SCCP-G introduce entonces la información SSN = x en el campo CDA del mensaje SCCP y la pasa a la entidad MTP-G tras haberla encapsulado en una primitiva MTP-transfer.Request que incluye como código de punto destino DPC = d. Por otro lado, posiciona el bit *indicador de encaminamiento* al valor 1. La entidad MTP-G encamina el mensaje hacia la entidad MTP-F de STP F que la transmite a su vez hacia la entidad MTP-D de SCP D. STP F no utiliza las funcionalidades de su capa SCCP porque no es necesario realizar la traducción de GT.

MTP-D remonta el mensaje hacia la entidad SCCP-D (gracias a la información proporcionada por el campo SIO de la trama MSU recibida). SCCP-D transmite a su vez el mensaje hacia TCAP-D. La información SSN = x permite direccionar la aplicación correcta, es decir, la aplicación número verde.

La respuesta proporcionada por SCP D a SSP A no realiza llamada a SCCP ya que ninguna traducción no es solicitada. En efecto, SCP D utiliza las informaciones de dirección PC = a, SSN = y incluidas en la petición recibida por SCP-D.

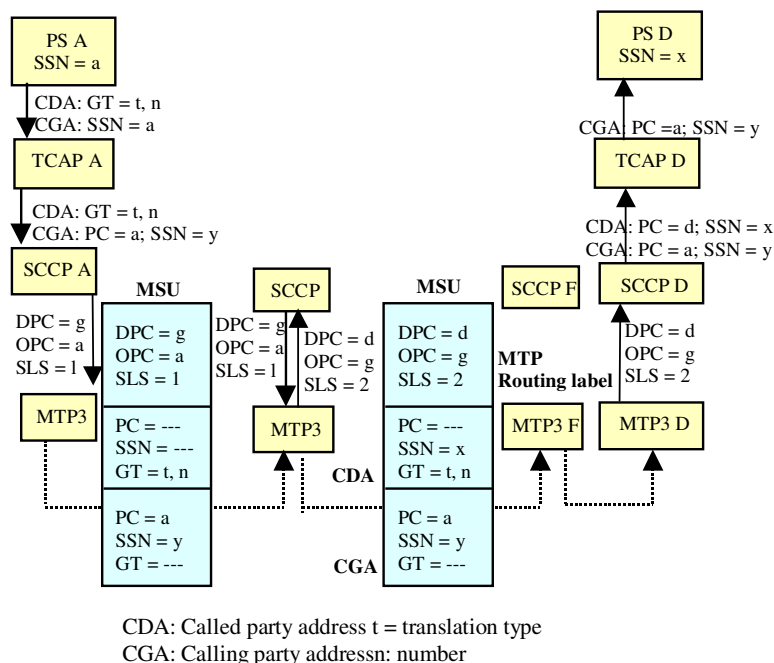


Figura 14 : Intercambio transaccional para la obtención de la traducción de un número verde

2.5 Transactions Capabilities Applications Part : TCAP

La capacidad de transacción (TC, Transaction Capabilities) proporciona las primitivas que permiten el intercambio de informaciones entre dos aplicaciones (por ejemplo, SCP y SSP). Principalmente, permite descomponer una transacción en una sucesión de operaciones (componentes) para dirigir los diálogos.

TCAP está estructurado en dos sub-capas (Figura 15):

- Una sub-capa Componente,
- Una sub-capa Transacción.

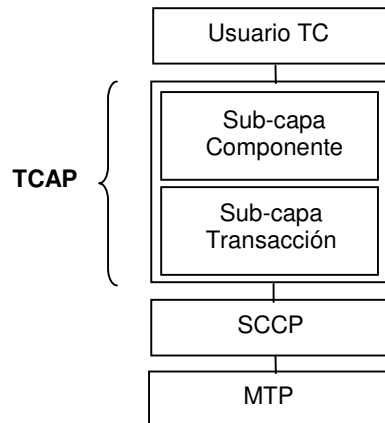


Figura 15: La capa TCAP

2.5.1 Sub-capa componente

Un componente consiste en un lanzamiento, un resultado positivo o negativo o un rechazo de operación. La sub-capa Componente ofrece un servicio de gestión de componentes. En el interior de un diálogo establecido, este servicio modeliza la interacción entre dos entidades a partir de un concepto de operación. Una entidad emisora pide a la entidad receptora la ejecución de una operación; la entidad receptora interpreta la petición, ejecuta la operación si la interpretación ha sido posible, e informa del resultado positivo o negativo de esta ejecución.

2.5.2 Sub-capa transacción

La sub-capa transacción ofrece un servicio de gestión de diálogo. Este servicio permite a las dos entidades establecer, mantener y terminar los diálogos, e interaccionar entre ellas en el interior de un diálogo establecido intercambiando componentes.

Referencias

- Travis Russel. " Signaling System #7 ", McGraw-Hill Telecommunications, 2ª edición, 1999.
- Uyless Black. "ISDN and SS7 Architectures for Digital Signaling Networks ", Prentice Hall Series in Advanced Communications Technologies, 1997.
- ITU-T Rec. Q.761, « Descripción funcional de ISUP », 1998.
- ITU-T Rec. Q.711, « Descripción funcional de SCCP », 1998.
- ITU-T Rec. Q.771, « Descripción funcional de TCAP », 1997
- ITU-T Rec. Q.703, « Canal de Señalización nº7 », 1996.
- ITU-T Rec. Q.704, « Funciones y mensajes de la red de Señalización nº7 », 1996.