

Introducción a la señalización

Ferran Adelantado i Freixer

PID_00201835

Tiempo de lectura y comprensión: **4 horas**



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis un uso comercial y no hagáis una obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

Introducción	5
Objetivos	6
1. ¿Qué es la señalización?	7
2. Evolución histórica de la señalización	12
3. Consideraciones sobre la nomenclatura empleada	16
4. Clasificación de las técnicas de señalización	18
4.1. Diferencias entre señalización <i>inchannel</i> y <i>common channel</i> ...	20
4.1.1. <i>Channel Associated Signalling</i> (CAS)	20
4.1.2. <i>Common Channel Signalling</i> (CCS)	24
4.2. La metaseñalización (<i>metasignalling</i>)	28
5. Modelos de señalización	30
5.1. Señalización punto a punto	30
5.2. Señalización punto a multipunto	30
5.3. Señalización multipunto a multipunto	32
6. Clasificación de la señalización según el enlace	33
6.1. Señalización de red	33
6.2. Señalización de subscritor	34
7. Organizaciones estandarizadoras	36
7.1. International Telecommunications Union (ITU)	36
7.2. European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ...	37
7.3. Third Generation Partnership Project (3GPP) y Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2)	37
7.4. Internet Engineering Task Force (IETF)	38
7.5. Otros organismos	39
8. Anexo. Planes de numeración	40
8.1. Números para áreas geográficas	40
8.2. Número para servicios globales	41
8.3. Número para redes	41
8.4. Número para grupos de países	42
8.5. Número para pruebas	42
8.6. Plan nacional de numeración	42

Resumen	44
Ejercicios de autoevaluación	45
Glosario	46
Bibliografía	49

Introducción

La señalización a menudo es uno de los aspectos más olvidados de las redes de telecomunicación. Este módulo, y también los siguientes de la asignatura, tratan de poner remedio a este olvido introduciendo la señalización, su clasificación y, finalmente, el estándar de señalización más extendido mundialmente: el *Signalling System No. 7* (SS7).

Las redes de comunicación no podrían desarrollar su función principal (permitir la comunicación) si no fuera por la transmisión/recepción de información de señalización (también llamada información de control). Es la señalización la que permite que el conjunto de nodos y enlaces que forman la red lleven a cabo las funciones que les son propias.

Este primer módulo tiene el objetivo de presentar la señalización de una manera conceptual. Para hacerlo, el módulo da una visión general de la evolución histórica de las redes de telecomunicación (telégrafo y telefonía) que permite entender el origen de la situación actual. Desde los primeros telégrafos lumínicos desarrollados en el siglo XVIII hasta el cambio conceptual en el ámbito de la señalización (la aparición de la señalización por canal común en 1976), todos los acontecimientos y cambios en las redes de telecomunicación que han ido apareciendo han tenido un enorme impacto en su señalización (inexistente al principio y fundamentalmente en las redes de hoy en día).

La señalización no es una temática homogénea. Todas las redes de telecomunicación requieren la transmisión/recepción de información de control, y es este hecho –la existencia de señalización en todas las redes– la causa de su heterogeneidad. No obstante, los sistemas de señalización, a pesar de presentar diferencias en función de la red, tienen puntos en común. Son estos puntos en común (o características compartidas) los que nos permiten establecer los criterios de clasificación que se presentan en este módulo.

Objetivos

Los objetivos que debe alcanzar el estudiante una vez estudiados los materiales didácticos de este módulo son:

- 1.** Saber qué se entiende por señalización.
- 2.** Conocer la evolución histórica de la señalización en las redes de telecomunicación.
- 3.** Poder clasificar la señalización en función de distintos criterios.
- 4.** Conocer los organismos normalizadores de la señalización.

1. ¿Qué es la señalización?

Antes de adentrarnos en la asignatura, puede ser interesante remitir a la definición que la Real Academia de la Lengua hace del concepto *señalizar*:

Señalizar. Colocar en las carreteras y otras vías de comunicación las señales que indican bifurcaciones, cruces, pasos a nivel y otras para que sirvan de guía a los usuarios.

También en este sentido, la Enciclopedia Catalana define *señalización* como:

Señalización. Utilización de señales para dar determinados avisos, datos, etc. eventualmente a distancia.

Aunque ambas definiciones permiten tener una primera idea sobre la definición de *señalización* que buscamos, también es obvio que ninguna se ajusta exactamente al mundo de la telecomunicación. En el caso de la definición proporcionada por la Enciclopedia Catalana, es lo bastante general como para poder hacer encajar la definición de *señalización* en términos de redes de comunicación. Centrándonos en el terreno que nos ocupa, podríamos definir señalización como:

La señalización es el conjunto de señales transmitidas y recibidas en una red de comunicaciones que tienen como objetivo el intercambio de información que garantice aspectos como la correcta configuración de la red y el encaminamiento apropiado de los datos.

En general las redes de comunicaciones pueden dividirse en tres planos diferentes: el plano de datos (también llamado plano de usuario), el plano de control (o también llamado señalización) y el plano de gestión (véase la figura 1).

- El plano de datos o de usuario comprende toda la información útil (además de redundancia, etc.) transmitida desde un usuario a otro.
- El plano de control o señalización incluye el conjunto de señales (y protocolos) que, pese a no ser estrictamente información útil de usuario, permi-

Nota

Esta definición intenta ser tan genérica como sea posible; a pesar de todo, hay que tener en cuenta que las redes de telecomunicaciones son muy diversas y, probablemente, sería posible encontrar algunas más exactas para cada una de las redes. Por tanto, esta debe ser tomada como una definición muy general.

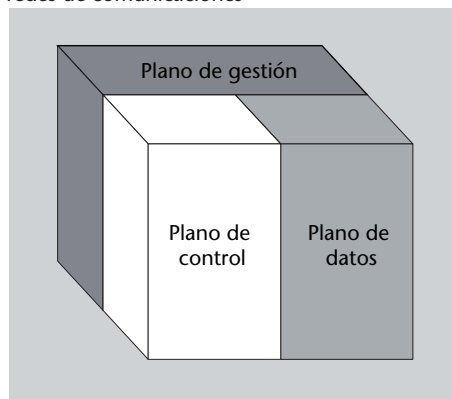
Terminología

A partir de ahora, los términos **plan de control** y **señalización** serán empleados indistintamente para designar un mismo concepto, aunque habrá una especial preferencia por **señalización**. Lo mismo sucederá con los términos **plan de datos** y **plano de usuario**.

ten funciones básicas para el funcionamiento de la red, como el control de congestión y errores, el encaminamiento, el inicio y final de sesiones, etc.

- El plano de gestión comprende todos aquellos protocolos que hacen posible la interconexión y el correcto funcionamiento de equipos de red de distintos fabricantes, redes de diferentes tecnologías, etc.

Figura 1. Representación de los tres planos de las redes de comunicaciones



Los tres son fundamentales en el funcionamiento de las redes. A pesar de la importancia de cada uno de los planos, a menudo el estudio que se hace (en el ámbito docente) no es equilibrado; mientras el plano de datos o de usuario merece la atención de muchas asignaturas, los otros dos planos, tanto el de control como el de gestión, tienen un tratamiento menos profundo en los planes de estudio.

La importancia del plan de usuario es evidente: se trata de la información que debe ser transmitida entre dos usuarios finales (en inglés *end-users*). Como la gestión de redes la trataremos en el último módulo de la asignatura, ahora no haremos mención y nos centraremos en el plan de control. En cuanto a la importancia de la señalización, sin embargo, es fácil que la podamos vislumbrar si ponemos algunos ejemplos.

Ejemplo 1

Imaginemos un usuario conectado a un servidor mediante una conexión TCP/IP. Tal como sabemos de otras asignaturas, el establecimiento de una conexión TCP se hace con el proceso conocido como *Three-way handshake**. Este proceso, tal como muestra la figura 2, consiste en lo siguiente:

- 1) El usuario que quiere establecer la conexión transmite un paquete **SYN**. Este paquete tiene la intención de informar al servidor que se quiere establecer una conexión.
- 2) Una vez recibido el paquete **SYN**, el servidor responde informando de la correcta recepción del paquete mediante un paquete que llamamos **SYN-ACK**.
- 3) Finalmente, el usuario envía un reconocimiento de recepción (**ACK**) y, a partir de este momento, la conexión se considera establecida.

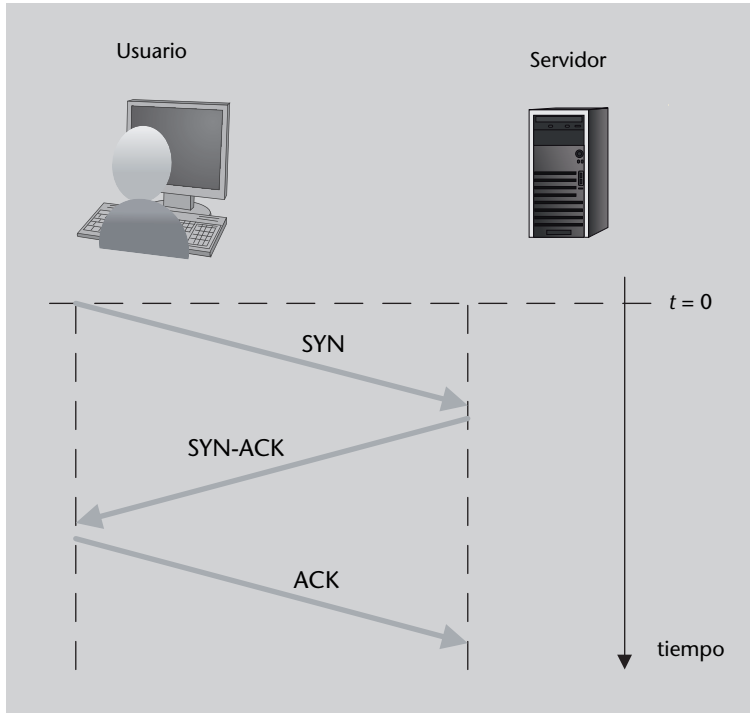
En este ejemplo hay que darse cuenta de que toda la información transmitida durante el proceso (es decir, los paquetes **SYN**, **ACK** y **SYN-ACK**) es de señalización. Sin esta señalización no sería posible establecer esta conexión. De la misma manera que sucede normalmente, la transmisión/recepción de la señalización es transparente para el usuario final.

TCP/IP

TCP/IP es el conjunto de protocolos compuesto por el protocolo de red IP (*Internet Protocol*) y el protocolo de transporte TCP (*Transmission Control Protocol*), según el modelo OSI, y fue estandarizado en 1982.

*El nombre del proceso (*Three-way handshake*) se debe a que el establecimiento de una conexión TCP consta de 3 partes, como se muestra en el ejemplo.

Figura 2. Esquema del establecimiento de una conexión TCP



Ejemplo 2

Este ejemplo está relacionado con la telefonía fija, ya sea con un bucle de abonado analógico o digitalizado. Supongamos un usuario que desde su casa marca un número de teléfono para comunicarse con otro usuario a una cierta distancia. Parece claro que los datos son la señal de voz (o los paquetes de voz en caso de tratarse de la RDSI), pero, ¿cómo es posible que la voz llegue al usuario final? ¿Cómo se configura la red para que, tan solo marcando un número de teléfono en uno de los extremos, se pueda establecer una conexión entre dos usuarios distantes? Todo ello, a pesar de que sea transparente a los usuarios, y tal como probablemente habíais intuido, se debe a la señalización.

Ejemplo 3

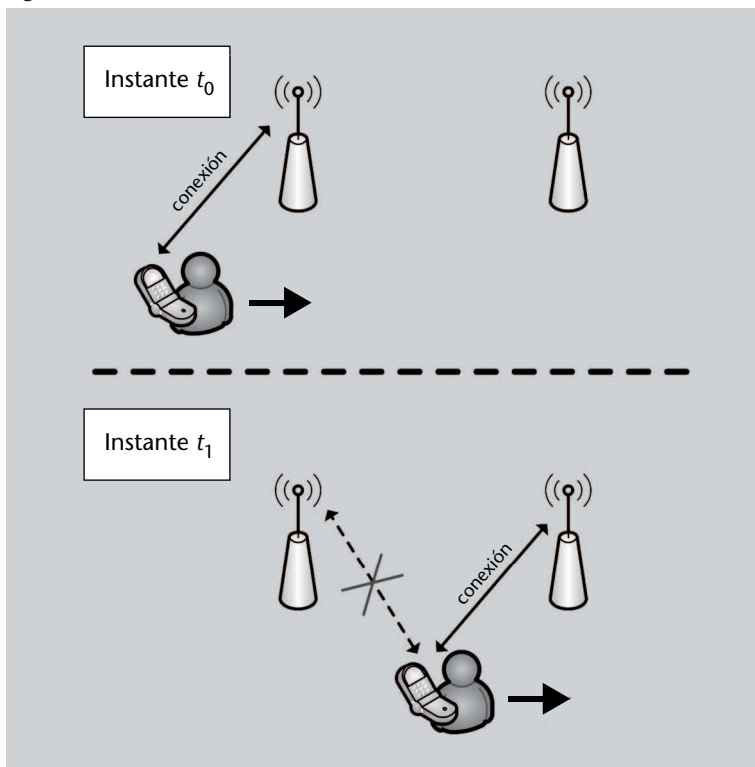
Las comunicaciones móviles se han convertido en una tecnología con unos índices de penetración enormes, particularmente en los países más desarrollados. Hoy en día es casi impensable considerar sistemas que permitan acceso de banda ancha sin movilidad. La gestión de esta movilidad lleva asociada, inevitablemente, señalización. Supongamos el escenario de la figura 3.

La red debe ser capaz de adaptar la potencia transmitida (en función de la distancia entre el usuario y la estación base) así como de gestionar la movilidad: detectar las estaciones base que le pueden dar servicio, determinar en cada momento la más adecuada y, finalmente, en caso de ser necesario, desconectarse de la estación base que lo sirve y conectarse a la otra. Todos estos procesos, además, deben ser llevados a cabo sin que el usuario lo perciba. La señalización, por lo tanto, es esencial en este caso (como de hecho lo es en tantos otros). También en este último escenario, la localización de un usuario que tiene una llamada entrante (es decir, alguien le está llamando) debe realizarse mediante señalización, y más concretamente a través de un canal llamado de *paging*.

Índice de penetración

El índice de penetración (o en inglés *penetration rate*) se define como el número de suscriptores dividido entre la población global, aunque habitualmente se expresa como un porcentaje.

Figura 3. Gestión de la movilidad en las comunicaciones móviles



Los tres ejemplos presentados no son en ningún caso una definición formal de la señalización, pero nos debe permitir intuir su alcance. Así, dejando de lado los ejemplos, la definición más formal de la señalización sería la que propone la ITU-T en su recomendación Q.9 (11/88) *Vocabulary of switching and signalling terms*:

La señalización es el intercambio de información (diferente de la información de voz) expresamente dedicada al establecimiento, liberación y otras funciones de control de las llamadas, y gestión de la red, en el funcionamiento automático de las telecomunicaciones.

Según R. Manterfield:

“La señalización es la sangre de la vida, la influencia vitalizadora de la red. La señalización convierte un grupo de elementos pasivos de una red inerte en una entidad viva. Se convierte en el vínculo que une una multitud de enlaces y nodos de una red con el objetivo de conseguir una entidad cohesionada. Mediante el flujo de información de señalización la red se convierte en un medio tremendamente potente para ofrecer a los usuarios una capacidad de comunicación.”

R.J. Manterfield (1999). *Telecommunications signalling* (pág. 7). Londres: Institution of Electrical Engineers.

De una manera más prosaica de como lo hacía Manterfield, las funciones básicas de la señalización son tres:

Enlace

Podéis encontrar la Recomendación Q.9 (11/88) en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.9-198811-I/en>

ITU-T

Órgano permanente de la International Telecommunications Union (ITU) que estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica normativa, con el objetivo de normalizar las telecomunicaciones a escala mundial. A menudo la ITU es también conocida en nuestro país como UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones).

- Establecer una conexión/llamada/circuito.
- Finalizar la conexión/llamada/circuito y liberar los recursos.
- Supervisar el circuito entre el establecimiento y la finalización.

La señalización, por tanto, es inherente a las redes. Esta asignatura se enfoca, principalmente, a la señalización de las redes de transporte de voz. La comunicación de señales de voz (tanto analógicos como digitales) ha sido en buena parte el motor de muchos de los cambios que han experimentado las telecomunicaciones, y hoy en día, aunque sea mediante la voz sobre IP (*Voice over IP*, VoIP), lo sigue siendo.

2. Evolución histórica de la señalización

La necesidad de comunicar dos puntos distantes ha sido, desde hace siglos, uno de los anhelos de los humanos. En un primer momento el reto de conseguir establecer una comunicación entre puntos distantes ha sido el objetivo de numerosos científicos, pero una vez alcanzado este reto, conseguir sistemas más robustos, más escalables y con mayor capacidad ha hecho crecer la complejidad de las redes.

Esta complejidad ha llevado inevitablemente a la necesidad de establecer sistemas de señalización suficientemente eficientes y flexibles para gestionar los mensajes de control de las redes. Es precisamente este punto –la eficiencia–, lo que ha hecho evolucionar la señalización desde las primeras técnicas implementadas hasta las más actuales.

A continuación se presenta un breve repaso de los hechos históricos que han tenido un impacto en el desarrollo de las redes de telecomunicaciones actuales y, en consecuencia, en la señalización necesaria para su correcto funcionamiento.

La primera comunicación a distancia que se realizó puede situarse en el siglo XVIII, en Francia, durante los convulsos tiempos de la Revolución francesa (1789-1799). De la mano del inventor Claude Chappe se desplegaron un conjunto de transmisores y receptores telegráficos de luz, situados en posiciones elevadas, que permitían la transmisión de señales lumínicas a distancias de entre 12 y 25 km. Se trataba de un sistema rudimentario, llamado Semaphore, que, sin embargo, llegó a constar de 500 transmisores/receptores a lo largo de 5.000 km. Este sistema francés fue el causante de que George Murray, británico, desarrollara un sistema similar en Gran Bretaña, cuna del telégrafo eléctrico que se inventaría un tiempo más tarde.

Gracias a los progresos en el campo del electromagnetismo, alrededor del año 1837 se presentó el telégrafo eléctrico. Se trataba de un sistema que, siguiendo los principios del Semaphore de Chappe, permitía la transmisión a largas distancias de señales eléctricas (pulsos) a través de un hilo conductor. Hay que decir que el sistema fue desarrollado en paralelo y de manera aislada por Charles Wheatstone y William Fothergill Cooke en Gran Bretaña, y por Samuel Morse en Estados Unidos. Aunque mundialmente suele atribuirse el telégrafo eléctrico exclusivamente a Samuel Morse y se olvidan los trabajos de Wheatstone y Cooke, los tres científicos contribuyeron con sus estudios y sus propuestas a desarrollar las comunicaciones telegráficas eléctricas.

Claude Chappe

Claude Chappe (Brúlon 1763– París 1805) fue un inventor e ingeniero francés responsable de la creación del sistema Semaphore, un sistema de comunicaciones mediante señales ópticas.

Charles Wheatstone y William Fothergill Cooke

Charles Wheatstone (Gloucester 1802 – París 1875) fue un físico e inventor inglés autor de varios trabajos sobre acústica y electricidad. Junto con William Fothergill Cooke (Ealing 1806 – Farnham 1879), inventor escocés, desarrolló el telégrafo eléctrico en el Reino Unido.

El sistema desarrollado por los dos científicos británicos fue utilizado para la comunicación del ferrocarril primero y para las comunicaciones en general posteriormente. En cuanto al sistema de Morse, tomó más relevancia a escala mundial, pero particularmente hizo fortuna el código utilizado para codificar los caracteres alfabéticos: el código Morse. Se trata de un código binario que permite codificar de manera eficiente todos los caracteres alfabéticos mediante puntos y rayas (codificación binaria, en definitiva). La importancia de este código, particularmente por su eficiencia (codifica con códigos más cortos los caracteres más frecuentes), ha hecho que haya sido utilizado durante un período larguísimo. De hecho, hasta el año 1993 fue utilizado en las comunicaciones marítimas.

Comunicaciones marítimas

Desde el 1 de agosto de 1993 todos los buques sujetos a la Convención Safety of Life at Sea (SOLAS) están obligados a abandonar los sistemas Morse y utilizar equipos que cumplan el Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). Esta obligación responde a una enmienda que en 1988 aprobó la International Maritime Organization (IMO).

Estos primeros sistemas, que en 1854 fueron mejorados por el telégrafo de impresión (*printing telegraph*), no requerían señalización. Se trataba de sistemas “muy simples” de comunicación punto a punto.

Tal como ha sucedido siempre, la necesidad de hacer frente a nuevas necesidades impulsó nuevos sistemas telegráficos que utilizaban la multiplexación por división temporal (en inglés *time-division multiplex*, TDM). De esta manera era posible enviar señales en ambas direcciones a través de un único hilo y se podían realizar transmisiones simultáneas también mediante un solo hilo conductor. En general se atribuye la invención de la multiplexación por división temporal a Émile Baudot.

Llegados a este punto es importante darse cuenta de que, por definición, los sistemas con multiplexación por división temporal requieren sincronización. Las señales de sincronización, tal como ya se ha explicado en este módulo, son parte del control o señalización. Por tanto, el invento de Baudot no solo incrementaba la capacidad de los sistemas telegráficos existentes hasta el momento (y, por supuesto, iniciaba el estudio de una técnica de multiplexación en la que se basan muchos de los sistemas actuales), sino que suponía la aparición de la señalización temprana. Después de esto, vinieron los sistemas telegráficos submarinos, entre otros, y la complejidad de las comunicaciones crecía de la misma manera que lo hacían sus posibilidades.

El desarrollo del telégrafo supuso, más allá de la importancia que tuvo por él mismo, el inicio del camino hacia la telefonía, un invento que revolucionó el mundo. Podemos considerar que el teléfono aparece en Estados Unidos en 1876 de la mano de Alexander Graham Bell, su inventor. Este estudioso de fisiología vocal de la Universidad de Boston hizo dos patentes, en 1876 la primera y en 1877 la segunda, que se convirtieron en la base de la telefonía tal



Samuel F. B. Morse. París, 1840.
Fuente: Archives of American Art.
Autor desconocido.

Samuel Finley Breese Morse

Samuel Finley Breese Morse (Charleston 1791 – Nueva York 1872) fue un inventor norteamericano que el año 1843 presentó su telégrafo. El hecho de que su invento requiriera un único hilo conductor (y la consiguiente reducción del coste) le dio la fama que no han tenido Wheatstone y Cooke.

Émile Baudot

Émile Baudot (Magneux 1845 – Sceaux 1903) fue el ingeniero francés que inventó el telégrafo múltiple, patentado por primera vez en 1872. Su sistema fue aplicado en 1879 en la línea París-Lyon, y en 1887 en la línea París-Roma.

Alexander Graham Bell

Alexander Graham Bell (Edimburgo 1847 - Cape Breton Island 1922) fue un físico e inventor estadounidense de origen escocés que desarrolló su carrera de profesor de fisiología vocal en la Universidad de Boston. Es reconocido como el inventor del teléfono en 1876.

como la entendemos hoy. Es cierto que muchos otros científicos contribuyeron a la invención del teléfono, pero fue Bell quien pasó a la posteridad como su inventor.

La invención del teléfono supuso nuevos retos, el más importante de los cuales fue la conexión de las llamadas entrantes y su destinatario. Hay que darse cuenta que la idea más simple es la de una red completamente mallada; es decir, hay una conexión física entre cada usuario final y el resto de usuarios de la red. Como es obvio esta solución no es escalable, y no hace falta un número demasiado elevado de usuarios para poderlo constatar. Fijémonos que una red donde todos los usuarios están conectados entre ellos se convierte en un grafo completo.

En este tipo de grafos, si tenemos n usuarios (vértice) el número de enlaces (aristas) necesarios para conectarlos todos entre sí es

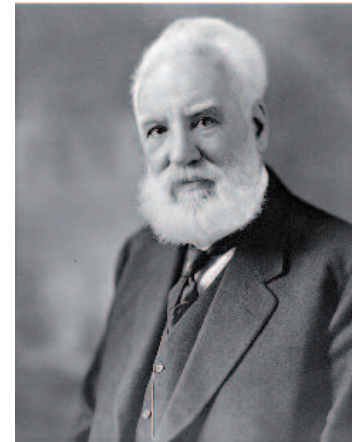
$$\text{Número de enlaces} = \frac{n(n-1)}{2}$$

Este hecho, que resulta obvio, fue superado mediante la aparición de una centralita que, básicamente, constaba de un conmutador. La primera de estas centralitas era manual y fue inventada en 1878 en Estados Unidos. Estas centrales permitían que, gracias a la intervención de un operador humano, se pudieran conectar usuarios de una manera fácil y eficiente. Aún así, las centrales manuales ponían sobre la mesa dos problemas principales:

- **Escalabilidad.** Mientras el número de líneas que llegan a una central manual es relativamente reducida, la central manual no presenta problemas importantes. Cuando este número crece, la dificultad para un operador humano también crece.
- **Privacidad.** Las centrales manuales presentan problemas evidentes de privacidad, ya que el hecho de que el operador pueda escuchar las conversaciones hace que estos sistemas no la garanticen.

Estos problemas impulsaron en 1892 la aparición de la primera central electromecánica que ofrecía conmutación automática, denominada central de Strowger en honor a su inventor. El conmutador utilizado se conoce con el nombre de *conmutador paso a paso* (en inglés *step-by-step switch*). Este invento permitió, entre otros factores, la gran implantación de la telefonía y supuso la aparición de la señalización tal como la entendemos hoy en día.

La central de Strowger requería señalización para permitir la conmutación automática a la central. Se trataba, pues, de enviar la dirección de destino



Alexander Graham Bell.
Retrato fechado entre 1914 y 1919.
Fuente: Library and Archives Canada / C-017335.

Almon Brown Strowger

Almon Brown Strowger (Nueva York 1839 - Florida 1902) fue un emprendedor que, para garantizar la privacidad con sus clientes, inventó una central electromecánica que llevó su nombre.

desde el usuario de origen hasta la central. Inicialmente se realizaba mediante la transmisión de pulsos generados por tres botones situados en el aparato del usuario, pero posteriormente fueron sustituidos por un dial rotatorio que ejercía la misma función que los tres botones.

El sistema de señalización utilizado fue, con pocas variaciones, el que perduró durante décadas, hasta la aparición de la señalización *Dual Tone Multifrequency* (DTMF). Excepto en el caso de la aparición del *Direct Distance Dialing* (DDD) durante la década de los cincuenta, que permitía las llamadas nacionales de larga distancia sin la intervención de un operador humano, los conceptos que definían la señalización variaron poco hasta el año 1976. Hasta ese momento, la señalización era asociada al canal de voz (el llamado *Channel Associated Signalling*, CAS). Aquel año, en 1976, apareció el primer sistema con señalización en canal común (*Common Channel Signalling*, CCS), que supuso una ruptura en el concepto de señalización y que ha llegado hasta nuestros días. Estos dos conceptos serán explicados más adelante en este mismo módulo, pero hay que tener en cuenta que el estándar de señalización que actualmente rige las redes de telecomunicación (el estándar SS7) se basa en este nuevo paradigma.

Es por este motivo que durante los próximos módulos se explicará en detalle el estándar *Signalling System No. 7* (SS7), cuya comprensión es uno de los objetivos principales de esta asignatura.



Anuncio del teléfono automático.
Illinois Tunnel Company, Chicago, 1910.

3. Consideraciones sobre la nomenclatura empleada

La señalización no es propia de una única red de comunicaciones, como tampoco es un estándar definido de una manera integral de principio a fin. A pesar de que, como veremos en módulos posteriores, se han creado estándares extendidos por todo el mundo (aunque a veces con ciertas diferencias en función del área geográfica), se trata del conjunto de protocolos que forman parte del plan de control de todas las redes de comunicaciones.

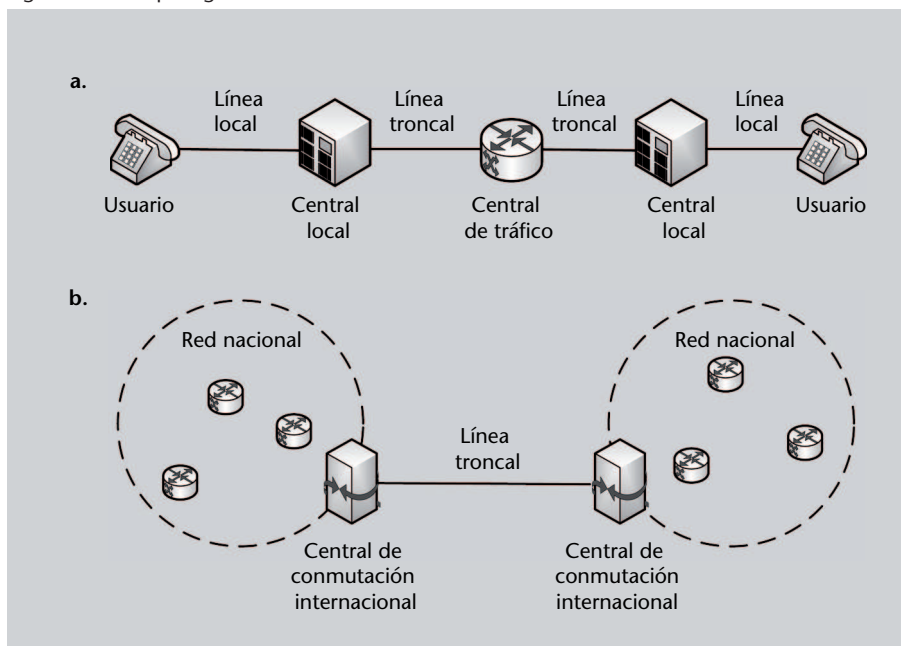
En esta asignatura intentamos dar una visión holística (hasta donde es posible) de la señalización, pero es imposible que nos podamos abstraer de la heterogeneidad existente en las redes de comunicaciones y, en consecuencia, en su señalización. Esta dificultad se hace patente también en la nomenclatura empleada. Como la nomenclatura es estandarizada siempre en lengua inglesa, a continuación detallamos la traducción al castellano que hemos considerado para los términos ingleses y las maneras sinónimas de llamarlo en inglés:

- **Usuario.** Se trata de cada uno de los dos extremos de la red de telecomunicación. Coloquialmente entendemos que es aquel que utiliza el aparato de telefonía. La denominación original en inglés puede ser diversa, como por ejemplo *user*, *subscriber* y *customer*.
- **Línea de abonado.** La línea de abonado es el enlace entre el usuario y la centralita local. También podemos encontrarlo como línea local, bucle local o de abonado. En inglés la literatura lo denomina como *subscriber line* y *local loop*.
- **Central local.** Es el nodo que separa la red troncal y la línea de abonado. En la red telefónica conmutada (RTC) es, entre otras cosas, el punto que separa la red analógica y la digital. En inglés se puede llamar *local office*, *local exchange*, *central office* y *end office*. De todas estas denominaciones, la más habitual es *local exchange*.
- **Central de tránsito.** También puede ser llamada *central interurbana*. Se trata de los nodos que están conectados a otras centrales de tránsito y/o centrales locales. En inglés sería *intermediate exchange*, *tandem exchange*, *toll exchange* y *transit exchange*.
- **Central de conmutación internacional.** Se trata del nodo que tiene como objetivo conectar dos redes de países diferentes. En inglés puede ser llamado como *international switching centre*, *gateway* o *international exchange*.

- **Línea troncal.** Es cualquiera de los enlaces que no pertenecen a la línea de abonado. La traducción puede ser *trunk*, *junction* o *circuit*.
- **Conmutador.** Es la traducción que utilizaremos para *exchange* y *switch*.

Todos estos conceptos serán necesarios para profundizar en la señalización de las redes de comunicación. Gracias a esta lista, en adelante adoptamos una denominación común para cada uno de los conceptos. Esquemáticamente podemos situar los elementos descritos como lo hemos hecho en la figura 4.

Figura 4. Conceptos generales de las redes de telecomunicación



4. Clasificación de las técnicas de señalización

Tal como hemos podido ver en la introducción mediante ejemplos, la **señalización** en redes de comunicación hace referencia a un abanico enorme de posibilidades. En este apartado se da una clasificación genérica de cada una*.

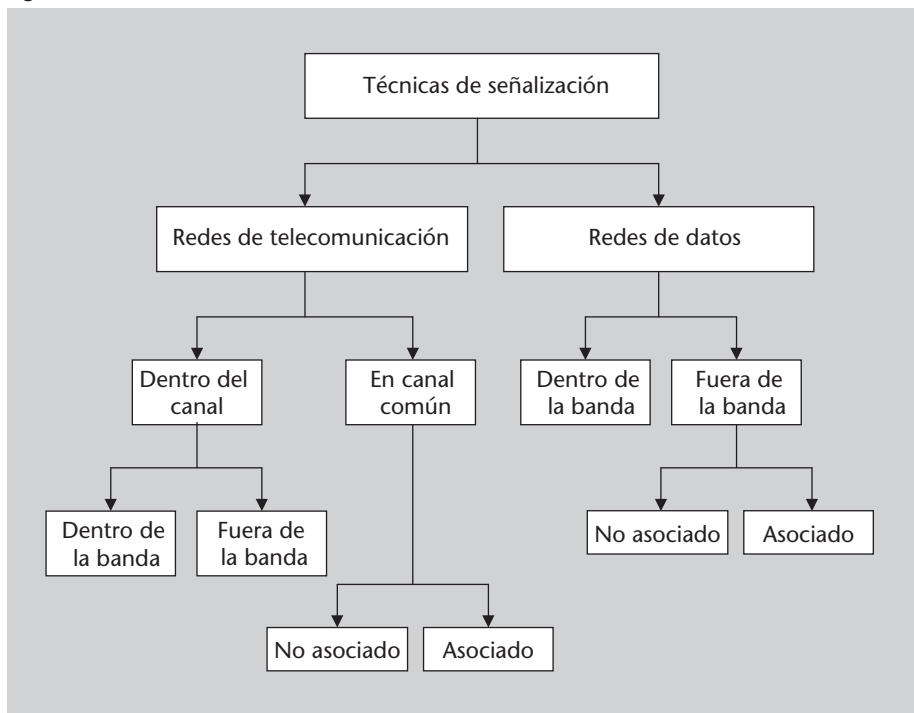
* Esta clasificación responde a la clasificación hecha por S. Kasera. Aunque puede no ser la única, es, en opinión del autor, la más acertada que hay en la literatura existente.

Hoy en día las redes de comunicación, tanto aquellas diseñadas para soportar servicios de voz como aquellas que fueron pensadas para el transporte de datos, tienden a converger. Las redes de nueva generación (NGN) tratan de la misma manera los datos y la voz (digitalizada), y por lo tanto va perdiendo sentido distinguir entre redes de voz y redes de datos. A pesar de todo, la existencia de diferentes tipos de redes desplegadas por todo el mundo y la tradición en el uso de la nomenclatura empleada hasta el momento hacen que esta distinción se mantengan en muchos casos.

Siguiendo esta lógica, y para ser fieles a la nomenclatura empleada por S. Kasera, distinguiremos en adelante entre las **redes de telecomunicación** (para servicio de voz) y **redes de datos**.

Así pues, y haciendo uso de esta nomenclatura, la figura 5 representa de forma gráfica la clasificación de las técnicas de señalización.

Figura 5. Clasificación de las diferentes técnicas de señalización



Fuente: S. Kasera, *Communication networks*, McGraw-Hill, 2005

Para entender la clasificación hay que, en primer lugar, definir algunos conceptos clave relacionados con las técnicas de señalización:

- **Dentro del canal** (en inglés *inchannel*). Este concepto, más conocido por la denominación inglesa *inchannel*, hace referencia a la técnica mediante la cual la información de señalización es transmitida a través del mismo canal físico.

Tanto en redes digitales como analógicas, es necesario que la información de señalización y los datos estén multiplexadas de alguna manera. Lo más habitual es que se multiplexen o bien en el tiempo (TDM, *Time Division Multiplexing*) o bien en frecuencia (FDM, *Frequency Division Multiplexing*), pero siempre dentro del mismo canal. En el caso de TDM, es obvio que la señalización puede permanecer dentro del mismo canal físico a pesar de la multiplexación. En el caso de FDM, hay que hacer notar que para que la señalización pueda ser considerada *inchannel*, es necesario que la señal que transporta la información de señalización se encuentre dentro del ancho de banda de canalización. Si no fuera así, no podría ser considerado como *inchannel* por motivos evidentes.

- **En canal común** (en inglés *Common Channel Signalling*). Tal como indica su nombre, la señalización por canal común es aquella que utiliza uno o más canales dedicados exclusivamente al intercambio de información de control y separados de los canales de datos. Esta información, sin embargo, puede hacer referencia no solo a un único canal de datos/voz sino a un grupo de canales. Así pues, en este caso, mientras que los datos utilizan canales exclusivamente dedicados a este propósito, la señalización de un grupo de canales de datos se transmite por un canal exclusivamente dedicado a este fin.
- **Dentro de la banda** (en inglés *inband*). Tanto la señalización *inband* como la que explicaremos más adelante, la señalización *outband*, son técnicas de señalización propias de la señalización *inchannel*. Así, asumiendo que la información de señalización es transmitida mediante el mismo canal físico que los datos, la señalización *inband* supone utilizar el mismo circuito virtual o frecuencia para el plan de control y de usuario. Tal como se puede observar en la figura 5, la diferenciación entre señalización *inband* y *outband* aparece tanto para redes de datos como para redes de voz. Particularizando la explicación que se ha hecho antes en cada tipo de red, en las redes de datos la señalización *inband* sería aquella que utiliza el mismo canal virtual (VC, *Virtual Channel*) que los datos, mientras que en el caso de las redes de voz, la señalización sería transmitida dentro del ancho de banda de la voz.
- **Fuera de la banda** (en inglés *outband*). En contraposición con la señalización *inband*, esta técnica usa el mismo canal físico pero diferente canal virtual o frecuencia (siempre dentro del ancho de banda de canalización). Más adelante veremos ejemplos que permitirán aclarar los conceptos.

- **Asociada** (en inglés *associated*). En general, la diferencia entre un canal de señalización asociado y un canal no asociado es de carácter lógico. Es decir, el canal de señalización es asociado si la información (del plano de control) que transporta es exclusivamente relativa a un canal de datos (ya sea virtual o físico, en función de la tecnología).
- **No asociada** (en inglés *non-associated*). Este tipo de canal de señalización hace referencia al concepto contrapuesto a canal asociado. Por tanto, cuando el canal es *non-associated*, la información de control que transporta hace referencia a varios canales de datos (virtuales o físicos). Tal como se verá más adelante, entre la señalización asociada y la no asociada hay un punto intermedio, llamado señalización casi asociada.

A continuación, para cada pareja de técnicas de señalización, se exponen las principales ventajas y desventajas, así como algunos ejemplos ilustrativos que permiten entender mejor las categorías mostradas en la figura 5.

4.1. Diferencias entre señalización *inchannel* y *common channel*

Estas dos técnicas de señalización son, de acuerdo con la división realizada hasta ahora, propias de las redes de telecomunicación. La señalización *inchannel* a menudo se llama señalización en canal asociado (CAS, *Channel Associated Signalling*). En cuanto a la señalización en canal común, en inglés se conoce como *Common Channel Signalling* (CCS).

Tal como ya se ha mencionado anteriormente, en los sistemas de transporte de voz que queremos estudiar tiene especial relevancia la distinción entre CAS y CCS. Una, la primera, representa los primeros sistemas de señalización, mientras que la segunda representa la señalización del presente y del futuro.

A continuación se presentan las características principales.

4.1.1. *Channel Associated Signalling* (CAS)

El CAS fue el primer sistema de señalización utilizado en las redes de telecomunicación. Esta técnica utiliza el mismo canal de comunicación para transmitir los datos y la señalización, y también se conoce como *Per Trunk Channel* (PTC), aunque lo más habitual es utilizar el acrónimo CAS.

La más importante de las redes de voz es la Red Telefónica Conmutada* (RTC). En este subapartado centramos el estudio en el CAS implementado en la red telefónica. Hay que destacar que esta técnica solo se utiliza en el bucle o línea de abonado, mientras que el CCS se utiliza principalmente en la red troncal.

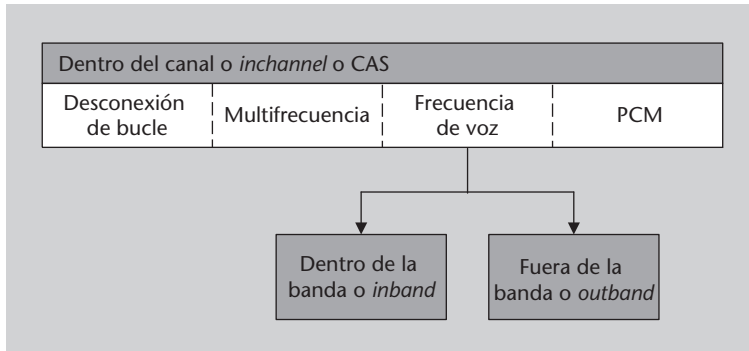
La CAS puede ser subdividida, dentro de este ámbito, en cuatro categorías: desconexión de bucle, multifrecuencia, frecuencia de voz y la señalización propia de los sistemas *Pulse Coded Modulation* (PCM) (figura 6).

CAS y CCS

No se debe confundir la señalización *Channel Associated Signalling* (CAS), también conocida como señalización *inchannel*, con uno de los modos de la técnica de señalización *Common Channel Signalling* (CCS), el modo *asociado*.

* La denominación inglesa es *Public Switching Telephone Network* (PSTN).

Figura 6. Categorías de los sistemas de señalización CAS

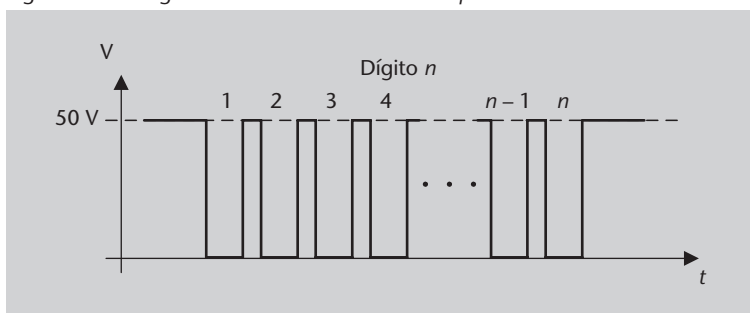


Fuente: Figura inspirada en P. Gnanasivan, *Telecommunication switching and network*, New Age International Publishers, 2006

Se observa en la figura 6 que la señalización *inchannel* presenta las cuatro categorías mencionadas; al mismo tiempo, en el caso de la señalización *inchannel* en la frecuencia de voz, ésta puede ser *inband* o *outband*. También en la figura, y con la intención de hacerla más comprensible, se han oscurecido las partes del esquema que también forman parte de la figura 5. A continuación se explica cada una de las cuatro categorías de la señalización CAS.

Desconexión de bucle (*loop disconnect*)

La señalización por desconexión de bucle, también conocida como *DC signaling*, se basa en un concepto muy simple: la interrupción de la señal continua del bucle de abonado (entre el usuario final y la centralita). Al bucle de abonado hay una tensión continua de 50 V, y este tipo de señalización se lleva a cabo mediante la generación de pulsos. Esta señalización se utilizaba, por ejemplo, para la marcación del número de destino en los teléfonos antiguos. Así, en este caso, el número de pulsos generados era igual al dígito que se quería marcar. Por ejemplo, en la figura 7, cuando el usuario marca el dígito n , se generan n pulsos en el bucle de abonado. La detección del dígito se basa en el recuento en la central local de los pulsos generados.

Figura 7. Pulsos generados en la señalización *loop disconnect*

Este es el sistema empleado en los aparatos antiguos de telefonía, aquellos que funcionaban mediante un dial accionado manualmente. El gran problema de este sistema, más allá de la poca robustez, es su escasa velocidad.

Frecuencia múltiple (*multifrequency*)

Este tipo de señalización surgió con el objetivo de conseguir una señalización más robusta en el bucle de abonado y, en paralelo, más velocidad. La categoría *multifrequency*, también llamada *AC signalling** o *Dual Tone Multifrequency* (DTMF), codifica cada dígito mediante dos tonos (dos frecuencias diferentes). En concreto, se codifican 16 dígitos con 8 tonos diferentes. Los dígitos son del 0 al 9, *, #, A, B, C y D.

* La denominación *AC signalling* surgió como oposición al *DC signalling* y al hecho de realizar la señalización mediante señales alternas.

Tabla 1. Codificación de los dígitos en DTMF a partir de dos tonos, f_1 y f_2

$f_1 \setminus f_2$	1.209 Hz	1.336 Hz	1.477 Hz	1.633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Para transmitir cada dígito, se transmite simultáneamente la dupla f_1 y f_2 . Las combinaciones de las tres primeras columnas de la tabla 1 son aquellas que el usuario puede observar en el teclado, pero no la última columna (A, B, C y D). Estos dígitos especiales (o combinaciones de tonos) pueden ser utilizados para el modo de mantenimiento o para otras funciones (envío de información adicional). La detección de los dígitos en la central implica determinar la pareja de tonos/frecuencias recibidos a través del bucle local.

Frecuencia de voz (*voice frequency*)

La señal de voz se ubica, básicamente, entre 300 Hz y 3.400 Hz. Pese a que la voz humana tiene componentes frecuenciales que pueden estar fuera de esta banda, el aparato fonador de la mayoría de las personas concentra casi toda la energía. En los sistemas de telecomunicación analógicos, las componentes frecuenciales fuera de esta banda son filtradas* para delimitar la señal transmitida al ancho de banda mencionada.

* Este es el motivo por el cual notamos diferencias entre la voz que oímos por teléfono o grabada y nuestra voz.

Tal como muestra la figura 6, la señalización en frecuencias de voz puede ser *inband* o *outband*. Como bien dice su nombre, la señalización *inband* es aquella que se transmite dentro del rango de frecuencias de 300-3.400 Hz. En cambio, teniendo en cuenta que el ancho de banda del canal telefónico es de unos 4.000 Hz, la señalización *outband* es aquella que se transmite dentro de esta anchura de banda pero fuera del rango 300-3.400 Hz.

En cuanto a la señalización dentro de la banda de voz, habitualmente se sitúa en la banda 2.280-2.600 Hz. Uno de los aspectos clave es, para este tipo de señalización, la posibilidad de discernir entre la señal de voz y la señalización. Existen diferentes posibilidades para hacerlo: la frecuencia de la señalización, la duración de la señal y las características de la señal.

- En cuanto a las frecuencias de la señalización, tal como se ha comentado anteriormente, se sitúan en la banda de los 2.280-2.600 Hz.

- Las señales de voz tienen un patrón temporal que permite, aproximadamente, determinar si una señal recibida es de voz o no.
- La señal de voz tiene unas características particulares que pueden ser aprovechadas para su detección.

La señalización *inband* en la banda de voz presenta las siguientes **ventajas**:

- La utilización del mismo rango de frecuencias de la señal de voz permite que pueda ser utilizado en cualquier canal de comunicaciones. No es necesario que el canal tenga un ancho de banda superior a la utilizada por la señal de voz.
- La gran extensión de la red de voz permite que la señalización pueda llegar allí donde llega la voz (hasta el suscriptor o usuario final).
- Se trata del método más utilizado en las transmisiones de larga distancia.
- El funcionamiento de este tipo de señalización es simple.

En cuanto a las **desventajas**:

- Existe el peligro real de que se cometan errores en la detección de la señalización/voz.
- Si la señalización y la voz no son separadas correctamente, la señalización utilizada en un enlace se puede propagar hacia enlaces subsiguientes y afectar su funcionamiento.

PCM (*Pulse Coded Modulation*)

PCM son simplemente las siglas del mecanismo que permite, a partir de una señal analógica, la digitalización de las señales transmitidas mediante una operación de muestreo y posterior codificación (cada muestra es codificada con 8 bits). Por tanto, la señalización en los sistemas PCM es digital (no analógica como sucedía en las tres categorías anteriores de señalización CAS), de la misma manera que la señal de voz. En las señales de voz la frecuencia de muestreo es de 8 kHz, y por tanto cada canal de voz transmite a una velocidad de 64 kbps. En estos sistemas los canales de voz (digitalizados) son multiplexados en tiempo con otros canales de voz y se define la ranura temporal (en inglés *timeslot*) como el tiempo necesario para transmitir 8 bits. De acuerdo con los cálculos hechos hasta ahora, esto equivale a ranuras de 125 μ s. En cuanto a la señalización, hay dos posibilidades: *outslot* y *inslot*.

- *Outslot*. En este tipo de señalización PCM la señalización se transmite en determinadas ranuras (o *slots*) dentro de la trama. Por ejemplo, en el estándar CEPT 30/32, los *slots* 0 y 16 se dedican exclusivamente a información de señalización y de sincronismo (los 8 bits de cada ranura, mientras que el resto de *slots*, 30, se dedican a señales de voz).

- *Inslot*. En la señalización *inslot*, en cada ranura temporal 7 bits son utilizados habitualmente para la voz y 1 para la señalización. Teniendo en cuenta esto, la velocidad de transmisión de la voz es de 56 kbps (7 bits/muestra para 8.000 muestras por segundo).

La CAS, aunque es muy útil en determinados tramos de la red, presenta las siguientes limitaciones:

- **Susceptible al fraude.** Los sistemas CAS que utilizan señalización *inband* son extremadamente susceptibles al fraude. El suscriptor es capaz de generar tonos para generar información fraudulenta de señalización.
- **Información de señalización limitada.** Los canales de voz tienen una capacidad máxima determinada. Esta limitación supone un umbral máximo para la información de señalización que puede ser transportada. Por tanto, esta técnica impone límites en la señalización.
- **Uso ineficiente de recursos.** La CAS, por definición, dedica recursos de señalización (un canal) a cada uno de los canales de tráfico/datos. Así, a pesar de que no sea necesario enviar señalización para un canal de tráfico determinado, los recursos de señalización permanecen reservados. En el caso de los sistemas analógicos, esto se traduce en la existencia de una señal continua, mientras que en el caso de los sistemas digitales se traduce en la reserva de determinados intervalos de tiempo.
- **La señalización está limitada.** La señalización que emplea CAS solo puede ser utilizada durante las fases correspondientes al establecimiento y finalización de la llamada. Mientras la conexión de voz se mantiene, este tipo de señalización no es posible.

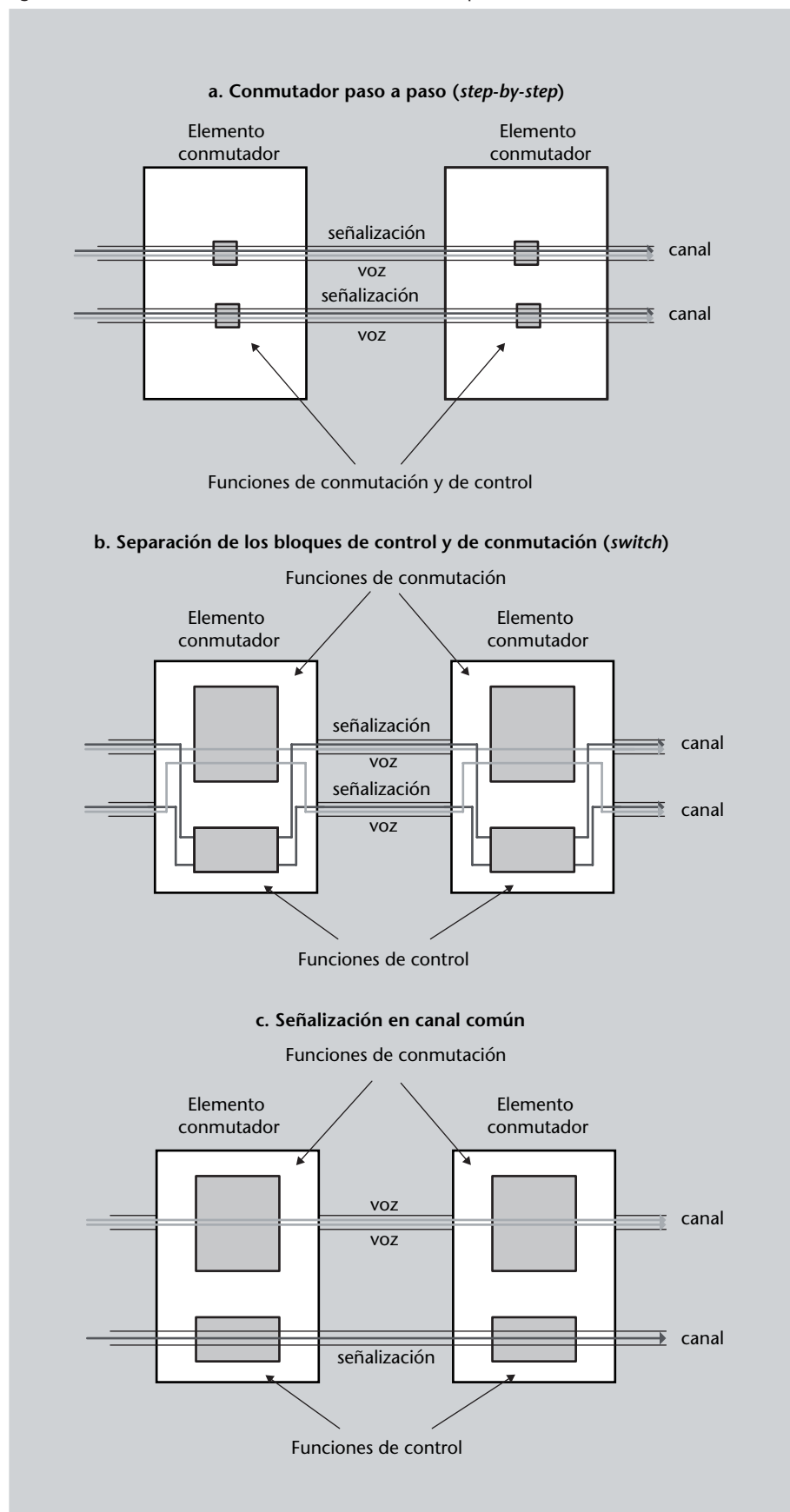
4.1.2. *Common Channel Signalling (CCS)*

Tal como se ha explicado, los sistemas de señalización que emplean la CCS deben disponer de un canal dedicado exclusivamente a la información de control. La información de señalización que se transporta puede ser, en este caso, destinada a todos los usuarios o, por el contrario, a usuarios específicos (pero la señalización para los diferentes usuarios utiliza el mismo canal).

Hay que darse cuenta que la evolución que supone pasar de señalización CAS a señalización CCS no es de poca importancia, ya que se trata de un cambio de paradigma que tiene consecuencias en la estructura de los elementos de las redes de telecomunicación. Fijémonos en la figura 8. En esta figura se muestra

la evolución de los elementos conmutadores de una red de telecomunicación (en inglés llamados *exchange*).

Figura 8. Evolución de los elementos de conmutación al pasar de señalización CAS a CCS



Fuente: Figura inspirada en R. J. Manterfield, *Common-Channel Signalling*, IEE, 1991

Los conmutadores paso a paso (en inglés llamados *step-by-step*) son propios de la señalización CAS. En este tipo de señalización, voz y control son transmitidos por el mismo canal y, dentro de los conmutadores, deben ser procesados como muestra la figura 8 (a). Este es el primer paradigma en términos de señalización que fue utilizado en las redes de telecomunicación. Posteriormente, tal como se ha explicado, la tendencia hizo que las redes fueran optando por el nuevo paradigma: la señalización CCS.

Sin embargo, los procesos de transición no son inmediatos y entre la señalización CAS y la señalización CCS los conmutadores pasaron por el estado que se muestra en la figura 8 (b). Hay que resaltar que en este momento todavía estamos hablando de señalización CAS, ya que, como muestra la figura, voz y señalización son transmitidos por el mismo canal.

Finalmente, en la señalización CCS, voz y señalización son transmitidos por canales diferentes y este hecho se refleja en la estructura de los elementos conmutadores (figura 8 (c)), que adquieren una forma mucho más sencilla (una de las ventajas de CCS sobre CAS).

Elemento conmutador

En general, en la figura 8, el bloque que lleva a cabo las funciones de conmutación se denomina *switch*, mientras que el bloque que realiza las funciones de control se llama *Stored-Program Controlled (SPC)*.

Las **ventajas** más inmediatas de la señalización CCS son los siguientes:

- Permite una reducción en los costes. Los elementos conmutadores son mucho más simples (menor coste) y, a pesar de la necesidad de canales de señalización, el coste es menor.
- Permite señalización en todo momento, incluso durante el transcurso de la llamada (lo que no sucedía en el CAS).
- La velocidad de transmisión de la señalización es mucho más alta.
- Se erradica la posibilidad de error resultado de interferencias entre señalización y voz.
- Ofrece más servicios a los usuarios, ya que la alta velocidad de transmisión de señalización así lo permite.

En cuanto a las **desventajas**:

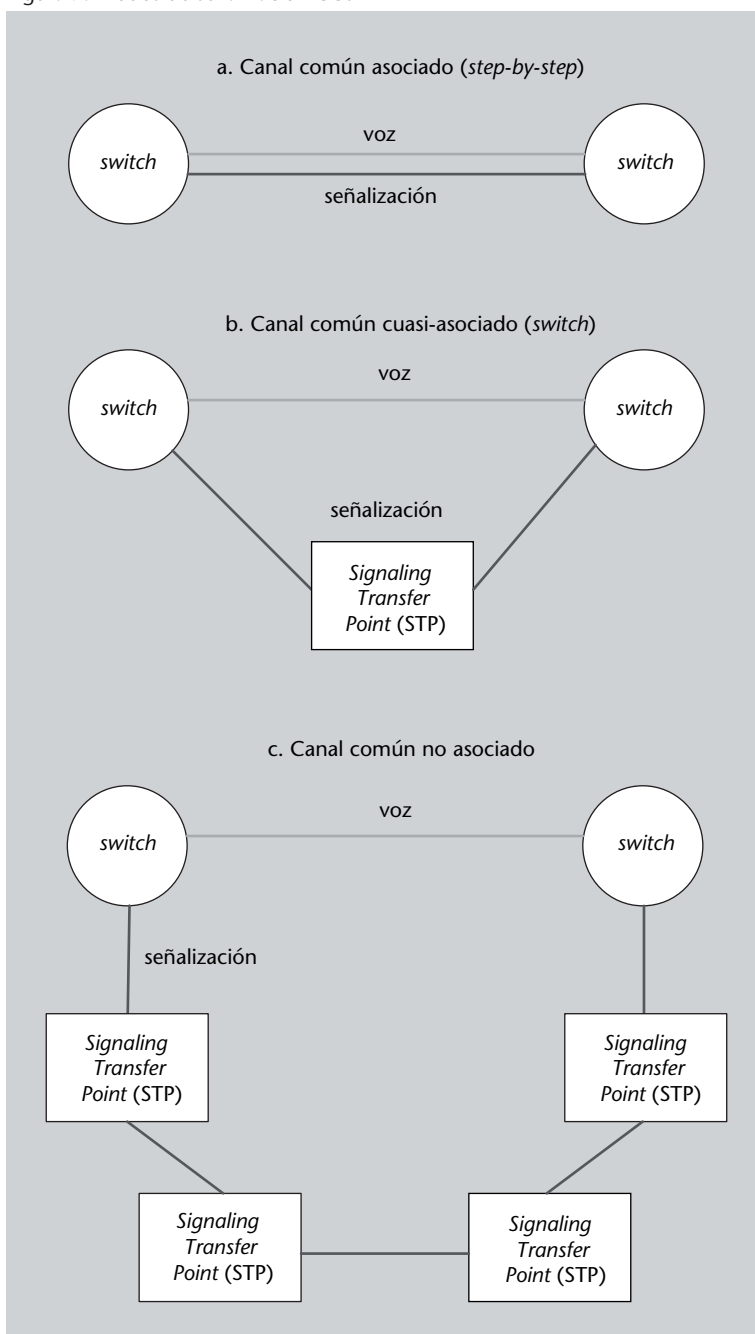
- Gran impacto de los problemas en los canales de señalización. Como los canales de señalización transportan información de muchos canales de voz, los errores o problemas en estos canales (o en alguno de los nodos) tiene un impacto mucho mayor que en el caso del CAS, donde solo quedaba afectado el canal asociado.
- La señalización no se transmite por el mismo canal que la voz, por tanto, no es posible asegurar la integridad de la voz. Para garantizarla es necesario realizar test de encaminamiento.

La implementación de la señalización CCS puede ser hecha de dos maneras o modos: canal común asociado y canal común no asociado. Aún así, un tercer

modo, el canal común cuasi-asociado, apareció como un paso intermedio entre los dos modos extremos. En la figura 5 solo hemos puesto el asociado y el no asociado porque se trata de los dos extremos, pero el cuasi-asociado surgió como una alternativa a medio camino entre ambas opciones.

La implementación de canal común asociado es la más inmediata, y de hecho se corresponde con la figura 8 (c). Se trata de una implementación en la que señalización y voz, a pesar de ser transmitidos por canales diferentes, usan el mismo enlace. Dicho de otro modo, hay un enlace directo entre los dos conmutadores tanto para voz como para señalización (figura 9 (a)).

Figura 9. Modos de señalización CCS



En el caso del canal común no asociado, la situación es antagónica. El direccionamiento de la señalización es independiente del direccionamiento de la voz. Así, tal como muestra la figura 9 (c), la existencia de una red de señalización permite el direccionamiento de la información de control.

El canal común cuasi-asociado es una solución intermedia. Esta solución se basa en el hecho de que, aunque señalización y voz recorren diferentes caminos, estos caminos se diferencian solo en la existencia de un nodo intermedio (figura 9 (b)).

4.2. La metaseñalización (*metasignalling*)

La metaseñalización puede ser definida como el uso de la señalización con el objetivo de establecer canales de señalización. Este tipo de señalización es posible, por ejemplo, en las redes RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

Terminología

En inglés la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es conocida como ISDN (Integrated Services Digital Network).

Aunque la intención de este subapartado es solo la de explicar el concepto de metaseñalización, es interesante repasar brevemente un ejemplo para entender mejor su funcionamiento: el protocolo de metaseñalización de la RDSI. El estándar para este protocolo se puede encontrar en la Recomendación Q.2120 de la ITU-T *B-ISDN metasignalling protocol*.

Enlace

Podéis encontrar la Recomendación Q.2120 en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.2120-199502-I/en>

Las diferentes posibilidades que implementa este protocolo son las siguientes:

- Asignar un canal virtual de señalización punto a punto y un canal virtual de señalización de difusión asociado.
- Asignar un canal virtual de señalización punto a punto.
- Verificar el estado de los canales virtuales de señalización.
- Suprimir los canales virtuales de señalización.

Para conseguir llevar a cabo estas funciones, se describen los mensajes que se detallan a continuación:

- **Petición de asignación.** Cuando el usuario necesita disponer de recursos de señalización, envía este mensaje hacia la red para pedir que los asignen.
- **Asignado.** Esta es una de las dos respuestas posibles que la red, tras recibir un mensaje de petición de asignación, puede transmitir hacia el usuario. Como bien indica este nombre, lo transmite cuando es posible satisfacer la asignación de recursos solicitada.

- **Denegado.** Cuando la red, habiendo recibido una petición de asignación por parte del usuario, no puede satisfacer la petición, transmite este mensaje hacia la red. En el cuerpo del mensaje de denegación la red explicita el motivo.
- **Petición de verificación.** Se trata, tal como indica su denominación, de un mensaje para verificar la existencia e integridad del canal de señalización establecido tras un proceso de petición de asignación positivo. Este mensaje se envía desde la red hacia el usuario.
- **Respuesta de verificación.** El usuario, tras recibir un mensaje de petición de verificación, responde con este mensaje.
- **Suprimido.** Cuando uno de los dos puntos de la comunicación, tanto el usuario como la red, desea eliminar el canal de señalización establecido, envía este mensaje al otro punto.

El caso de la RDSI es ilustrativo para entender el concepto de metaseñalización. Si queréis profundizar en el funcionamiento concreto de este protocolo (Q.2120), podéis acceder gratuitamente a través de la página web de la ITU.

5. Modelos de señalización

Tal como ya hemos ido viendo en los apartados precedentes, la señalización puede ser clasificada según un amplio abanico de características. En este apartado presentamos una que, a pesar de ser obvia, supone una clasificación importante. Hay que resaltar que esta denominación se utiliza tanto para la señalización como para los datos.

La clasificación de la señalización en función del número de actores que participan puede ser de tres tipos: punto a punto, punto a multipunto y multipunto a multipunto.

5.1. Señalización punto a punto

Se trata de la señalización que tiene un único nodo de origen y un único nodo de destino. En inglés se denomina *point-to-point*. Este tipo de señalización sería aquel en que se establece una conexión entre dos nodos: uno sería el nodo origen y el otro sería el nodo destino.

Tal como se ve en la figura 10, independientemente de los nodos de la red, la comunicación (en este caso la señalización) se hace por parejas de nodos. En la red simple de la figura, por ejemplo, se puede establecer señalización punto a punto entre cada una de las parejas (en la figura solo se muestran tres ejemplos).

El establecimiento y la liberación de una conexión TCP es un ejemplo claro de este tipo de señalización.

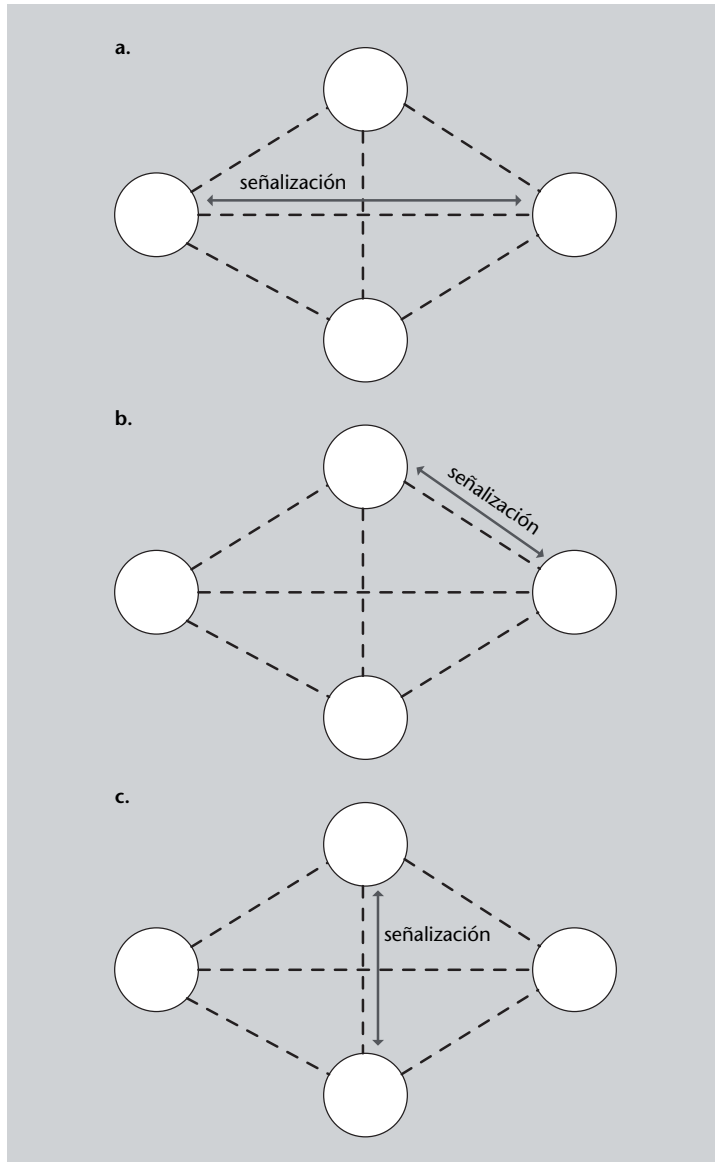
5.2. Señalización punto a multipunto

Al contrario de lo que sucede en el paradigma del punto a punto, en este caso no solo hay un único destino, sino que hay varios destinos y un único origen. Fijémonos en que, en sentido estricto, en cada señalización punto a multipunto hay otro u otros procesos de señalización en el sentido contrario si los nodos de destino pueden transmitir hacia el nodo de origen. Si estos nodos de destino pueden enviar señalización hacia el nodo de origen, se están estableciendo múltiples señalizaciones punto a punto en el sentido contrario. En cambio, si los nodos de destino pueden transmitir a cualquiera de los otros nodos (también a los otros nodos de destino), entonces están estableciendo procesos de señalización mutlipunto a multipunto.

Abreviaturas

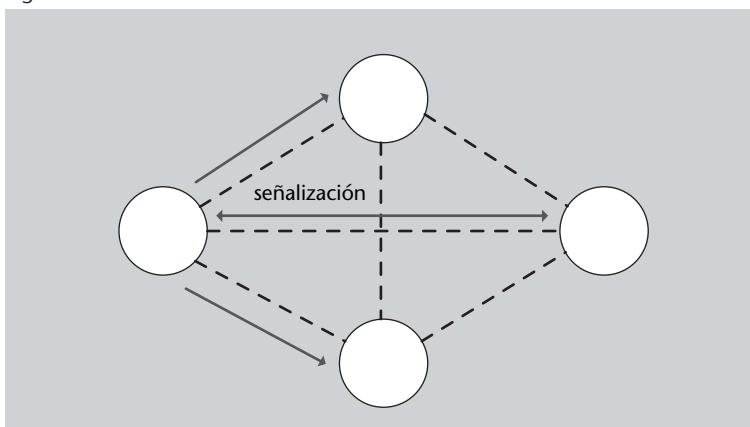
A menudo estas denominaciones se pueden encontrar abreviadas de la siguiente manera:
point-to-point (**P2P**),
point-to-multipoint (**P2MP**) y
multipoint-to-multipoint (**MP2MP**).

Figura 10. Señalización P2P. Algunos ejemplos en una red simple



Imaginemos un sistema de comunicaciones móviles. La estación base envía información de señalización con una determinada periodicidad hacia todos los terminales móviles que se encuentran dentro de su área de cobertura. Este sería un ejemplo de señalización punto a multipunto.

Figura 11. Señalización P2MP

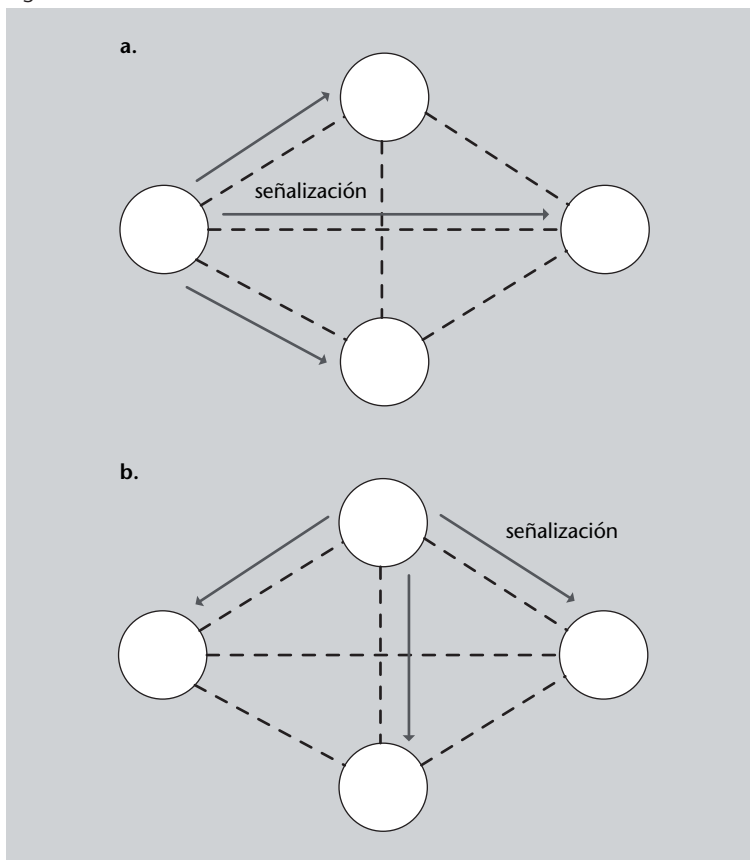


5.3. Señalización multipunto a multipunto

Es la última de las posibilidades según esta clasificación. En inglés es conocida como *multipoint-to-multipoint*. Es propia de las redes malladas (*mesh networks*) en que varios nodos pueden comunicarse y enviar señalización hacia múltiples nodos.

Tal como se puede observar en la figura, cualquier nodo puede comunicarse con cualquier nodo.

Figura 12. Señalización MP2MP

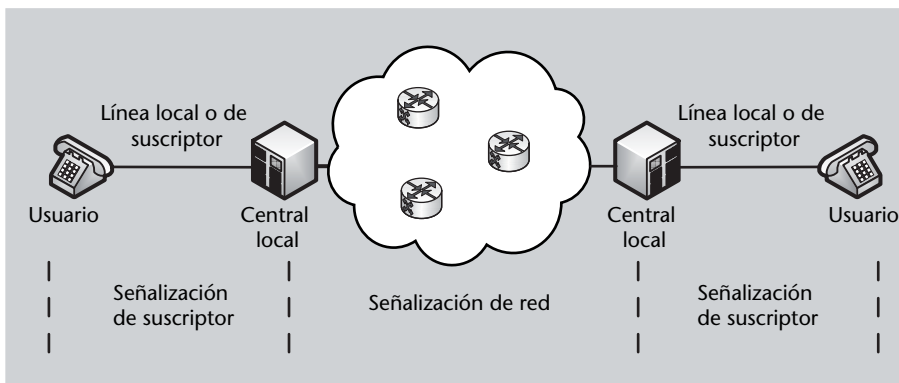


6. Clasificación de la señalización según el enlace

Las características de la señalización utilizada en cada una de las partes de una red está estrechamente relacionada con las características de estos tramos de la red. La cantidad de nodos, la distancia, el tipo de enlace, la capacidad, etc., son factores que indudablemente impactan en las funciones que debe desarrollar la señalización. Así, parece lógico pensar que la señalización puede ser clasificada, también, según la parte de la red en que es implementada.

Las redes de comunicaciones tienen, principalmente, dos partes muy diferenciadas: la red de acceso y la red troncal. En el caso de las redes de telecomunicación, estas partes de la red serían llamadas línea de abonado (*subscriber line*) y red troncal (figura 13). En este apartado describiremos cuáles son las particularidades principales de la señalización en estas partes de la red: la señalización de suscriptor (*subscriber signalling*) y la señalización de red (*network signalling*).

Figura 13. Señalización de suscriptor y de red



6.1. Señalización de red

La señalización de red ha evolucionado mucho en comparación con la señalización de suscriptor, que expondremos en el subapartado 6.2. Es el tema de estudio fundamental de la asignatura, y es por este motivo que le dedicaremos los siguientes módulos.

El objetivo principal de los organismos de estandarización ha sido conseguir un estándar mundial que permita la interconexión de las redes de telecomunicación de todo el mundo. Fue en 1975 cuando AT&T desarrolló el Signalling System No. 7 (SS7) que, después de que en 1980 fuese adoptado por el *Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique* (CCITT), acabó convir-

Terminología

No resulta extraño ver la denominación *last mile* para referirse a la red de acceso o línea de abonado. Esta denominación hace referencia al hecho de ser el último tramo de la red (a menudo menos de una milla) antes de llegar al usuario final.

CCITT

En 1925 se crearon dos comités consultivos para gestionar las crecientes complicaciones que presentaba el servicio internacional de telefonía, el CCIF y el CCIT. En 1956, como consecuencia del encabalgamiento existente entre las actividades de ambos comités, se fundó el CCITT, resultado de la fusión de los dos comités precedentes. En 1993 el comité fue rebautizado con el nombre de ITU-T.

tiéndose en un estándar de señalización de red a escala mundial. A lo largo de la asignatura estudiaremos este estándar en detalle.

6.2. Señalización de suscriptor

La señalización de suscriptor es aquella que se emplea en la línea de suscriptor, entre el usuario final y la central local. Se trata de una señalización muy condicionada por las características de la red. La línea local (o de suscriptor) es el tramo más extenso de la red y, por tanto, la gran cantidad de enlaces que la conforman hace difícil la evolución.

La señalización de suscriptor se puede dividir en dos subcategorías: la señalización básica y la señalización de servicios suplementarios.

Señalización de suscriptor:

- **Servicio básico.** Es la señalización vinculada a los servicios heredados del viejo sistema telefónico*. Incluye la señal de supervisión, la señal de dirección, la señal de llamada y los tonos.
- **Servicios suplementarios.** Se trata de la señalización asociada a los servicios que han ido apareciendo a lo largo de los años: la llamada en espera, el desvío de llamada, la llamada entre tres, la señal de llamada distintiva, el rechazo de llamada selectivo y la detección de llamada entrante.

*En inglés se conoce como *Plain Old Telephone Service (POTS)*.

A continuación detallamos, muy brevemente, en qué consisten las señales enumeradas anteriormente, tanto aquellas propias de los servicios básicos como aquellas propias de los servicios suplementarios.

Señal de supervisión (*supervision signal*). En general, la línea de suscriptor puede tener dos estados diferentes: en uso (llamado *off-hook*) y en desuso (llamado *on-hook*). Cuando el usuario descuelga el teléfono, el estado *off-hook* se determina gracias a una corriente continua entre la central local y el usuario final. Esta señal es la señal de supervisión. Esta señal es clasificada como una señal adelante (*forward signal*), ya que se transmite desde el usuario final hacia la central local.

Señal de dirección (*address signal*). El usuario, a fin de lograr comunicarse, debe transmitir la señalización que permita identificar al usuario de destino. Esta señal consta de un conjunto de dígitos que conforman una dirección. Esta señalización puede ser hecha de dos maneras, mediante pulsos (*Dial-Pulse*, DP, o desconexión de bucle, *loop disconnect*) o tonos frecuenciales (*Dual-Tone Multifrequency*, DTMF). Ambas posibilidades han sido explicadas con más de-

talle en el subapartado 4.1.1. Es, como la señal de supervisión, un *forward signal*.

Señal de llamada (*ringing signal*). Esta señal se transmite por la central local cuando, en estado *on-hook*, se quiere anunciar la recepción de una llamada. En este caso, como que la señal se transmite por la central, se clasifica como señal hacia atrás (*backward signal*).

Tonos. Son todas aquellas señales que permiten que el usuario final conozca el proceso o estado de la llamada. Por definición, así pues, se trata de señales *backward*. Los tonos habituales son el tono de marcado (*dial-tone*, que permite saber que la línea está preparada para ser utilizada), el tono de llamada (*ringing-tone*, que permite saber que se está conectando con el usuario final) y el tono de ocupado (*busy-tone*, que indica que el usuario final está ocupado o, en otras palabras, que comunica). Hay otros pero no son tan importantes.

Llamada en espera (*call waiting service*). Como el nombre indica, permite que una llamada sea retenida aunque el usuario final tenga otra llamada en curso.

Transferencia de llamada (*call forwarding service*). Servicio que permite redireccionar las llamadas destinadas a un número en concreto hacia otro número.

Llamada entre tres (*three-way calling*). Servicio que permite establecer llamadas entre tres usuarios.

Señal de llamada distintiva (*distinctive ringing*). En función del número de teléfono de origen, el tono de llamada al usuario de destino varía.

Rechazo de llamada selectivo (*selective call rejection*). Servicio para rechazar las llamadas con un origen concreto.

Detección de llamada entrante (*calling number delivery*). Servicio que permite conocer el número de la llamada entrante.

En función de la red, como por ejemplo la RTC o RDSI, los estándares que definen la señalización de suscriptor son diversos. En este módulo no los trataremos porque no son el objetivo principal de la asignatura.

7. Organizaciones estandarizadoras

La heterogeneidad es una de las características de las redes de telecomunicación actuales. La existencia de diferentes tecnologías, fabricantes de dispositivos, arquitectura de redes, etc. obliga a establecer estándares de comunicación. En el caso concreto de esta asignatura nos centramos en los estándares de señalización.

Tal como acabamos de comentar, la diversidad ha obligado a crear un conjunto de organizaciones mundiales, nacionales o regionales que velan por el establecimiento y la definición de los estándares. En este apartado hacemos una pequeña descripción de las organizaciones más importantes, su origen y sus objetivos.

7.1. International Telecommunications Union (ITU)

La ITU fue fundada en 1865 como acrónimo de International Telegraph Union. Inicialmente, tal como muestra su nombre original, esta organización velaba por la estandarización y la regulación internacional de la telegrafía. No fue, sin embargo, hasta 1932 que el organismo se convirtió en una agencia especializada de las Naciones Unidas.

Aunque inicialmente solo desarrollaba sus funciones en el sector de la telegrafía, las áreas en las que la ITU tiene responsabilidades se han extendido hasta abarcar todo el sector TIC (Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, o en inglés *Information and Communications Technologies*, ICT).

La ITU, formada por más de 190 países y más de 700 empresas, tiene tres grandes áreas de actividad: las radiocomunicaciones, la estandarización y el desarrollo. Es por este motivo que orgánicamente se divide en tres sectores:

- **ITU-T:** ITU Telecommunications Standardization Sector.
- **ITU-R:** ITU Radiocommunication Sector.
- **ITU-D:** ITU Telecommunications Development Sector.

La ITU-R tiene la tarea de coordinar los servicios de radiocomunicaciones a escala global, y muy particularmente la asignación frecuencial para estos servicios y las órbitas de los satélites de comunicaciones. Su objetivo principal es asegurar la limitación de las interferencias radioeléctricas, y la implementación de regulaciones radioeléctricas y conferencias regionales y mundiales de radiocomunicaciones.

Enlace

Podéis encontrar toda la información relacionada con la ITU en:
<http://www.itu.int>

En cuanto a la ITU-T, su objetivo básico es el de desarrollar y publicar los estándares de aplicación a todos los sectores de las TIC. Se organiza en un conjunto de grupos específicos y los estándares desarrollados reciben la denominación de *recomendaciones*.

Finalmente, la ITU-D tiene la función de impulsar la cooperación y solidaridad internacional en aspectos de asistencia, creación, desarrollo y mejora de equipos y redes de telecomunicación.

7.2. European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

El ETSI es un organismo europeo de estandarización fundado en 1988 con el objetivo de responder a las crecientes necesidades de estandarización que tenía la industria. Participa la industria, las universidades, las administraciones y los reguladores, y se organiza en comités especializados llamados Technical Bodies (TB). A pesar de todo, se organizan grupos para cuestiones urgentes llamados Specialist Task Force (STF).

El instituto tiene dos misiones principales: una a nivel europeo y una a nivel global. En cuanto a la vertiente europea, es la organización que ha de desarrollar estándares que cumplan los marcos regulatorios europeos establecidos por la Unión Europea (UE) y la European Free Trade Association (ETFA). Algunos de los éxitos más importantes de la ETSI han sido estándares como por ejemplo GSM, DECT, TETRA o Euro-ISDN.

En cuanto a su misión global, la ETSI participa activamente como miembro de organizaciones de estandarización mundiales como 3GPP, EMTel, MESA, ICANN o GSC.

7.3. Third Generation Partnership Project (3GPP) y Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2)

El 3GPP es el organismo internacional encargado de los procesos de estandarización de las comunicaciones móviles. El organismo tiene miembros organizacionales y representantes del mercado de las comunicaciones móviles. En cuanto a los miembros organizacionales, son seis: ARIB (Japón), ATIS (Estados Unidos), CCSA (China), ETSI (Europa), TTA (Corea) y TTC (Japón). Los representantes del mercado, por su parte, son el IMS Forum, el TD-Forum, GSA, GSM Association, IPv6 Forum, UMTS Forum, 4G Americas, TD Industry Alliance, InfoCommunication Union, Small Cell Forum, CDMA development Group, Cellular Operators Association of India, y NGMN Alliance.

Internamente se estructura en cuatro grupos técnicos (Technical Specification Groups, TSG):

Enlace

Podéis encontrar toda la información relacionada con la ETSI en:
<http://www.etsi.org>

Enlace

Podéis encontrar toda la información relacionada con 3GPP en:
<http://www.3gpp.org>
y con 3GPP2 en:
<http://www.3gpp2.org>

- Radio Access Networks (RAN)
- Service and Systems Aspects (SA)
- Core Network and Terminals (CT)
- GSM EDGE Radio Access Networks (GERAN)

Inicialmente la voluntad de todas las partes involucradas fue la de crear un único ente normalizador a nivel mundial para el sector de las comunicaciones móviles. A pesar de todo, dos de las organizaciones normalizadoras impulsoras (ETSI y ANSI-41) no fueron capaces de crear un único organismo y, finalmente, se fundó el 3GPP2. Esta organización tiene objetivos similares a los de 3GPP, pero solo para las áreas geográficas de América del Norte y de Asia.

Como sucede en el 3GPP, se distinguen los miembros organizacionales y los representantes del mercado. En cuanto a los miembros organizacionales, se trata de ARIB (Japón), CCSA (China), TTA (Corea) y TTC (Japón). En cuanto a los representantes del mercado, existe el CDMA Development Group, IPv6 Forum, y Femto Forum.

7.4. Internet Engineering Task Force (IETF)

El IETF es una comunidad internacional de diseñadores, operadores, fabricantes y buscadores involucrados en el ámbito de Internet y su arquitectura. Se trata de una organización abierta a cualquier miembro que desee formar parte. Su objetivo es, pues, mejorar el funcionamiento de Internet.

Su objetivo debe lograrse, tal como se indica en el RFC 3935, manteniendo los siguientes principios:

- **Proceso abierto.** Cualquier persona debe tener el derecho a participar en el proceso.
- **Competencia técnica.** La documentación elaborada por el IETF debe tener una alta calidad.
- **Voluntariado.** La participación de sus miembros debe ser exclusivamente en términos de voluntariado.
- ***Rough consensus and running code.*** Las decisiones se toman de acuerdo con los conocimientos de los expertos que son miembros y con la experiencia acumulada.
- **Propiedad del protocolo.** La responsabilidad asociada a un protocolo o función es asumido y aceptado por el organismo.

En el contexto en el que nos encontramos, este organismo asume una importancia clave por un motivo principal: la convergencia de las redes de comuni-

Enlace

Podéis encontrar toda la información relacionada con el IETF en:
<http://www.ietf.org>

caciones (también las de transporte de voz) hacia redes *All-IP*. Es precisamente esta tendencia la que ha llevado, como se verá en esta asignatura, a la aparición de la voz sobre IP (*voice over IP*, VoIP). La documentación generada por el IETF toma la forma de *Request for Comments* (RFC).

7.5. Otros organismos

Hay muchos otros organismos de estandarización, como por ejemplo ATIS, Telcordia, TIA o ATM Forum. Todos ellos tienen responsabilidades en el campo de la estandarización en general y de la señalización en particular. A pesar de su importancia, hemos considerado que no es necesario profundizar en todos y cada uno de ellos. Quien quiera tener información, puede consultar la información en sus páginas web.

Enlaces de interés

ATIS: www.atis.org
TIA: www.tiaonline.org
ATM Forum:
www.broadband-forum.org/

8. Anexo. Planes de numeración

Tal y como hemos visto al principio de este módulo, la evolución de la señalización en los sistemas de telecomunicación fue impulsada en buena parte por la necesidad de automatizar la conmutación en las centrales locales. Además, la necesidad de una red de telecomunicación global (quizás es más conveniente llamarlo un conjunto de redes interconectadas globalmente), particularmente de voz, impulsó en su momento el establecimiento de unas recomendaciones que suponían unas bases comunes para la numeración de los usuarios finales. En la actualidad estas bases se pueden encontrar en la Recomendación E.164 de la ITU-T.

El plan de numeración no es estrictamente un aspecto de la señalización, pero la importancia práctica del direccionamiento de los usuarios finales nos ha empujado a incluirlo como un anexo de este primer módulo introductorio.

Enlace

Podéis encontrar la Recomendación E.164 en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/en>

Esta Recomendación tiene el objetivo de fijar una estructura internacional común para la numeración de la red telefónica pública. La Recomendación, desarrollada por la ITU-T, divide las numeraciones en cinco categorías diferentes:

- Números para áreas geográficas.
- Números para servicios globales.
- Números para redes.
- Números para grupos de países.
- Números para pruebas*.

* En inglés *trials*.

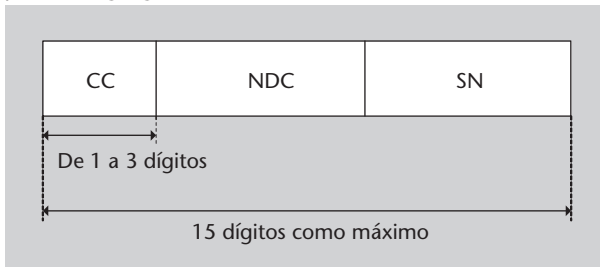
La ITU-T recomienda una estructura particular en cada una de las cinco categorías, pero hace una consideración general: la longitud de cualquier número, sea cual sea la categoría, puede ser variable pero no debería exceder los 15 dígitos. A continuación se describe brevemente cada categoría.

8.1. Números para áreas geográficas

Esta categoría incluye los números telefónicos de los suscriptores que utilizamos habitualmente. Está compuesta de tres campos principales: el código de país (*Country Code*, CC), el código de destino nacional (*National Destination Code*, NDC) y el número de suscriptor (*Subscriber Number*, SN). El código de país, el único campo presente en las cinco categorías, tiene una longitud de

entre 1 y 3 dígitos. Por tanto, la longitud de la NDC y el SN no debería exceder los dígitos restantes hasta 15 después de considerar el CC (entre 1 y 3 dígitos).

Figura 14. Estructura recomendada por la ITU-T de los números para áreas geográficas

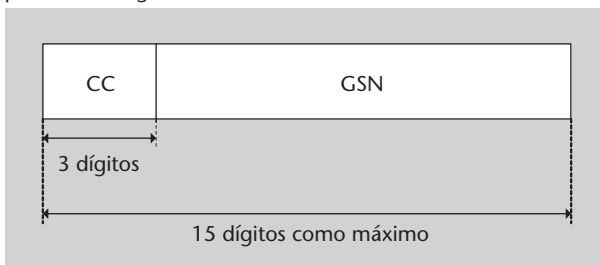


Las figuras han sido adaptadas directamente de la Recomendación de la ITU-T E.164.

8.2. Número para servicios globales

La numeración regulada según esta categoría está destinada a servicios como, por ejemplo, servicios gratuitos de telefonía. Tiene una estructura sensiblemente diferente de la categoría anterior. El número consta de dos campos: el código de país (CC), como los números para áreas geográficas, y el número de suscriptor global (*Global Subscriber Number, GSN*). El primero de los campos tiene siempre 3 dígitos, mientras que el GSN debe tener 12 dígitos como máximo para cumplir con la recomendación general de la longitud máxima.

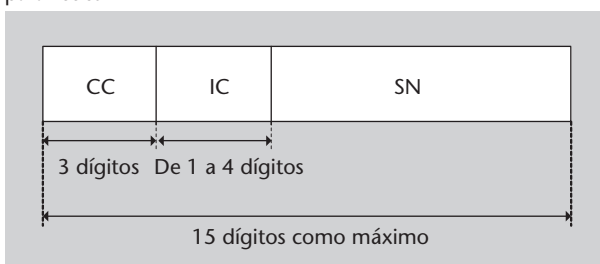
Figura 15. Estructura recomendada por la ITU-T de los números para servicios globales



8.3. Número para redes

Estos números son aquellos que no pueden ser incluidos en las dos categorías anteriores. Tal como se observa en la figura 16, hay un campo no descrito hasta ahora: el identificador de código (*Identification Code, IC*).

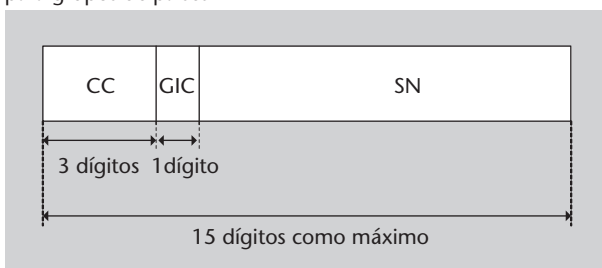
Figura 16. Estructura recomendada por la ITU-T de los números para redes



8.4. Número para grupos de países

Se define una categoría para números que no son para un único país (como sería el caso de los números para áreas geográficas), sino para un grupo de países. La semejanza entre estas dos categorías –para grupos de países y para áreas geográficas– es evidente. Esta categoría añade el campo de código de identificador de grupo (*Group Identification Code*, GIC), de un único dígito. Cada grupo de países es seleccionado mediante este campo.

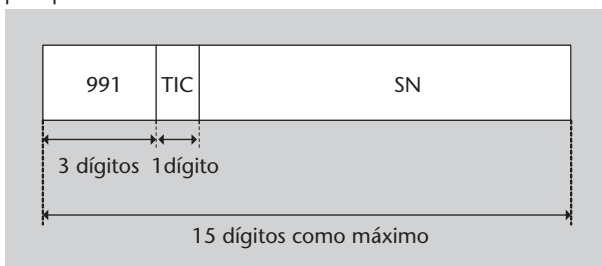
Figura 17. Estructura recomendada por la ITU-T de los números para grupos de países



8.5. Número para pruebas

Esta categoría es para casos muy particulares. Hay tres campos: el código de país (CC) que, para esta categoría, tiene una longitud fija de tres dígitos y un valor igual a 991, el código de identificación de prueba (*Trial Identification Code*, TIC), de un único dígito, y el campo SN. Los dos primeros campos son obligatorios, mientras que el último (SN) es opcional.

Figura 18. Estructura recomendada por la ITU-T de los números para pruebas.



8.6. Plan nacional de numeración

El código de país (CC), incluido en la estructura de las cinco categorías expuestas, determina el país de destino. La asignación de estos códigos es responsabilidad de la ITU-T. El resto de campos, en cambio, es responsabilidad de la administración nacional. Cualquier plan nacional debería ser diseñado según los siguientes criterios:

Enlace

Podéis consultar la asignación del código de país (CC) en:
http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-E.164D-11-2011-PDF-E.pdf

- Debe tomarse en consideración el crecimiento futuro del volumen de suscriptores y de servicios.
- Hay que tener en cuenta que la red será accesible desde otros países.
- Los suscriptores deben ser siempre llamados mediante el mismo número de suscriptor (SN), independientemente del origen de la llamada.

Aunque la gestión de los planes nacionales de numeración no depende de la ITU-T, los organismos administradores nacionales están obligados a notificar los cambios al Telecommunication Standardization Bureau (TSB).

Enlace

Puede consultar los planes de numeración de los diferentes países en:
<http://www.itu.int/oth/T0202.aspx?parent=T0202>

Resumen

En este módulo hemos podido descubrir la importancia que tiene la señalización en cualquier red de telecomunicación. La señalización, de la misma manera que sucede con las redes, es muy heterogénea y por lo tanto no es sencillo hacer una clasificación definitiva. Durante el módulo hemos tratado de dar una imagen general de las diversas clasificaciones posibles (según la técnica, el modo y el enlace), y al mismo tiempo hemos presentado los principales organismos de estandarización.

Una vez que hayáis terminado de leer este módulo, deberíais de tener una visión general del concepto de señalización, su evolución conceptual, y los problemas y retos que plantea.

Ejercicios de autoevaluación

1. Poned algunos ejemplos de procedimientos de control en redes de telecomunicación.
2. En el apartado 4 del módulo, se hace una clasificación de las diversas técnicas de señalización. ¿Podrías poner un ejemplo de cada una de las técnicas que se presenten?
3. Enumerad las principales diferencias entre la señalización CAS (*Channel Associated Signalling*) y la señalización CCS (*Common Channel Signalling*).
 - a) ¿Por qué creéis que se ha tendido a la CCS en vez de continuar con la CAS?
 - b) ¿Pensáis que la utilización de CAS está justificada en algún caso? ¿Por qué?
4. Id a la página web de la ETSI y explicad cómo se estructura internamente esta organización.
5. En el enlace <http://www.itu.int/oth/T0202.aspx?parent=T0202> podéis encontrar los planes de numeración nacional de varios países. Elegid el de dos países y determinad:
 - a) ¿Qué longitud tienen los diferentes campos de la E.164 para cada uno de los dos países?
 - b) ¿Hay diferencias constatables?
 - c) En el caso de, por ejemplo, el plan de numeración español, ¿qué otra información se puede encontrar?
 - d) Id a la página web de la ITU y explicad brevemente la organización interna del *Telecommunication Standardization Bureau* (TSB) y sus funciones.

Glosario

3GPP 3rd Generation Partnership Project. Organismo de estandarización de las comunicaciones móviles.

3GPP2 3rd Generation Partnership Project 2. Organismo de estandarización de las comunicaciones móviles para Asia y América del Norte.

AC Alternating Current.

ACK Acknowledgement. Paquete enviado con el objetivo de certificar la llegada de un paquete precedente.

All-IP Todo IP. Situación en la que todas las redes convergen hacia redes IP (todo el tráfico es IP).

ANSI American National Standard Institute. Instituto de estandarización de los Estados Unidos de América.

ARIB Association of Radio Industries and Businesses. Organización de estandarización de Japón.

ATIS Alliance for Telecommunications Industry Solutions. Organización de estandarización de los Estados Unidos de América.

ATM Asynchronous Transfer Mode.

CAS Channel-Associated Signalling.

CC Country Code. Campo definido en la Recomendación E.164 de la ITU-T.

CCIF Comité Consultatif International Téléphonique. Organización que, tras fusionarse con la CCIT, fundó la CCITT.

CCIT Comité Consultatif International Télégraphique. Organización que, tras fusionarse con la CCIF, fundó la CCITT.

CCITT Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony. Organización predecesora de la actual ITU.

CCS Common-Channel Signalling.

CCSA Communications Standards Association. Organización de estandarización de China.

CDMA Code Division Multiple Access.

CT Core Network and Terminals. Denominación de uno de los TSG de 3GPP.

DC Direct Current.

DDD Direct Distance Dialing. Servicio que permite realizar llamadas fuera del área local sin la asistencia de un operador humano.

DECT Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Estándar ETSI para teléfonos digitales inalámbricos.

DP Dial-Pulse.

DTMF Dual-Tone Multifrequency. Técnica de señalización de la línea de suscriptor.

EDGE Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

EMTEL Emergency Telecommunications. Esta actividad toma cuerpo a través de grupos de trabajo de ETSI.

EFTA European Free Trade Association. Tratado de libre comercio entre países no pertenecientes a la UE.

ETSI European Telecommunications Standards Institute. Instituto de estandarización europeo.

- Euro-ISDN** European ISDN. Variante del ISDN para Europa.
- FDM** Frequency Division Multiplexing.
- GERAN** GSM EDGE Radio Access Networks. Denominación de uno de los TSGs de 3GPP.
- GIC** Group Identification Code. Campo definido en la Recomendación E.164 de la ITU-T.
- GSA** Global mobile Suppliers Association. Representante del mercado en 3GPP.
- GSC** Global Standards Collaboration. Conferencia mundial para mejorar la cooperación de los organismos regionales.
- GSM** Global System for Mobile communications. Estándar de comunicaciones móviles de segunda generación.
- GSN** Global Subscriber Number. Campo definido en la Recomendación E.164 de la ITU-T.
- IC** Identification Code. Campo definido en la Recomendación E.164 de la ITU-T.
- ICANN** Internet Corporation for Assigned Names and Numbers.
- ICT** Information and Communications Technologies. En castellano se traduce como Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
- IETF** Internet Engineering Task Force. Organización estandarizadora en Internet.
- IMS** IP Multimedia Subsystem. Arquitectura de red para servicios basados en IP.
- IP** Internet Protocol.
- IPv6** Internet Protocol version 6.
- ISDN** Integrated Services Digital Network. En castellano se traduce como Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).
- ITU** International Telecommunication Union. Organismo de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones.
- ITU-D** ITU - Telecommunications Development Sector. Se trata de una de las tres divisiones de la ITU.
- ITU-R** ITU - Radiocommunication Sector. Se trata de una de las tres divisiones de la ITU.
- ITU-T** ITU - Telecommunications Standardization Sector. Se trata de una de las tres divisiones de la ITU.
- MESA** Mobile Broadband for Public Safety. Proyecto internacional de colaboración en el sector de las tecnologías de banda ancha móvil digital.
- NDC** National Destination Code. Campo definido en la Recomendación E.164 de la ITU-T.
- NGMN** Next Generation Mobile Networks. Alianza para el impulso de las futuras redes de comunicaciones móviles.
- NGN** Next Generation Network. Arquitectura de red para las redes All-IP.
- OSI** Open System Interconnection. Modelo de red dividido en siete capas.
- PCM** Pulse Coded Modulation.
- POTS** Plain Old Telephone Service.
- PSTN** Public Switching Telephone Network. En castellano se traduce como Red Telefónica Conmutada (RTC).
- PTC** Per Trunk Channel. Es más habitual denominarlo con el acrónimo CAS.
- RAN** Radio Access Networks. Denominación de uno de los TSG de 3GPP.
- RFC** Request For Comments. Documentación generada por la IETF.

- SA** Service and Systems Aspects. Denominación de uno de los TSG de 3GPP.
- SN** Subscriber Number. Campo definido en la recomendación E.164 de la ITU-T.
- SS7** Signalling System No. 7. Protocolo de señalización para la red troncal.
- STF** Specialist Task Force. Grupo de la ETSI para cuestiones urgentes.
- SYN** Synchronization packet.
- TB** Technical Bodies. Comités en los que se estructura el ETSI.
- TCP** Transmission Control Protocol. Protocolo de la capa de transporte.
- TDM** Time Division Multiplexing.
- TETRA** Terrestrial Trunked Radio. Estándar desarrollado por la ETSI para comunicaciones móviles digitales de radio.
- TIA** Telecommunications Industry Association. Organización estadounidense que representa gran parte de la industria del sector de las TIC.
- TIC** Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En inglés se denomina como Information and Communications Technologies (ICT).
- TSB** Telecommunication Standardization Bureau. Oficina de apoyo de la ITU-T.
- TSG** Technical Specification Group. Denominación de cada uno de los cuatro grupos en los que se estructura 3GPP.
- TTA** Telecommunication Technology Association. Asociación de estandarización no gubernamental y sin ánimo de lucro de Corea.
- TTC** Telecommunication Technology Committee. Asociación que contribuye a la estandarización en el ámbito de las TIC en Japón.
- UE** Unión Europea.
- UMTS** Universal Mobile Telecommunication System. Sistema de comunicaciones móviles de tercera generación.
- VoIP** Voice over IP. Conjunto de normas, dispositivos y protocolos para comunicaciones de voz sobre el protocolo de red IP.
- RDSI** Red Digital de Servicios Integrados. Es la denominación castellana para el acrónimo inglés ISDN.
- RTC** Red Telefónica Conmutada. Es la denominación castellana para el acrónimo inglés PSTN.

Bibliografía

3GPP. <http://www.3gpp.org>.

3GPP2. <http://www.3gpp2.org>.

van Bosse, J. G.; F. U. Devetak (2007). *Signalling in Telecommunication Networks (2nd Edition)*. Nueva Jersey (EUA): John Wiley & Sons, Inc.

Bray, J. (2002). *Innovation and the Communications Revolution: From the Victorian Pioneers to Broadband Internet*. Cornwall (RU): Institution of Engineering and Technology.

Dryburgh, L.; J. Hewett (2004) *Signalling Systems No. 7 (SS7/C7). Protocol, Architecture and Services*. Indianapolis (EUA): Cisco Press.

ETSI. <http://www.etsi.org>.

Gnanasivam, P. (2006). *Telecommunication Switching and Networks*. Nueva Delhi (India): New Age International Publishers.

ITU-T (2010). *E.164 The international public telecommunication numbering plan*. <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/en>.

ITU. <http://www.itu.int>.

Kasera, S.; N. Narang; S. Narang (2005) *Communications Networks*. Nueva Delhi (India): McGraw-Hill.

Manterfield, R. J. (1991). *Common-Channel Signalling*. Stevenage (Reino Unido): Institution of Electrical Engineers.

Manterfield, R. J. (1999). *Telecommunications Signalling*. Londres (Reino Unido): Institution of Electrical Engineers.

Smillie, G. (1999). *Analogue and Digital Communication Techniques*. Oxford (Reino Unido): Newnes.

Viswanathan, T. (2006). *Telecommunication Switching Systems And Networks (26th Edition)*. Nueva Delhi (India): Prentice-Hall.

