

Sistemas Telemáticos

resumido por Alexandru Theodor Muntenas²

Capítulo 4

Servicios Conversacionales

Sobre el recurso

- Este resumen es una herramienta de estudio.
- Incluirá los conceptos claves de cada apartado.
- Si fuese necesario, se añadirán esquemas o gráficos para mejorar las explicaciones.
- Este recurso no tiene intencionalidad de ser una presentación de diapositivas. Se usa el formato para mejorar la maquetación.
- Toda la información proviene de la obra de *Sistemas Telemáticos (3ª edición)* de Maciá et al.

Introducción

- Los **servicios conversacionales** son aquellos que permiten que los usuarios mantengan “**conversaciones**” entre sí.
- Con las redes sucesoras al LTE, dejamos de distinguir entre servicios soportados por las redes de telefonía y la redes de datos.

Introducción a los servicios conversacionales

- En los servicios conversacionales **varias fuentes transmiten información** (multimedia). Cada fuente recibe el nombre de *medio*.
- Existen **cuatro tipos** genéricos de servicios conversacionales:
 - De “**audio**”: la **voz** es el medio principal (ej: llamada telefónica).
 - De “**vídeo**”, el **vídeo** es el medio principal (ej: videoconferencias).
 - De “**mensajería instantánea**”, **mensajes o archivos** transmitidos a otro usuario.
 - “**Mixtos**”, que **combinan todo** (ej: MS Teams, Messenger, etc.).
- Para que estos servicios funcionen, **los terminales deben de:**
 - Tener **elementos de entrada/salida** para la captación y reproducción de la información (ej: micrófono, altavoces, tarjeta de sonido, cámaras, tarjetas gráficas, pantallas, etc.).
 - Códecs apropiados para el procesamiento de la información.
 - Sistemas de comunicaciones para poder acceder a la red y mover información.

Introducción a los servicios conversacionales

- Los servicios conversacionales son “**Real-Time Communications**” o RTC. El tiempo entre la emisión y recepción de la información tiene que ser invisible, que los usuarios “sientan” que se están comunicando en persona.
- Definimos la **latencia** o retardo como el **tiempo que pasa entre el envío de una información y la recepción**.
- También el **jitter** como el **retardo entre los diferentes mensajes que se transmiten por la red** (ej: ves vídeo en YouTube, la señal de vídeo tarda más en recibirse que la de audio, el reproductor se detiene hasta que tiene toda la información para seguir reproduciendo).
- El **ancho de banda** es un parámetro que determina la velocidad a la que se puede transmitir la información y condiciona la cantidad de información que se puede contener en los distintos medios empleados.
- Se define “Quality of Service” al objetivo de garantizar todos estos requisitos, pero esto suele tenerse más en cuenta a la hora de diseñar la infra en vez de los servicios como tal.

Señalización en redes telefónicas

- En una red de comunicación buscamos establecer mecanismos de comunicación entre los distintos nodos para poder automatizar la implementación de diferentes servicios. (ej: hacer llamadas sin depender de una persona).
- Estos mecanismos de comunicación reciben el nombre de “señalización”, conjuntos de mensajes que los nodos intercambian entre ellos para posibilitar el uso de ciertos servicios. Los mensajes están definidos por sus respectivos protocolos.
- Como las redes de telefonía se divide en red de acceso y troncal, también se distinguen dos tipos de señalización:
 - Señalización de usuario (entre los abonados y equipos de la red, dependiendo del bucle será de tecnología analógica o digital).
 - Señalización de red (entre los componentes que forman la red).

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados analógicos

- Los terminales analógicos están conectados a la central telefónica mediante dos hilos.
- El conector telefónico (RJ11) tiene capacidad de conectar dos pares telefónicos entre la central y el teléfono. (algunos modelos permiten dos líneas).
- El teléfono analógico tiene 3 circuitos: marcación, conversación y timbre.

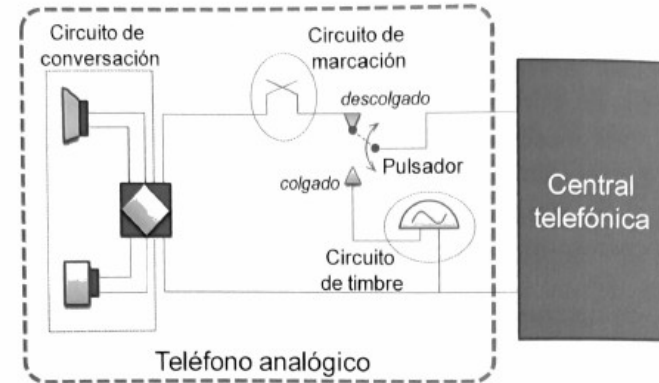


Figura 4.1. Esquema básico del terminal telefónico analógico

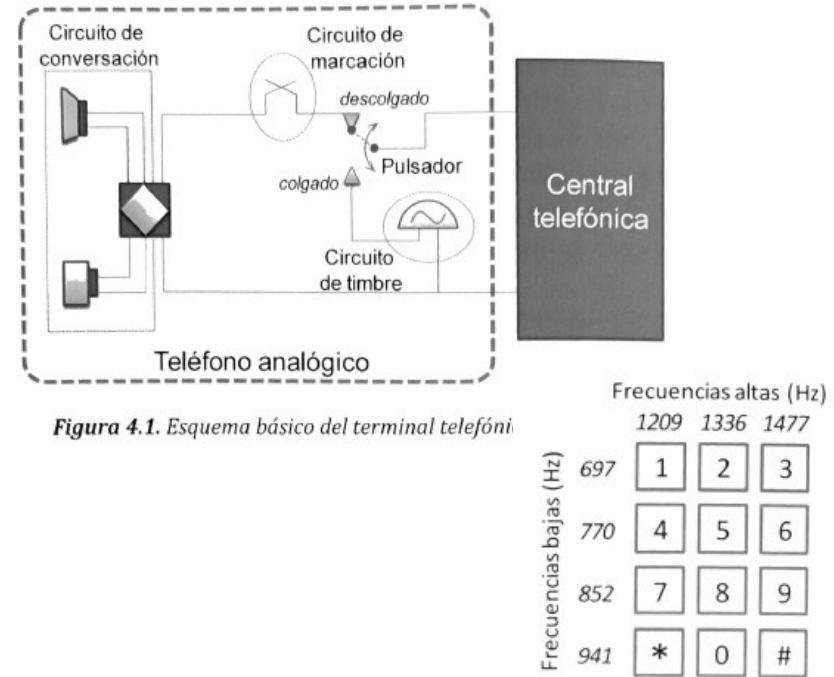
*fuentes: **Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et al.***

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados analógicos

CIRCUITO DE MARCACIÓN

- Señaliza a la central el **número que se quiere marcar para establecer la comunicación**.
- Dos métodos:
 - **Por pulsos** (se hacen cortes en la línea que une el teléfono a la central, cada corte es un ciclo de 50ms OFF y 50ms ON, si el tiempo de ON es mayor, la central asume que se va a marcar un nuevo dígito). (ej: tel. de disco).
 - **Por tonos** (Dual Tone MultiFrequency) (se envía a la central dos tonos, el primero asociado a la fila y el segundo asociado a la columna de cada dígito, identificando cada número).



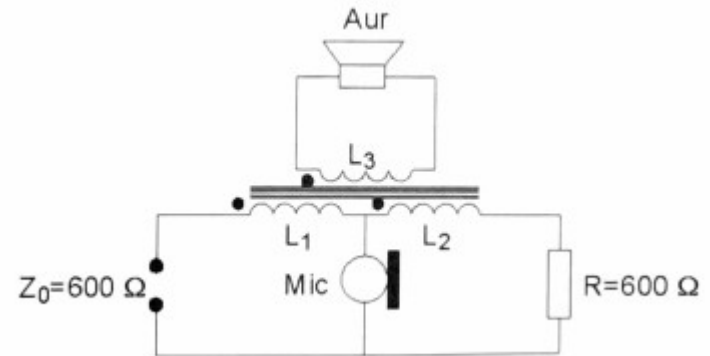
fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados analógicos

CIRCUITO DE CONVERSACIÓN

- Permite al usuario **escuchar** la conversación y recoger la señal de su voz para **emitirlo al "otro lado"**.
- Tiene un auricular, que convierte la señal eléctrica en sonido y un micrófono que hace lo contrario.
- La corriente generada por el micrófono se divide entre L_1 y L_2 , igual magnitud, sentidos contrarios, se anulan e inducción en L_3 inexistente. (Solo en caso Ideal).
- La resistencia de acoplamiento puede no coincidir con la impedancia real de la línea, y da lugar a que las corrientes por L_1 y L_2 no sean la misma y se llegue a inducir algo a L_3 .
- Esta señal inducida recibe el nombre de "**side tone**", el efecto de escucharse a sí mismo cuando uno habla.



fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados analógicos

CIRCUITO DE TIMBRE

- Hace que el teléfono “**sue**ne a mil demonios **gritar**” cuando recibes una llamada.
- Antes los timbres eran electromecánicos, ahora son timbres electrónicos con timbres adaptados al gusto del usuario.
- **El timbre se activa con una señal de 75V AC que genera la propia central telefónica.**
- Cuando el teléfono se descuelga, se conecta el circuito de conversación y marcación a la central.
- Toda la señalización se hace a través de los mismos dos hilos de cobre conectados.

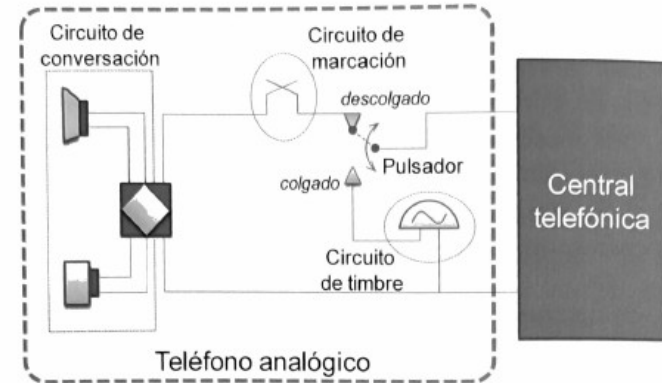


Figura 4.1. Esquema básico del terminal telefónico analógico

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et al.*

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados analógicos

MENSAJES ENTRE CENTRAL Y TELÉFONO

- **Señalización de estado:** si el **teléfono está colgado o descolgado**.
 - La central mantiene una tensión 48V DC cuando se encuentra en reposo.
 - Teléfono colgado, corriente menor de 5mA, al descolgar, la corriente supera el umbral porque la impedancia del circuito varía, la central lo detecta.
 - Teléfono descolgado, la tensión baja entre 6V y 18V, en función del ajuste del bucle de abonado.
- **Señalización de línea:** indica si la **llamada se inicia o termina**. Cuando el interlocutor (al otro lado) descuelga el teléfono, la central notifica a la terminal invirtiendo la polaridad de la señal DC. Cuando cuelga, otra vez se invierte la polaridad.
- **Indicación de llamada entrante:** la central genera una señal alterna ON/OFF superpuesta sobre el DC que **hace sonar el circuito timbre**.
- **Tonos de notificación:** la central emitirá tonos característicos cuando el teléfono está descolgado para **decir ciertos estados** (ej: tono de línea, ocupado, etc).

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

- Dependiendo de la red móvil, se utilizan distintos métodos.
- La red 2G introduce la **separación entre la línea de abonado y el terminal**. El teléfono tiene incorporado una **tarjeta con los datos relativos a la línea de abonado**, “Universal Integrated Circuit Card” o “**Subscriber Identity Module**” (SIM).
- Cada SIM tiene un **número único de 15 dígitos que la diferencia** del resto, “**International Mobile Subscriber Identity**” o IMSI.
- Los tres primeros dígitos de la IMSI identifican el país del operador propietario.
- El **terminal tiene asociado un código que lo identifica**, “**International Mobile Equipment Identity**” (IMEI), que permite al abonado mantener su línea simplemente cambiando la SIM de terminal.
- El **número de teléfono al que se llama para localizar al abonado** es el “**Mobile Station Integrated Services Digital Network**” o MSISDN, asociado a cada IMSI.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

- Antes la SIM era física, ahora es un chip instalado en los terminales que se puede configurar (si está en la placa base, eSIM, si está en el procesador, iSIM, comunmente las llamamos virtual SIMs).
- Entre los abonados de la red móvil y la red, la señalización se hace de forma digital.
- En GSM, la familia de protocolos que se usa es “Base Station Subsystem Application Part” o BSSAP, define los diferentes mecanismos de señalización entre la MS y la red, y entre los propios nodos de la red de acceso.
- BSSAP se compone de varios protocolos, cada uno especificando los mensajes con una finalidad específica:
 - “Base Station Subsystem Management Application Part” o BSSMAP, define los mensajes y diálogos que se intercambian entre el BSC y el MSC.
 - “GSM-Layer 3”, “Direct Transfer Application Part” o DTAP, especifica los mensajes y diálogos entre la MS y la MSC, divide en las siguientes subcapas:

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

- BSSAP se compone de varios protocolos, cada uno especificando los mensajes con una finalidad específica:
 - “GSM-Layer 3”, “Direct Transfer Application Part” o DTAP, especifica los mensajes y diálogos entre la MS y la MSC, divide en las siguientes subcapas:
 - “Connection Management” o CM, mensajes relacionados con el control de las llamadas (Call Control, CC), SMS y soporte de servicios suplementarios (SS).
 - “Mobility Management” o MM, ofrece capacidad de movilidad del usuario (ej: posición del móvil en la red) y privacidad para las comunicaciones en la red.
 - “Radio Resource Management” o RR, relacionados con la gestión de los recursos radio: establecer, mantener y liberar conexiones para soportar los servicios.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

- A partir del 3G, las **SIMs deben soportar “Universal Subscriber Identity Module” (USIM)**, una **aplicación que contiene la información necesaria para autenticarse en la red**: claves de cifrado, códigos PIN/PUK, “Service Provider Name” o SPN, IMSI, etc.
- En **redes 4G y 5G**, las SIMs también tienen que poder ejecutar la aplicación **“IP Multimedia Subscriber Identity Module” (ISIM)**, que contiene: código de identidad privado (IP Multimedia Private Identity, IMPI), nombre de dominio del operador y las distintas identidades públicas (IP Multimedia Public Identity, IMPU).
- **Si existe USIM, no es obligatorio la ISIM.**
- Los protocolos de señalización para 3G, 4G y 5G son similares.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

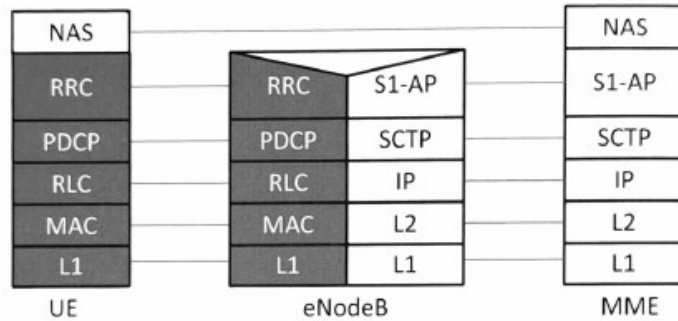


Figura 4.7. Torre de protocolos para señalización de usuario en LTE (4G).

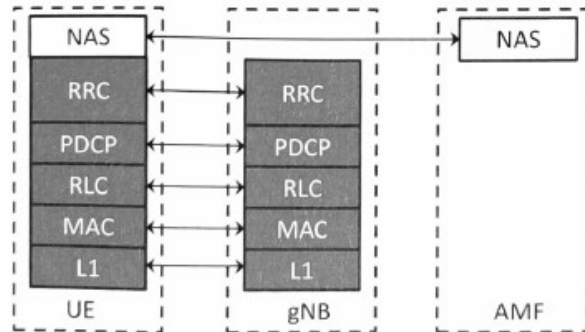


Figura 4.8. Torre de protocolos para señalización de usuario en 5G RN.

- A partir del 3G, las SIMs deben soportar “Universal Subscriber Identity Module” (USIM), una aplicación que contiene la información necesaria para autenticarse en la red: claves de cifrado, códigos PIN/PUK, “Service Provider Name” o SPN, IMSI, etc.
- En redes 4G y 5G, las SIMs también tienen que poder ejecutar la aplicación “IP Multimedia Subscriber Identity Module” (ISIM), que contiene: código de identidad privado (IP Multimedia Private Identity, IMPI), nombre de dominio del operador y las distintas identidades públicas (IP Multimedia Public Identity, IMPU).
- Si existe USIM, no es obligatorio la ISIM.
- Los protocolos de señalización para 3G, 4G y 5G son similares. Existe una parte de protocolos que comunican el móvil (UE) con la estación móvil (NodeB, eNB, gNB), “Access Stratum”.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de usuario en abonados digitales

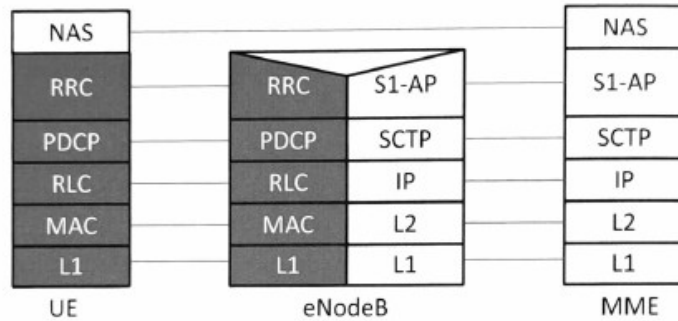


Figura 4.7. Torre de protocolos para señalización de usuario en LTE (4G).

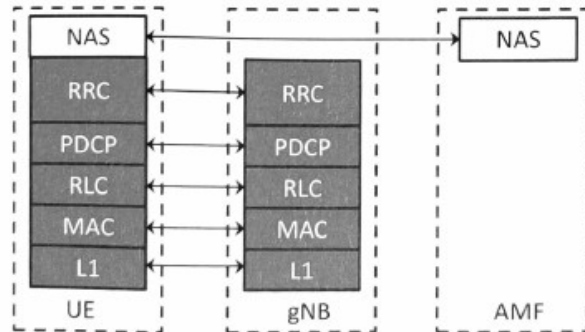


Figura 4.8. Torre de protocolos para señalización de usuario en 5G RN.

- Tenemos la capa L1, la capa 2 (PDCP + RLC + MAC) y la capa 3 (RRC, Radio Resource Control, se encarga de gestionar las conexiones radio).
- La comunicación entre la red móvil y la troncal se hace a través de los protocolos conocidos como “Non Access Stratum” o **NAS** (capas 5, 6 y 7 de la capa OSI): gestionan las sesiones y llamadas con la troncal, la movilidad y la identidad.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- En la actualidad solo existe redes troncales digitales, estudiamos los protocolos de señalización digital.
- Definimos “**direccionamiento**” como **mecanismo de asignación de direcciones a los nodos de la red**, para poder referenciarlos cuando se produce un intercambio de mensajes entre estos.
- En la **red telefónica**, las **direcciones tienen** el siguiente formato establecido (norma E.164):
 - “**Country Code**”, identifica al país del abonado (asignados por la Unión Internacional de Comunicaciones, para España, 34).
 - “**Código de zona**”, pertenencia del número a una zona geográfica o tipo de abonado (móvil o fijo) (en España, asignados por la CMT:
 - números cortos [prefijos 0 y 1], móviles [prefijos 6, 71, 72, 73 y 74], geográficos [prefijos 81-88, 91-98],
 - tarificación especial [prefijos adultos 803, ocio y entretenimiento 806], numeración de red inteligente [prefijo “paga al que llamo” 800 y 900, compartido “901”, “paga el que llama” 902]).
 - “**Número telefónico**”, identifica al abonado dentro de un país y zona.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- Cuando un abonado solicita a través de señalización de usuario el **establecimiento de llamada**, la central de abonado correspondiente **diferencia el número llamante** (número A) y **llamado** (número B) y **decide como encaminar la llamada hasta su destino**.
- **Cada central tiene un prefijo que identifica a sus abonados**. Si el número de llamado coincide con la de la central, la central avisa al abonado. Si no, la central reenvía la llamada a otra central, **encaminamiento**.
- Las centrales están enlazadas. El **conjunto de enlaces que conecta dos centrales** se conoce como **ruta**.
- El **encaminamiento** se realiza “**salto a salto**”, es decir, de “**central a central**”, es decir (x2), que cada central resuelve parte del camino para llegar hasta el destino.
- El salto de central se decide en base al “**análisis de número B**”, y cada central se apoya en una tabla especial llamada “**tabla de número B**”, que contiene como mínimo 3 columnas:
 - El **prefijo con el que se va a comparar el número B**. En la tabla no pueden existir conflictos de prefijo (ej: una entrada empieza con 95 y otro con 958).
 - La **ruta para llegar a la siguiente central**, se tomará un circuito libre.
 - La **prioridad**, un mismo prefijo puede tener varias alternativas de ruta. Si la **prioridad de dos rutas es diferente**, se da el caso de **desbordamiento** (cuando la ruta de primera prioridad no tiene enlaces, se pasa a la siguiente). Si la **prioridad es la misma**, se hace un **reparto de carga** (selección de forma alternativa).

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- La “tabla de número B” puede contener columnas adicionales que contengan información, como el servicio de red inteligente a invocar.

PROTOCOLOS EN REDES GSM

- Tres protocolos más importantes:

- Gestión establecimiento llamadas (ISDN User Part, **ISUP**).

Se usa entre dos centrales de conmutación para establecer y liberar enlaces. Los enlaces o circuitos que hay entre dos centrales forman la “ruta de voz”. Una ruta estará constituida por N circuitos, pudiéndose realizar N llamadas al mismo tiempo entre ambas centrales. (recuerda que *ruta* es un trozo de la ruta completa que sigue la llamada desde el abonado A hasta el B).

Cada circuito de una ruta está identificado, “código de identificación del circuito” (CIC).

Cuando la central A quiere reservar un circuito con la central B, intercambian mensajes para identificar el CIC al que se refieren:

- “Initial Address Message” o **IAM** realiza la solicitud de reserva del circuito, incluye el CIC y el número B, entre otros parámetros.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- (Continuación ISUP)
 - “Address Complete Message” o ACM, la central B analiza el IAM, cuando se termina el análisis y **se ha logrado establecer una llamada con el siguiente salto**, devuelve respuesta a la central A.
 - “Answer Message” o ANM, cuando **el abonado responde a la llamada**, va desde la central destino saltando de central a central hasta llegar a la primera.
 - “Release” o REL, central B indica a la central A que **se debe liberar el circuito con CIC y el porqué**. Si es una liberación normal, normal clearing, y si está ocupado, user busy.
 - “Release Complete” o RLC que **confirma a la central B que se ha liberado el circuito**.

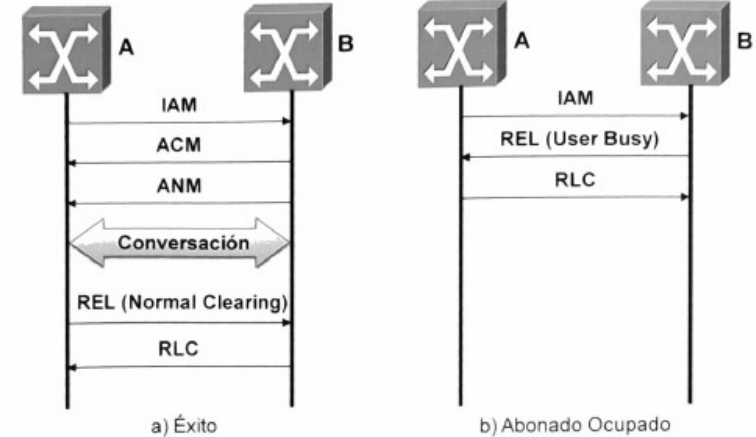


Figura 4.11. Intercambio de mensajes ISUP entre dos nodos para reserva de un circuito.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- (continuación protocolos importantes)
 - Gestión de la **movilidad** (Mobile Application Part, **MAP**).

Se utiliza entre centrales de conmutación y con las bases de datos de red móvil (HLR, VLR, EIR, AuC) para dar soporte a cosas como autenticación de los usuarios, identificación de equipos, movilidad de los abonados, localización de equipos para llamadas, y SMS.

Los mensajes los estudiaremos más adelante, pero los más importantes son:

- Gestión de la localización (mensajes de protocolo: *UpdateLocation*).
- Gestión de la llamada (*SendRoutingInfo* (SRI), *ProvideRoamingNumber* (PRN)).
- Gestión de la movilidad (*PrepareHandover*, *PrepareSubsequentHandover*).
- Envío de mensajes cortos (*ForwardSM*, *SendRoutingInfoForSM*).

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- (continuación protocolos importantes)
 - Gestión de los **procedimientos de red inteligente** (Intelligent Network Application Part, **INAP**).

Se utiliza para la interacción entre los nodos que forman la red inteligente.

Habitualmente la central telefónica actuará de nodo SSP y realizará un diálogo INAP con el SCP para obtener servicio.

El diálogo suele ser de tipo solicitud-respuesta.

Las solicitudes tienen el nombre de mensajes “Initial Detection Point” o IDP, son enviados por las SSP para solicitar a los SCP un servicio específico identificado por un “Service Key” o SK, con parámetros adicionales necesarios para ejecutar ese servicio.

Los parámetros concretos, el rango de valores posibles para ellos y su codificación depende de como se haya definido el servicio, siendo necesaria una especificación de los mismos mediante un lenguaje adecuado (habitualmente se usa ASN.1).

Las respuestas a los IDP son variadas, la más común el de tipo CONNECT, que contiene la respuesta por parte del servicio que se ha solicitado. (En próximos apartados vemos más).

- Todos estos protocolos estaban **transportados por la red de señalización SS7**, pero a día de hoy ha sido **reemplazado por una red de tipo IP**.

Señalización en redes telefónicas

Señalización de red

- Las redes 2,5G hasta el actual, la señalización de control entre los diferentes nodos que componen la red troncal se realiza con tres protocolos fundamentales:
 - GTP o “**GPRS Tunneling Protocol**”, define las comunicaciones de control y también para transmitir los datos de usuario entre los nodos SGSN, GPRS (Red 2,5 y 3G) y entre los nodos MME, S-HW y PDN-HW en 4G.
 - “**Diameter**”, que es la evolución del protocolo “RADIUS” para autenticación, autorización y “Accounting). Se utiliza en 4G para las comunicaciones con el nodo HSS.
 - **HTTP/2**, la red troncal 5G sigue el modelo interfaz basada en servicios, todos comunicándose a con llamadas API sobre HTTP/2.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas fijas

Establecimiento y liberación de llamadas en una red fija

- Tres fases en la comunicación:
 - **Establecimiento de la conexión**: se crea el circuito de extremo a extremo de la conexión reservando los circuitos de voz necesarios para transportar la información. Los nodos y usuarios se señalizan entre sí.
 - **Transferencia de la información**: se transmite la señal de voz de punta a punta (conversación telefónica).
 - **Liberación de la conexión**: cuando se cuelga, usuario señala a la red y los nodos se señalizan entre sí para liberar los recursos.

- **FASE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA**

Número A descuelga, la central lo detecta y envía un tono de marcación al abonado A (tono “de línea”). Luego abonado A marca el número de B (mediante pulsos o tonos multifrecuencia), la central la analiza para determinar cuál será la siguiente central a la que enviar la solicitud de reserva de ruta. Enviará un IAM a la siguiente central con el CIC y número B mediante el protocolo ISUP. La segunda central analizará el número B para ver el siguiente salto, si le pertenece, comprueba si el bucle de su abonado B está correcto, si no le pertenece, salta a otra central de la misma forma.

Si todo está correcto y las rutas se pueden reservar y funcionan, la central que tiene al abonado B avisa a la de A con un mensaje ACM, y luego, la segunda central emitirá hacia el abonado A un tono de llamada a través de todos los circuitos reservados previamente entre las centrales por las que transita la llamada, y también envía al abonado B una señal que haga sonar el timbre.

Cuando B descuelga, la central de B lo detecta y avisa a la central de A a través de un ANM. Se establece así el inicio de la llamada.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas fijas

Establecimiento y liberación de llamadas en una red fija

- **FASE DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN**

La señal de voz entre los abonados transita por el camino de rutas reservadas entre la central de A y de B.

- **FASE DE LIBERACIÓN**

Cuando A cuelga, la central de A lo detecta y señala a B que la llamada a través del camino reservado se ha acabado, enviando un mensaje REL.

Cuando B recibe REL, confirma a A que se va a proceder a la desconexión y se liberan los recursos utilizados.

- Los mensajes de señalización transitan la red de señalización, y no del bucle de circuitos de voz que conecta las centrales.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas fijas

Llamada en interconexión de redes

- Para que este tipo de llamadas funcione, debe de haber un acuerdo administrativo de interconexión entre las operadoras para interconectar sus redes mediante enlaces de voz y de señalización.
- El proceso de llamada es parecido al anterior, teniendo en cuenta que:
 - Los prefijos de numeración telefónica han sido asignados por la CMT a los diferentes operadores.
 - Las tablas de número B de cada una de las centrales se configuran para que, cuando el número B coincida con el prefijo de otro operador, se encamine la llamada a una central del operador correspondiente.
- Es decir, que al hacer la llamada de un operador a otro, la llamada de un abonado A se encaminará por la red su operador hasta llegar a un punto de interconexión con el otro operador, donde continuará el proceso de encaminamiento hasta llegar al abonado B correspondiente.
- **NO ESTAMOS TENIENDO EN CUENTA LA PORTABILIDAD NUMÉRICA.**

Escenarios de tráfico en redes telefónicas fijas

Procedimiento de parada y continuación en una red fija

- La idea es que, una vez establecida la llamada, si el abonado que recibe la llamada cuelga el auricular del teléfono, la llamada se quede en un estado de espera hasta que vuelva a descolgar, reestableciendo la llamada exactamente como estaba.
- Esto se usaba antiguamente para que el abonado llamado pudiese cambiar de terminal fijo (cuando no habían inalámbricos) para atender de forma más cómoda la llamada.
- Si el abonado A cuelga, la llamada termina, pero si el B es el que realiza este proceso, no.
- Esto funciona de la siguiente manera:
 - B cuelga y su central la detecta y se avisa salto a salto hacia atrás a cada central por la que transita la llamada hasta llegar a la del abonado A con un mensaje SUS (Suspend).
 - Cuando el abonado B descuelga, su central lo detecta, y vuelve a avisar salto a salto hacia atrás a cada central por la que transita la llamada hasta llegar a la del abonado A con un mensaje RES (Resume)

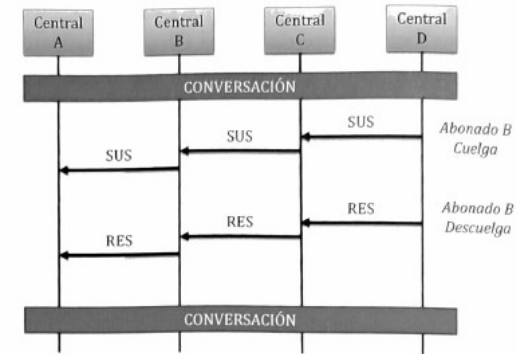


Figura 4.15. Intercambio de señalización para el procedimiento de parada y continuación en una red fija.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et al.*

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Introducción + Escenarios telefonía 2G

- Estudiaremos el escenario de tráfico de las redes 2G (para entender la base), 4G y 5G. El 3G perdió relevancia a la hora de escribir el libro.
- **ACTUALIZACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN**

El objetivo es conseguir que la red reciba información actualizada de la posición geográfica de un móvil, “identificador de área de localización” o LAI.

Un área de localización está formada por un conjunto de celdas de cobertura con un código de identificación (CI).

La información de la posición del móvil se almacena en: VLR (para cada móvil identificado por su IMSI bajo la cobertura del MSC asociado, su LAI) y en HLR (que para cada IMSI contiene el VLR de la cual recibe cobertura).

Para que VLR y HLR se encuentren actualizadas, el móvil informa a la red de su posición (envía el CI y su LAI).

Esto se produce cuando: el LAI cambia (actualiza la VLR), se enciende (informa su posición, IMSI Attach) o se apaga (IMSI Detach, avisa al HLR y VLR para eliminar los registros para no ocupar espacio, y para que haya locuciones del tipo “el abonado está fuera de cobertura o apagado”) y de forma periódica (habitualmente cada 2 horas, informar al VLR de que un abonado está activo, sino, que el VLR pueda eliminar la información en casos en los que no se ha podido producir un IMSI Detach).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

Cuando se da uno de los tres casos, el móvil envía un mensaje “Location Updating Request” del protocolo GSM-L3 (capa MM) dirigido al VLR, con el IMSI y su LAI.

El VLR actualizará convenientemente la información recibida.

Si se cambia el VLR que da cobertura al móvil, el VLR avisa al HLR con un “Location Update” del protocolo MAP con el IMSI del móvil y el VLR al que corresponde. El HLR actualizará la información.

- **ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS ENTRE DOS TERMINALES DE LA MISMA RED**

Los números de abonados MSISDN no determinan su posición geográfica. Por tanto, cada una de las centrales que ofrece cobertura (BSC y BTS dependientes de ellas) tiene unos rangos de numeración que identifican a abonados fijos “ficticios” con bucles de abonado en dicha central. Cada número se llama “**Mobile Station Roaming Number**” o MSRN. Estos números no se pueden asignar a ningún abonado real.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

Cada operador configura las tablas de encaminamiento para cada una de sus centrales con los rangos definidos. Una llamada dirigida a un MSRN termine reservando un camino que acaba en la central que tenga dicho MSRN.

El proceso de llamada podría resolverse así, hipotéticamente:

- 1) Se averigua la central que está dando cobertura al móvil que se llama (central D).
- 2) La central D (de *alguna forma*) asocia un MSRN al abonado real al que estamos llamando.
- 3) La central D notifica el número MSRN a la central que tiene que iniciar la llamada.
- 4) A partir de ahí se produce lo mismo que ya hemos visto antes.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

Los puntos del proceso 1-3 en detalle:

- 1) Al llamar, se envía un mensaje *Setup* del protocolo GSM-L3 (capa CM) con el número de B.
- 2) La central de origen pregunta al HLR la localización del número B con un mensaje "*Send Routing Info*" (SRI) del protocolo MAP con el MSISDN de B (+ otros datos).
- 3) El HLR busca el MSISDN en su base de datos, encuentra su IMSI y luego el VLR donde se encuentra el terminal.
- 4) El HLR contacta el VLR donde se encuentra el terminal para asociar un MSRN al IMSI indicado (+ otros datos) a través de un mensaje "*Provide Roaming Number*" (PRN) del protocolo MAP.
- 5) La central destino asocia un MSRN libre y lo asocia internamente al IMSI del número B, ese MSRN asociado se informa al HLR con el mensaje "*PRN Response*", que luego el HLR contestará a la central de origen con un "*SRI Response*".
- 6) La central de origen envía un mensaje IAM con número B el MSRN informado a la central destino. La central de destino sabe que existe un camino de voz entre ambas centrales, y ahora, para completar la parte de llamada correspondiente del bucle de abonado, recupera el IMSI que se asoció con el MSRN para poder dirigir la llamada al terminal y se libera el MSRN.
- 7) La central destino consulta a su VLR el LAI en el que se encuentra dicho IMSI, y envía un mensaje "*Paging Request*" perteneciente al protocolo "GSM-L3" con el IMSI al que se está realizando la llamada. El terminal emitirá un tono de alerta al recibir el *Paging Request*.

» Las señalizaciones se realizan a través de la red de señalización.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- **ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS ENTRE DOS TERMINALES EN REDES DISTINTAS**

» ASUMIMOS QUE NO EXISTE PORTABILIDAD NUMÉRICA (LUEGO LO VEMOS)

Para saber si un terminal pertenece a su red o no, podemos hacer una aproximación inicial en el que cada operador tiene unos rangos de numeración conocidos.

De esta forma, con el número B podríamos determinar el operador.

Cuando un móvil quiere hacer una llamada, envía un mensaje *Setup* a la MSC que le da cobertura con el número B a llamar.

Esta central tendrá configurada en su tabla de número B las rutas para encaminar todos los prefijos de operadores diferentes a ella a las centrales de esos operadores.

Al recibir *Setup*, encaminará la llamada a la central del operador al que pertenece el número B, usando el protocolo ISUP (cómo hemos visto antes, sin consultar la HLR).

Cuando la llamada llega a la primera central MSC del operador propietario del número B, se inicia el procedimiento que vimos en el punto anterior.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- **PROCEDIMIENTO DE TRASPASO (HANDOVER)**

Procedimiento que permite transferir una conexión activa (llamada establecida) hacia un nuevo canal, en la misma o en otra estación base.

El traspaso lo propone la red, no el móvil. Periódicamente, el móvil comprueba la potencia de la señal recibida en el canal con el que tiene conexión activa, la compara con la potencia de los canales recibidos de las estaciones base vecinas y envía un informe a su estación base para que esta pueda determinar si la calidad de conexión es suficiente o si es necesario hacer traspaso.

Existen dos tipos de traspasos:

- **Intra-celda**, se cambia de canal la conexión por cuestiones administrativas o de calidad – interferencias, lo hace la BSC sin la intervención del MSC.
- **Inter-celda**, se produce un cambio de celda por la falta de calidad en el enlace de origen por la movilidad, el MSC forma parte del proceso de selección de la celda destino. Existen tres modalidades en función de la ubicación de la celda destino:
 - **Intra-BSC**, cuando el móvil viaja entre dos celdas pertenecientes a la misma BSC.
 - **Inter-BSC**, cuando el móvil viaja entre dos celdas que pertenecen a dos BSC distintas, aunque pertenecientes a la misma MSC.
 - **Inter-MSC**, cuando el móvil pasa de una celda perteneciente a una MSC a otra dependiente de otra MSC.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

En el traspaso inter-MSC, hablamos de **MSC ancla** (la central que tiene activa la conexión) y MSC de relevo (la central que tendrá activa la conexión).

Para poder traspasar la llamada, la central MSC ancla tendrá que prolongar el camino de voz a la central de relevo. Esto tendrá que hacerse con un mensaje IAM desde la central ancla a la de relevo.

Para ello, haremos uso de un número B ficticio denominado “Handover Number” o HON, que será única para cada central, y que cada central tendrá configurada en sus tablas de número B, de modo que se especifique el modo de llegar a la siguiente central con dicho HON.

Entonces, cuando se quiere prolongar el camino de voz, se asigna el traspaso a un HON de la central relevo y posteriormente, se envía un IAM a dicha central donde el número B sea precisamente el HON.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

El proceso completo sería:

- 1) **BSC origen** envía un “**Handover Required**” (protocolo BSSMAP) a la **MSC origen**, con la celda a la que se quiere realizar el traspaso, LAI y CI destino.
 - 2) La **MSC origen** consulta las tablas internas que relaciona los LAI-CI con las direcciones de las MSC, y determina que la responsable de la nueva celda es **MSC destino** y le envía un mensaje “Handover Request” (protocolo MAP), que al recibir, asignará un HON para el traspaso.
 - 3) **MSC destino** pide a **BSC destino** la asignación de recursos radios en la celda solicitada para poder alojar la llamada que se quiere traspasar, y **BSC destino** responde con los recursos a **MSC destino**.
 - 4) **MSC destino** responde a **MSC origen** con un “**Handover Response**” (protocolo MAP) con los datos de los recursos radio a los que se debe traspasar el móvil, así como el HON a utilizar por parte de MSC origen.
 - 5) **MSC origen** envía el mensaje IAM (protocolo ISUP) usando el HON como número B, se realiza la reserva de un circuito entre ambas centrales. Una vez establecida, se libera el HON para otros traspasos.
 - 6) **MSC origen** envía al móvil “**Handover Command**” (protocolo GSM-L3) con los recursos radios a los que se debe enganchar en la nueva celda. El móvil confirma el traspaso y los recursos radio de la celda origen se liberan.
- Cuando se produce un nuevo traspaso, el circuito entre la central de relevo y la central ancla se debe liberar para poder establecer un nuevo circuito entre la central ancla y la nueva de relevo.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- **ESCENARIOS DE TRÁFICO EN ITINERANCIA (ROAMING)**

La itinerancia es la capacidad de un terminal móvil de moverse de una zona de cobertura a otra. En redes GSM, a la capacidad de seguir recibiendo servicios incluso si la red que ofrece cobertura al móvil no es a la que está abonado el usuario.

Definimos “Visited Public Land Mobile Network” o VPLMN es la red a la que el móvil viaja y desde la que recibe cobertura en este caso.

Al igual que definimos el “Home PLMN” como la red a la que el móvil pertenece según el contrato que el usuario posee con el operador.

Cuando un móvil no se encuentra bajo la cobertura de su red propia, el móvil se pone a escanear las redes que están dando cobertura en dicha localización. Seleccionará una red de forma automática o manual.

Al seleccionar la red, el teléfono envía un “Location Updating Request” hacia la MSC de esa red, la cual contactará con el HLR de la red propia del móvil para actualizar el valor del VLR.

El MSC extranjero analizará el IMSI del teléfono para determinar el país y el operador para saber a qué HLR apelar (tres primeros dígitos para el código del país, siguientes dos, operador).

Cuando el móvil se encuentra en una VPLMN o es un *roamer*, el MSC extranjero contactará al HLR propio, que comprobará los permisos que posee y los servicios a los que tiene acceso el teléfono.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

En la respuesta “Location Update” del HLR propio al MSC extranjero, indicará si el móvil puede hacer o recibir llamadas, enviar o recibir SMS, conexión de datos... fuera de su red propia, pero lo más importante, el MSC comprobará si el móvil puede hacer roaming en dicha red.

Si el HLR dice al MSC extranjero que el teléfono tiene permiso para hacer roaming, el MSC extranjero lo incluirá en su VLR y le dará los servicios que el HLR habrá informado.

(ej. Si un *roamer* quiere llamar a otro móvil de su red, debería marcar los números B con su prefijo internacional, cuando el VPLMN analice el número, encaminará la llamada hasta llegar a la red del otro móvil, donde se seguiría el mecanismo de establecimiento de llamada que hemos visto antes (misma o diferente red).).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- **ENVÍO Y RECEPCIÓN DE MENSAJES CORTOS**

El servicio SMS permite el envío de secuencias alfanuméricas de hasta 140 caracteres.

Se diseñó como una herramienta para que los operadores pudiesen enviar mensajes a los clientes, pero luego se permitió a los abonados a realizar el envío de estos.

El servicio de mensajes cortos contempla dos procedimientos:

- SMS originado en el móvil (SMS-MO), el teléfono envía un SMS que se dirige al centro servidor de mensajes cortos (SMSC).
- SMS terminado en móvil, (SMS-MT), SMSC envía los mensajes hacia el móvil correspondiente.

Para que un móvil envíe un mensaje corto debe tener preconfigurado un número para el SMSC. Para ello, envía un mensaje SMS (protocolo GSM-I3) a la MSC, que contiene el texto a enviar, la marca de tiempo, el número origen y el número del abonado destinatario, el número del SMSC que tramitará el mensaje y el tiempo de validez del mensaje.

La MSC comprueba en la VLR que el servicio SMS está permitido para el abonado, y luego deriva el mensaje al SMSC a través de un mensaje "MO-ForwardSM" (protocolo MAP).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

Si la SMSC recibe bien el mensaje, envía un mensaje de confirmación a la MSC (fin procedimiento SMS-MO, inicio SMS-MT). La SMSC consulta el mensaje que tiene que entregar y busca su destinatario. Pregunta al HLR cuál es la VLR del destinatario con un mensaje “Send Routing Info for Short Message” (SRI-SM, protocolo MAP). El HLR responde con el VLR que da cobertura al destinatario.

El SMSC contacta el VLR transfiriéndole la información del SMS con un mensaje “MT-Forward-SM” (protocolo MAP), que luego el MSC asociado al VLR difunde a través de todas las BTS que forman el LAI en las que se ubica el destinatario.

Cuando el destino lo recibe, envía un mensaje de confirmación hacia atrás hasta llegar al SMSC. Si estaba configurado el informe de confirmación de entrega, la confirmación llegará al móvil que envió el SMS.

» Si el destinatario no se encontrara activo, el SMSC recibe un mensaje de error y pedirá al HLR (con un “Set Message Waiting Data”) que lo avise cuando el abonado se vuelva a conectar (enviará un mensaje “Note MS Present”) para que el SMSC reintente el envío del SMS.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- **SERVICIOS SUPLEMENTARIOS**

Son servicios que complementa a los servicios conversacionales (en el caso de 2G).

Se encuentran implementados en los nodos de conmutación de la red que da el servicio telefónico.

Algunos de estos servicios son:

- **Llamada en espera**: en caso de llamada activa, y se recibe una nueva, el usuario final decide si alternar entre ambas llamadas o finalizar alguna de ellas. El servicio se activa en la central del abonado (tel. Fijo) o en la VLR (tel. Móvil). Cuando la central recibe una llamada, modifica el protocolo de comunicación para ejecutar el proceso de la llamada en espera, el mensaje ACM devuelto por la central destino tendrá un campo "Called Party's Status Indicator" para decir que el número está ocupado.
- **Identificación del número llamante**: permite a un usuario identificar el número del que procede una llamada entrante.
- **Restricción de la presentación del número llamante**: podemos evitar mostrar nuestro número a la persona llamada (número desconocido), se puede activar de forma permanente configurando la central del abonado o en la HLR, pero también de forma temporal mediante la marcación de un código especial antes del envío del número B.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - **Desvío de llamadas:** configurar la red de tal modo que cuando se recibe una llamada en el número B, y se cumpla cierta condición, la llamada se desvíe a otro número C. Existen 4 modalidades de desvío:
 - Desvío incondicional (CFU), siempre se hace el desvío.
 - Desvío si no responde (CFnRy), si el número B no contesta tras un tiempo.
 - Desvío si no alcanzable (CFnRc), si el abonado está apagado o fuera de cobertura.
 - Desvío si ocupado (CFB), si el abonado B está ocupado en otra llamada y no tiene el servicio de llamada en espera.

La configuración de los desvíos se almacenan en la central (red fija) o en el HLR y transmitidos al VLR (red móvil). La configuración lo puede realizar el propio operador o el abonado. Existen unos códigos especiales que permiten hacer estas operaciones, por ejemplo, ***21*número#** configura al abonado que marca un desvío CFU, o **#21#** desactiva el desvío CFU.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - (continuación)

La implementación de este servicio modifica el protocolo ISUP introduciendo los siguientes cambios:

- El mensaje IAM tiene nuevos parámetros:
 - *Redirecting indicator* (si existe desvío en la llamada).
 - *Redirection counter* (cuenta el número de desvíos, se utiliza para evitar bucles de desvíos entre terminales).
 - *Redirecting reason* (tipo de desvío solicitado).
 - *Redirecting number* (número que realiza el desvío).
 - *Original Called Number* (número que originalmente llamó).
 - *Called Party Number* (número llamado).
- Nuevos mensajes: "Call Progress" que indica a la central original que el tramo de desvío ha recibido el mensaje ACM.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

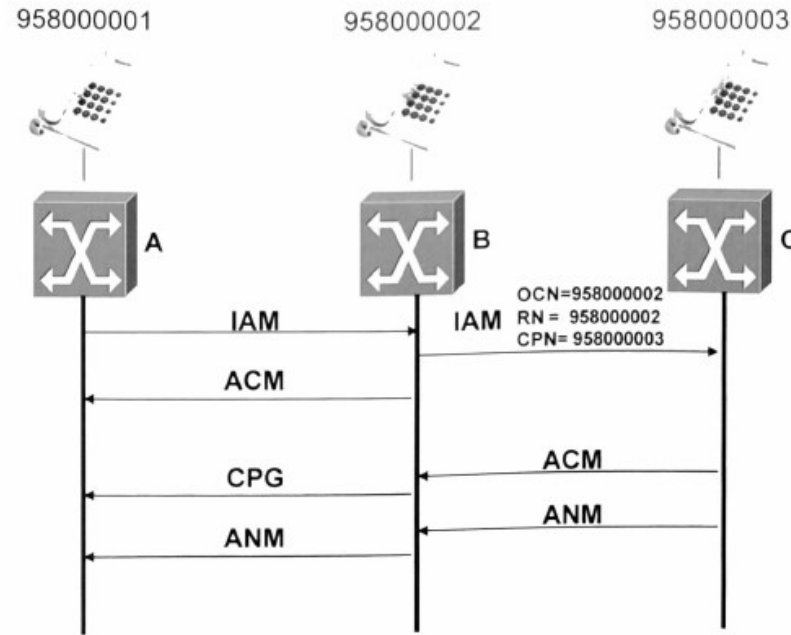


Figura 4.21. Diagrama de intercambio de mensajes ISUP en el escenario de desvío de llamada.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et al.*

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - **Buzón de voz**: permite al abonado recibir y almacenar mensajes en un contestador automático, con opciones personalizables como, un mensaje propio, tiempo de respuesta antes de la emisión del mensaje, etc.

Los buzones de voz están implementados a través de equipos especiales llamados “Voice Mail Service” o VMS, donde cada abonado tiene una cuota de almacenamiento, accesible a través de la marcación de un número especial que corresponde al buzón de cada abonado.

El buzón se implementa como un desvío CFnRy, CFnRc o CFB al número que alcanza al buzón de voz del abonado.

- **Multiconferencia**: consiste en añadir a una conversación ya establecida entre dos o más interlocutores, un interlocutor adicional, de modo que todos se encuentren en la misma conversación. Para este servicio, hacen falta centrales telefónicas con dispositivos específicos capaces de mezclar las señales procedentes de los distintos circuitos establecidos por múltiples interlocutores.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - **Servicio suplementario de datos no estructurados, USSD**: permite el envío de datos a través de la red GSM sin recurrir a la arquitectura GSM. Se señala de forma similar a la que se hace con el servicio SMS, pero los datos se transmiten a un servidor configurado para la recepción de los mismos. El usuario accede a estos servicios marcando un código con la siguiente estructura:
***CódigoServicio*Datos^(opcional)#.**

- **SERVICIOS DE RED INTELIGENTE**

Son aquellos que hacen uso de la arquitectura de red inteligente. Describiremos 5 servicios actualmente utilizados por los operadores:

- **Traducción de numeraciones de red inteligente**: Son números que no se corresponden únicamente a un abonado, sino que en realidad corresponde a diferentes abonados dependiendo de las circunstancias como la hora de la llamada o el origen de la misma. (Ej: 091, 080, 061, 112...).

Estas traducciones las realiza la red. Cuando el abonado envía un número B correspondiente a una numeración de red inteligente a la central de abonado, la tabla de número B de dicha central consultará a un nodo SCP con un valor de campo SK igual a esta aplicación. La central (SSP) mandará un mensaje IDP (protocolo INAP) al nodo SCP, que consultará su base de datos (SDP) y responderá un mensaje CONNECT a la central en el que se indica el número geográfico destino de la llamada.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - **Selección dinámica de destino**: en las llamadas de un operador a otro, interesa tener especial cuidado a la hora de elegir el punto de interconexión en el que se entregan las llamadas al operador destino.

Si la llamada transita más por la red del operador destino, reduce el margen de beneficio al operador origen (algo que... no termina de interesar).

Para este servicio, primero necesitamos identificamos los puntos de interconexión con otros operadores en la red origen, les asignamos un prefijo de forma fija que no corresponda con ninguna de las numeraciones asignadas por la CMT.

En las tablas de número B de todas las centrales, se configuran estos prefijos para encaminar correctamente las llamadas hacia los puntos de interconexión correspondientes.

Las numeraciones que corresponden a otros operadores, se configuran para que encaminen todas las solicitudes hacia los nodos de red inteligente, con SK igual al del servicio SDD.

La SDP se configura de tal modo que se tome como datos de partida una serie de parámetros, como el número de A y B, hora de llamada, ubicación... y en base a las tarifas negociadas con los operadores, la red inteligente decide el punto de interconexión a utilizar para garantizar el mayor margen de beneficios al operador origen.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - (continuación)

Entonces, cuando la central recibe una llamada de otro operador, a través del SSP preguntará al SCP con un mensaje IDP con parámetros (SK igual al servicio de selección dinámica, el número de B, y otros parámetros determinados). SCP consultará el SDP, que le indicará la central a la que se tiene que encaminar el número. SCP devolverá la respuesta al SSP modificando el número B añadiendo al principio del número el prefijo del punto de interconexión.

Con el nuevo número B, la central revisará su tabla de números B y encaminará la llamada hasta el punto de interconexión, donde se retirará el prefijo del punto de interconexión del número B, y se entregará una solicitud IAM de establecimiento de la llamada a la central del otro operador con el número B originalmente marcado.

- **Servicio de portabilidad numérica:** permite que un número pueda cambiar de operador de la misma categoría, manteniendo la numeración. Existe una base de datos de portabilidad mantenida por un adjudicatario mediante concurso público, que se replica continuamente en la red de cada uno de los operadores, de modo que existe un SDP con la información sobre cada uno de los números portados.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)

- (continuación)

Esta base de datos contiene información de cada uno de los números portados y su operador destino, al igual que una relación entre los operadores a los que puede estar portado y unos prefijos de destino del operador.

Cuando se produce una llamada hacia un número de puede haber sido portado, la central tendrá configurado en su tabla de número B que debe preguntar a la red inteligente con el valor SK de esta aplicación.

La respuesta de la red inteligente será el número B con el prefijo de destino del operador al principio de este.

Las tablas de número B (benditas que son ya kilométricas) se deben de configurar para que al analizar estos nuevos números se haga el encaminamiento hacia la central del operador que corresponda. En el punto de interconexión se suprimirá el prefijo de destino y se entregará el número originalmente marcado.

Si dejásemos la historia aquí, el operador destino tendría que volver a ejecutar una consulta en su servicio de portabilidad. Pero, con un parámetro del protocolo ISUP podemos indicar que la portabilidad ya ha sido consultada en la red origen.

Ahora bien, si la central del operador destino y origen “son *besties*”, el operador destino no hará la consulta. Ahora si “*hay tensión entre estas*”, lo hará, “*aunque luego mire con buena cara a la otra central*”.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - **Servicio de prepago**: la consulta tiene el objetivo de comprobar si el móvil que está realizando la llamada tiene saldo suficiente para establecerla, y una vez establecida, si tiene saldo para continuarla.

Se realiza una consulta a la red inteligente al establecer la llamada, y luego de forma periódica, para pedir permiso para continuarla.

Cuando se llama, la central (SSP) preguntará a la red inteligente con el valor SK del servicio de prepago y otros parámetros como el número A y B que permitirán conocer el coste de la llamada. El SCP devolverá al SSP un mensaje “INAP Continue” si hay saldo suficiente o “INAP Release Call” si no.

Las consultas sucesivas serán idénticas y se realizarán cada X tiempo previamente establecido.

- **Grupos de tráfico**: son grupos de abonados de una red pública que tienen unas condiciones especiales para las llamadas internas al grupo, como una tarificación especial, llamada mediante números cortos.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 2G

- (continuación)
 - (continuación)

(Ej. del libro) A y B forman un grupo, se quieren llamar el uno al otro marcando 101. Las tablas de número B de las centrales “no tienen ni idea a qué se refieren”, así que consultan a la red inteligente con el SK del servicio grupo de tráfico y otros parámetros (número de A y número marcado). Cuando A marca 101 se tiene que llamar a B, y viceversa, por tanto, el SDP de este servicio se configura para cada número A. Cuando la central pregunta a la red inteligente, este responderá con el número público de B al que tendrá que encaminarse la llamada.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- La red se comporta como una red de datos, no tiene los mismos mecanismos de establecimientos de llamada que el 2G y 3G.
- En muchos casos, los operadores que reciben llamadas via 4G pueden optar a enviarlas a las redes 2G o 3G (**Circuit Switched Fallback**).
- La evolución de la red ha permitido el desarrollo de **VoLTE**, usamos una **red IMS** para gestionar las llamadas de voz **junto a la red LTE** que actúa como una red de transporte de datos de voz sobre IP.
- La red LTE puede asegurar una calidad de servicio, mediante la reserva de recursos necesarios de red como el ancho de banda y latencias adecuadas, para las llamadas voz / vídeo.

- **CONEXIÓN A LA RED Y ESTABLECIMIENTO DE PORTADORA**

El teléfono se conecta a la red de datos mediante un “**Access Point Name**” o APN, un **identificador para poder reconocer la red a la que hacer la llamada** (procedimiento **EPS Attach**).

A la hora de conectarse, suele también establecerse una portadora por defecto para datos (**Default Bearer Establishment**), una **conexión que se usa para enviar mensajes a la red a la que se conecta**. No es obligatoria, pero le da la sensación al teléfono de que siempre está conectado (**always on feature**).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- (continuación)

La conexión a la red LTE, en pasos:

- 1) Teléfono usa el APN configurado para solicitar una llamada usando enviando un mensaje “**Attach Request**” (protocolo NAS) a la MME.
- 2) La MME recibe el IMSI del teléfono, información del eNodeB usado para enviar el mensaje y el APN a la que se quiere conectar.
- 3) El MME consulta al HSS la info del teléfono y comprueba si puede hacer llamadas de datos y conectarse a la APN mediante el envío de un mensaje “**Update Location Request**” (protocolo Diameter). HSS responde.
- 4) Si móvil tiene permiso, la MME selecciona un S-GW para la sesión del teléfono, siguiendo diferentes criterios (geográficos, carga de red, etc.), y también un PDN-GW, la salida hacia la red del APN solicitado. Para comunicarse con el APN y S-GW, utiliza sus direcciones IPs, que obtendrá tras resolver las direcciones de dominio de ambas mediante un servidor DNS.
- 5) MME pide a S-GW una sesión para el teléfono con un mensaje “**Create-Session-Request**” (protocolo GTP), incluyendo la IP de PDN-HW y el identificador de canal radio con el móvil. Se asigna una IP al móvil, el que usará para navegar por la red.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- (continuación)
 - 6) S-GW envía un mensaje “Create-Session-Request” (protocolo GTP) a la PDN-GW indicada, y se crea la sesión.
 - 7) El móvil tendrá acceso a Internet pasando por el S-GW y PDN-GW asignados, y cualquier petición que haga el teléfono, será encaminada a través de dicha sesión a la red elegida.

- **LOCALIZACIÓN Y MOVILIDAD DE LOS ABONADOS**

La localización de abonados es similar a la de la red 2G. La función del VLR la tiene también el MME y el HLR es el HSS. El procedimiento de actualización en LTE se conoce como “Tracking Update” (similar al “Location Update”), las áreas de localización se llaman “Tracking Areas”. El procedimiento se inicia en los mismos casos que en GSM.

Para los *handover*, el procedimiento es el siguiente:

- 1) eNB origen recibe informes de la calidad de la señal de otros eNB por parte del móvil, con esto decide si hay que hacer traspaso. Asumimos en este caso que sí.
- 2) eNB origen envía al eNB destino un mensaje **Handover Request** (protocolo GTP).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- (continuación)
 - 3) **eNB destino** comprueba si tiene recursos y si es así, crea un canal temporal para el envío de datos desde **eNB origen** a **eNB destino**, mientras que S-GW sigue operando a través del **eNB origen**.
 - 4) **eNB origen** envía un mensaje "**Handover Command**" (protocolo RRC) al teléfono con la información del nuevo eNB. Al cambiar, confirma el *handover* al **eNB destino** con un "**Handover Confirm**" (protocolo RRC).
 - 5) **eNB destino** informa el traspaso al MME con un "**Path Switch Request**" (protocolo GTP).
 - 6) MME envía un mensaje "**Modify Bearer Request**" a S-GW para que la portadora de datos vaya a través del eNB destino (se convierte en el nuevo eNB origen).
- En LTE siempre se están realizando traspasos porque siempre hay una portadora de datos por defecto por la funcionalidad "always on".

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- **ITINERANCIA EN REDES 4G**

En 4G existen dos tipos de itinerancia si tenemos en cuenta el criterio de las políticas de encaminamiento que se aplican:

- **Itinerancia encaminada hacia la red propia**, los abonados acceden a la red visitada, pero S-GW se conecta al Home PDN-GW para acceder a los servicios.
- **Itinerancia con acceso local**, se usa el Visited PDN-GW y para que la red *home* tenga control sobre las llamadas que se realizan, debe haber interconexión entre los nodos PCRF de ambos operadores.

En los nodos PCRF se pueden configurar diferentes políticas para distintos usuarios. Habitualmente, los usuarios con necesidad de servicios especializados en la red local, hagan uso de la primera modalidad de encaminamiento, mientras que el resto, la otra.

La señalización de mensajes en 4G se realiza con el protocolo Diameter sobre una red IP específica para este propósito (separada del resto), que en GPRS recibía el nombre de “**GPRS Roaming Exchange**” y en la actualidad como “**IP Exchange**” o IPX.

Esta red también sirve para interconectar los diferentes operadores, incluyendo el tráfico de Voz entre redes IMS o el tráfico de *roaming*.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- **REGISTRO EN RED IMS (VoLTE)**

Cuando un teléfono inicia una llamada, se puede producir un *Circuit Switched Fallback* o cursar la llamada a través de la red 4G (VoLTE).

VoLTE necesita una red IMS interconectada con la red LTE implantada por parte del operador.

La red LTE servirá de transporte de datos para acceder a la red IMS, mientras que la última se encargará de gestionar el establecimiento de las llamadas de voz usando VoIP (Voz sobre IP, protocolo SIP).

El teléfono tiene que tener el software específico para poder establecer llamadas como cliente y/o servidor SIP, configurado el protocolo de señalización VoLTE y tener habilitada la utilización del mismo. Además, debe de estar habilitado para acceder al servicio VoLTE en el HSS.

El operador debe estar preparado para soportar este tipo de llamadas.

Cuando se cumpla estos requisitos, cuando el móvil hace un “EPS Attach”, el teléfono recibirá un mensaje “Attach Completed”, que indicará que la red está habilitada para VoLTE con la información del P-CSCF con el que hay que conectar para registrarse.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 4G

- (continuación)

Adicionalmente, el teléfono establecerá una portadora de datos por defecto con Internet y también otra adicional para conectar con la red IMS (mismo procedimiento que para la primera).

Esta portadora se usará para enviar mensajes de señalización SIP a la red IMS VoLTE.

» El procedimiento de establecimiento de llamada lo vemos más adelante.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 5G

- En 5G interesa más ver cómo se registra el usuario en la red y establece una portadora de datos para la conexión con la red de datos y navega.
- Como 5G sigue en desarrollo, no se sabe bien la solución tecnológica que se usará, pero se sospecha que será una similar a la del LTE.
- Los mensajes entre el móvil y la red troncal (señalización de usuario) usan el protocolo NAS. Destaca la función AMF, hace de interfaz con 5G NR.
- Entre el móvil y el gNB, protocolo RRC.
- Los mensajes entre las funciones de la red troncal son llamadas API sobre el protocolo HTTP/2.

Servicio	Operación	Semántica	Consumidores
Subscriber Data	Get	Request/Response	AMF, SMF, SMSF
UE Context Management	Registration	Request/Response	AMF, SMF, SMSF
	DeregistrationNotification	Subscribe/Notify	AMF
	Update	Request/Response	AMF, SMF
UE Authentication	Get	Request/Response	AUSF

- Algunos ejemplos de APIs en HTTP/2. Los mensajes siguen una notación estándar:

<interfaz> _<servicio función de red> _<operación>

La interfaz se indica con la letra N seguida de la función que oferta el servicio. Ej: Nudm es la interfaz de la función UDM.

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 5G

- **REGISTRO DE UN USUARIO**

El procedimiento se llama “**Initial Attach**”, y se hace cuando el móvil se enciende:

- 1) Móvil elige celda 5G y se sincroniza con su señal.
- 2) Móvil envía mensaje “**Registration_Request**” (protocolo NAS) a la AMF.
- 3) AMF pide al móvil acreditarse (su Subscription Concealed Identifier, versión encriptada del IMSI con clave pública del operador correspondiente) con un mensaje “IdentityRequest” (protocolo NAS).
- 4) Móvil responde con “**Identity Response**” (protocolo NAS), AMF necesita comprobar claves de acceso del móvil y generar nuevas claves de cifrado para este, entonces solicita operación “**Nausf_UEAuthentication_Request**” a AUSF.
- 5) AUSF hace “**Nudm_UEAuthentication_Get**”, para el móvil registrarse en el UDM.
- 6) Móvil intercambia sus claves con la red, son verificados por la red troncal (AUSF y UDM) y si todo correcto, AMF le da el “ok” con un mensaje “**Registration Accept**” (protocolo NAS).

Escenarios de tráfico en redes telefónicas móviles

Escenarios telefonía 5G

- **ESTABLECIMIENTO DE PORTADORA DE DATOS**

El procedimiento se llama “**PDU Session Establishment**” (equivalente al procedimiento de la red LTE):

- 1) Móvil envía mensaje “**PDU Session Establishment Request**” (protocolo NAS) a la AMF, con la información correspondiente al servicio que se está solicitando para poder establecer la calidad de servicio adecuada.
 - 2) AMF reenvía la solicitud al SMF para que este establezca la sesión.
 - 3) SMF pide a UPF “**que sea majo**” y que reserve los recursos necesarios para transportar los datos de tráfico de la sesión.
 - 4) SMF pide también a PCF obtener las reglas y políticas que deben de aplicarse cuando se cree la sesión para el usuario, en relación con la calidad de servicio y la tarificación.
 - 5) Cuando las diferentes funciones han aceptado las condiciones del SMF, este avisa a la AMF con un mensaje “**Nsmf_PDUSessionEstablishment_Accept**”, que luego la AMF notificará al móvil con un “**PDU Session Establishment Accept**” (protocolo NAS).
- La sesión se establece, y la función UPF se encarga de encaminar el tráfico de datos al destino apropiado.

Servicios corporativos de voz

- Las redes de telefonía también las pueden tener empresas o corporaciones, pueden pedir a las operadoras que ofrezcan el servicio o ellos mismos se encargan de desplegarlo.
- Si lo despliegan, pueden configurar el servicio a su gusto, pero tendrán que afrontar la inversión inicial de instalación de la red y el posterior coste asociado a su mantenimiento.
- Estas redes de telefonía privadas reciben el nombre de “redes corporativas”, compuestas por abonados y nodos de conmutación, de menor capacidad que los nodos de las redes públicas.
- Las centrales de conmutación son de menor capacidad, centralitas.
- La centralita dispone de una matriz de conmutación que usará para encaminar las llamadas de sus interfaces de entrada a las de salida, y una unidad de proceso con el que controla la conmutación.

Servicios corporativos de voz

- La centralita dispone de **tres tipos de interfaces**:
 - **Extensiones**, interfaces hacia los abonados de la centralita, pueden ser analógicos, digitales o inalámbricos. Suelen estar conectadas a teléfonos, pero también se puede usar para fax, módems, etc.
 - **Troncales**, líneas que conectan la centralita con una central de la red pública. Cada línea tiene la capacidad de contener una llamada, pero a veces se la llama troncal a una capacidad de 31 (E1) llamadas. El protocolo de establecimiento de llamadas es estándar, se suele usar Q.931.
 - **Tie-lines**, líneas que interconectan centralitas, pero el protocolo para establecer llamadas suelen ser propietarios, porque, “todo lo que pase dentro de tu casa, no tiene que seguir un estándar”.

Servicios corporativos de voz

Escenarios de tráfico básicos en redes corporativas

- Hay que establecer un plan de numeración para poder ofrecer a los abonados servicios.
- Se asigna una **numeración específica única para el ámbito de la red corporativa, número de extensión**, con menos dígitos que los abonados de la red pública, porque el número de abonados será más reducido.
- En la red habrá un número asignado a la propia centralita que se interconecta (a través de un troncal) a la red pública, **número de cabecera**.
- Los escenarios de tráfico más comunes son:
 - **Llamada extensión a extensión**: extensión marca otra extensión y la llamada se encamina entre las centralitas de la red corporativa.
 - **Llamada saliente de extensión a RTB**: extensión marca número público, llamada se encamina a la centralita que tenga interconexión con la central pública, se captura uno de los circuitos del troncal de interconexión y se envía la llamada a la central pública, que seguirá su camino como siempre.
 - **Llamada entrante desde número externo (RTB) a extensión**: en dos modalidades:
 - 1. Externo marca número de cabecera, y la centralita descuelga la llamada y solicita mediante locución la extensión con la que se desea comunicar (o un humano interviene) y transfiere la llamada.
 - 2. **Marcación directa a extensión**, dos formas de implementar: se marca el número de cabecera seguido del número de extensión <cabecera><extensión> o se reserva números públicos de modo que la numeración termine con la extensión (ej: cabecera = 958951XXX, y XXX refleja la extensión) que la central tomará para terminar de encaminar la llamada.

Servicios corporativos de voz

Funcionalidades implementadas por las centralitas

- Las más importantes:
 - **Identificación del número llamante y llamado**. Si hay desvíos, el número con el que se ha conectado tras el desvío.
 - **Indicación de mensaje o llamada en espera** (avisa al terminal que hay una llamada en espera o que ha llegado un mensaje)
 - **Trasferencias** (enviar la llamada a otra extensión) y **conferencias** (conversación entre varios abonados).
 - **Grupos de captura** (llamada suena en una extensión, otro abonado puede cogerlo marcando un número en su parte).
 - **Desvíos de llamada**.
 - **Encaminamiento de mínimo coste** (si una centralita se encuentra conectada a varios operadores, conforme a las tarifas establecidas, elige de forma inteligente en base a unas normas establecidas, los troncales por los que encaminar la llamada para que salga lo más barato posible para la empresa propietaria de la centralita).
 - **Registros de llamadas** (registro de las llamadas realizadas y recibidas).

Servicios corporativos de voz

Funcionalidades implementadas por las centralitas

- Además también hay algunas funcionalidades específicas para la persona que recibe las llamadas cuando estas van dirigidas habitualmente a la numeración de cabecera de la centralita, *funcionalidades de operadora*.
- La persona se suele reemplazar por una máquina con un sistema de diálogo e interacción con el llamante.
- Algunas funciones son:
 - **Retención de llamadas por operadora**: si la extensión a la que se transfiere está ocupada, la operadora puede retener la llamada, de tal modo que, cuando la extensión se libere, se realice automáticamente la rellamada hacia la extensión (si tarda mucho tiempo la llamada vuelve a la operadora).
 - **Evitar el desvío**: la operadora puede **saltarse el desvío de una extensión** para contactar con el número original marcado.
 - **Distribución automática de llamadas** o ACD, la centralita recibe una llamada que reenvía a un grupo de extensiones siguiendo unas políticas preconfiguradas (ej. Suenan todas extensiones del grupo hasta que uno coja la llamada, o enviar la llamada a una de las extensiones que esté libre por orden de prioridad).

Servicios corporativos de voz

Funcionalidades implementadas por las centralitas

- La última funcionalidad se implanta en los centros de atención al cliente. Las empresas contratan *operadores* que atienden las llamadas que se producen a un *número de atención al cliente*, que es el número de cabecera de la centralita. *La centralita recibe la llamada, y la distribuye a un operador que esté libre, y si no lo hay, pues se retine en espera en una cola (suele haber musiquita de fondo).*
- Los operadores pueden indicar a la centralita si están disponibles (ACD Ready) o no (ACD pause). Se suele usar la centralita para computar las horas de trabajo del operador, y la centralita suele hacer el reparto de forma equitativa para no dar todo el trabajo a unos pocos, sino para repartirlo entre todos.
- El rendimiento del ACD dependerá del número de agentes, tamaño de la cola de espera, tiempo máximo en la cola y el tiempo administrativo (tiempo que necesita un operador tras colgar para terminar la gestión, no se envía ninguna llamada al operador).

Servicios corporativos de voz

Implementaciones de centralitas

- El sistema de centralita más sencillo es el *sistema multilínea* o *KTS* (Key Telephone System), consiste en un equipo que permite la conexión a un operador con varias líneas telefónicas, *KSU* (Key Service Unit). No es un sistema conmutado, la selección de línea de salida se hace de forma manual por parte del que origina la llamada. Habitualmente los terminales que se utilizan en sistemas multilínea tienen una serie de botones adicionales a los de marcación, con los que pueden seleccionar la línea que va a capturar para hacer las llamadas. Habrán líneas externas y líneas a otras extensiones. Suelen usarse en empresas pequeñas con necesidades básicas.
- Si hacen falta más funcionalidades o muchas más extensiones, se utilizan las *centralitas* o *PABX* (*Private Automatic Branch eXchange*).
- Sin embargo, el despliegue de estos dispositivos conllevan una inversión muy elevada, que muchas veces las empresas no podrán cargar el coste económico y/o técnico, o que simplemente, se necesita un punto intermedio de funcionalidades, más que los sistemas KTS, pero no tantos como los ofrecidos en su totalidad por las PABX.

Servicios corporativos de voz

Implementaciones de centralitas

- Surgen los *servicios de PABX virtual*, las *compañías ofrecen soluciones de centralita a otras empresas de forma flexible*. Esto trae la ventaja de que *los servicios se pueden escalar conforme a las necesidades* (la empresa que ofrece el servicio es el que se encarga de mantener toda la parte de la infraestructura), *la inversión inicial es más reducido, da más seguridad usar la infra de una empresa especializada y no te tienes que preocupar por las actualizaciones*. La desventaja es que *tienes menos funcionalidades y dependes de otra empresa* para que funcione bien tu centralita. Lo más rentable, a largo plazo, es comprar una centralita.

Puede ser de *dos formas*:

- Ej. Telefónica comercializó el servicio IBERCOM para ofrecer a las empresas la *instalación, configuración y mantenimiento de una centralita*, a cambio de una cuota mensual o anual. *La empresa contratante elige entre comprar o alquilar la centralita*. En este caso específico, también permitía la marcación directa entrante a la extensión.
- Ej. Telefónica comercializa el servicio CENTREX a pequeñas y medianas empresas. Telefónica usa una *parte de una central telefónica pública* para configurarla *como si fuese una centralita de una empresa*, a cambio de una cuota mensual o anual. Cada extensión es una línea de abonado en la red pública, y es la red la que implementa las funciones requeridas para la red corporativa. Los abonados CENTREX son consideradores extensiones, y tienen asignadas numeraciones privadas con coste nulo entre los mismos.

Servicios corporativos de voz

Implementaciones de centralitas

- En la actualidad las centralitas se implementa sobre tecnología IP, *centralitas IP (IPBX)*, que usan la tecnología VoIP y proporcionan los mismos servicios que las centralitas tradicionales. Destaca el software de Asterisk.
- También han aparecido operadores que ofrecen *servicios de centralita IP virtual*.
- En ambos casos, las centralitas IPBX tienen un coste muchísimo menor que las tradicionales.

Servicios multimedia en redes de datos

- Antes los servicios conversacionales se implantaban sobre redes de telefonía, se necesitaba garantizar a estos servicios un ancho de banda y un retardo que solo se podía lograr con tecnología de *conmutación de circuitos*.
- Con el activo desarrollo de las redes de datos y la tecnología de *conmutación de paquetes*, se ha podido reducir los costes operativos de estos servicios manteniendo la misma calidad de servicio.
- Veremos como se hace las transmisiones en las redes de datos para la información sensible a la latencia y velocidad y cómo se establecen las sesiones de transporte en el *protocolo SIP* (Session Initiation Protocol).

Servicios multimedia en redes de datos

El transporte de datos multimedia

- En las **redes de datos**, los **dos protocolos básicos para el transporte de la información** son: **TCP** (transporte de información garantizada sin pérdidas, y si hay muchos mensajes, en orden) y **UDP** (transporte de mensajes simple y rápido sin las garantías de TCP).
- Para las **transmisiones de datos multimedia** podemos partir de UDP, pero tendremos que resolver:
 - Que los mensajes lleguen en orden.
 - Que sepamos qué contenido llevan los mensajes UDP (ej: flujo de audio, el decodificador con el que hay que leer la información).
 - Sí queremos hacer una reproducción sincronizada, que la información transmitida tenga marcas temporales que representan los instantes en los que se debe reproducir dicha información.
- Todo esto se consigue a través del protocolo “**Real Time Protocol**” o RTP, desarrollado sobre UDP, que **añade a los mensajes UDP una cabecera con las marcas temporales, números de secuencia de los mensajes e información adicional sobre el tipo de información transportada**.
- Para garantizar que la transmisión de cada medio se está haciendo bien, con las necesidades de latencia y ancho de banda requeridos, se utiliza el protocolo “**Real Time Control Protocol**” o RTCP, también transmitido sobre UDP.

Servicios multimedia en redes de datos

El transporte de datos multimedia

- **RTCP monitoriza la calidad de una sesión RTP** y envía esos reportes al emisor y a los receptores.
- En base a los reportes, **los miembros de una sesión pueden tomar decisiones para modificar parámetros de la transmisiones de datos, con vista a mejorar la calidad.**
- Ej. Cuando ves un vídeo en YouTube y se baja la calidad por mala calidad de conexión a la red, el dispositivo decidió que para mejorar la transmisión del vídeo, reducir la calidad para terminar de ver el vídeo.
- La aplicación monitor se llama “**aplicación monitor RTCP**”.
- **Cuando se establece una sesión RTP, también se establece una RTCP.** Ambas se identifican por un puerto UDP. Habitualmente, el **puerto de la sesión RTP es un número par y la de RTCP el impar consecutivo.**
- **Para cada medio transmitido tenemos que establecer una sesión RTP y RTCP.**
- Ej. una video-llamada tendrá una sesión RTP+RTCP para vídeo y otra para audio.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo de inicio de sesión, SIP

- Para poder establecer sesiones, necesitamos:
 - **Saber dónde se encuentran los participantes.** Los equipos están identificados por direcciones IPs, pero en las aplicaciones de medios, los usuarios se podrán identificar con otro tipo de nombres y podrán modificar su ubicación en el tiempo (cambiar de equipo en Internet).
 - **Poder establecer sesiones RTC/RTCP.**
 - Que **las entidades participantes en la comunicación puedan negociar el tipo de medio** que van a intercambiar. (Ej. La codificación que se va a usar para transmitir el medio, o los medios que se van a transmitir...).
- La ITU-T propuso usar una familia de protocolos que formaron la recomendación H.323, pero era demasiado complejo. Desarrollado por expertos en redes de conmutación de circuitos.
- La IETF desarrolló el protocolo SIP, mucho más simple y menos costosa de mantener que la recomendación H.323. Desarrollada por expertos en redes de Internet.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo de inicio de sesión, SIP

- **CONCEPTOS BÁSICOS DEL PROTOCOLO SIP**
 - El protocolo SIP nos proporciona: la localización del usuario destino, determinar las capacidades que las entidades que se comunican pueden usar a la hora de comunicarse (tipos de medios y parámetros), y el usuario llamado está disponible para unirse a la sesión (aceptar llamada), se establezcan sesiones RTP/RTCP entre ambos extremos y gestionar la llamada.
 - Para identificar usuarios, los usuarios utilizan un *identificador de recursos uniforme* o URI. Ej: el URI de algún usuario que podamos llamar de la UGR será: “*sip: usuario@ugr.es*”, donde @ugr.es representa a un conjunto de usuarios con nombres únicos en el dominio.
 - En el protocolo SIP, las *interacciones se hacen según el modelo cliente-servidor*. Las entidades que intervienen son:
 - **Los agentes de usuario**, implementan “cliente y servidor de agente de usuario”, el cliente se comunica con el servidor SIP y el servidor de agente de usuario, cuando recibe una llamada, se comunica con el usuario de la aplicación para preguntar la acción que quiere realizar, para luego mandar en respuesta la acción del usuario al otro lado de la comunicación.
 - **Servidor de desvío**, acepta una solicitud SIP a una dirección destino y la relaciona con 0 o +1 nuevas direcciones, devolviendo la lista al cliente.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo de inicio de sesión, SIP

- **(continuación)**
 - (continuación)
 - **Servidor de registro**, contiene el listado de los usuarios alcanzables en el dominio del servidor de registro y una asociación para cada usuario con la dirección o direcciones (habitualmente IP) en las que dicho usuario es localizable en la red.
 - **Servidor representante (o proxy)**, representa a cualquiera de los usuarios de un dominio o subdominio en la gestión de llamadas
 - Las aplicaciones SIP suelen implementar la parte de “cliente y servidor de agente de usuario” y los servidores SIP, la parte de “registro, desvío y representante” en una sola máquina o programa.
- **IDENTIFICACIÓN DE LAS SESIONES: PROTOCOLO DE DESCRIPCIÓN DE LAS SESIONES (SDP)**

Este protocolo resuelve el problema de “negociación de tipos de medios y parámetros” a usar en la comunicación. Describe mediante texto las características de la sesión. Existen etiquetas definidas y unos valores posibles para dichas etiquetas.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo de inicio de sesión, SIP

- **(continuación)**

En el cuadro vemos un ejemplo práctico de cómo se implementa:

- **v** determina la versión del protocolo.
- **o** identifica el creador de la sesión, la sesión, su versión, el tipo de red (IN IP4) y la dirección para conectarse a dicha sesión.
- **s** es el nombre de la sesión (es algo informativo).
- **i** ofrece información extendida de la sesión.
- **m** informa sobre un medio que se va a transmitir en la sesión: tipo de medio (audio/video/application), el puerto asociado por el que se transmite la información, el protocolo de transporte asociado (ej: RTP o UDP) y el formato empleado (ej: AVP 0 o wb).

```
v=0
o=profesor 23435234 2345234 IN IP4 125.116.64.109
s=nombre de la sesion
i=info sobre la sesion
m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 31
m=application 32416 udp wb
```

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

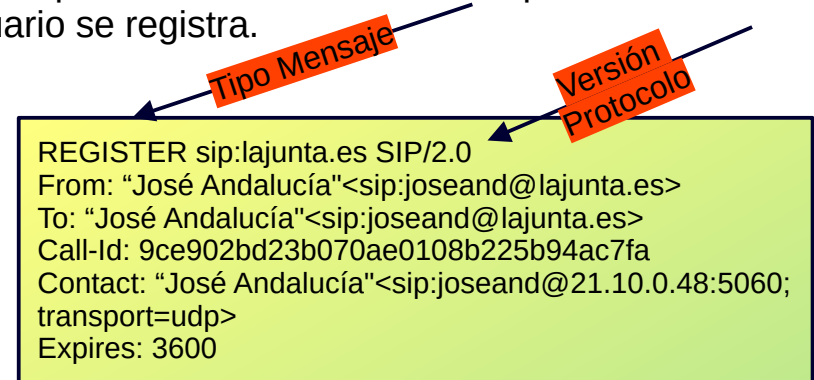
- REGISTRO DE LOS ABONADOS**

Se produce cuando un usuario inicia una aplicación SIP agente de usuario, después de introducir su usuario y contraseña.

La aplicación SIP registra al usuario en el servidor de registro correspondiente a su dominio, con un mensaje “**REGISTER**” que se envía al puerto UDP (por defecto, 5060). El servidor almacenará la localización del usuario (dirección IP y puerto de escucha) y marca el usuario como activo. Si el registro se puede efectuar, el servidor responderá con un mensaje de respuesta de código 200 OK.

La IP del servidor de registro y viene configurado en la propia aplicación SIP o se obtiene a partir de una consulta DNS de tipo SRV sobre el dominio en el que el usuario se registra.

A la derecha vemos un ejemplo. Los parámetros más significativos son: **FROM** (indica el usuario del que procede el mensaje), **TO** (el destinatario, en REGISTER coincide con el FROM), **Call-ID** (identificador del mensaje), **Contact** (la localización del contacto, IP + puerto) y **Expires** (tiempo tras el cual expira la notificación de registro, para borrarlo del servidor de registro)



The diagram shows a SIP REGISTER message structure. Two red labels with arrows point to specific parts of the message: 'Tipo Mensaje' points to 'REGISTER' and 'Versión Protocolo' points to 'sip/2.0'.

```
REGISTER sip:lajunta.es SIP/2.0
From: "José Andalucía"<sip:joseand@lajunta.es>
To: "José Andalucía"<sip:joseand@lajunta.es>
Call-Id: 9ce902bd23b070ae0108b225b94ac7fa
Contact: "José Andalucía"<sip:joseand@21.10.0.48:5060;
transport=udp>
Expires: 3600
```

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

- LLAMADA SIP DIRECTA ENTRE DOS AGENTES DE USUARIO**

Definimos usuario “llamante@lajunta.es” (actúa de cliente) de como el que llama a “llamado@lajunta.es” (actúa de servidor).

El cliente envía un mensaje INVITE al servidor (ver cuadro), cuando el agente de usuario servidor lo recibe, alerta al usuario llamado y devuelve al llamante un mensaje “180 – Ringing”. Cuando el usuario descuelga la llamada, el servidor envía un mensaje “200 – OK” con los datos SDP de la sesión para que el cliente conozca los puertos RTP/RTCP del servidor. El cliente confirma (ACK) que se puede establecer la sesión.

La única diferencia destacable entre el mensaje REGISTER e INVITE se encuentra en la primera y tercera (cambia el valor sip:), y en la quinta, que se añade “Content-type”.

Una vez establecida la sesión, se pueden mandar los mensajes RTP/RTCP a los puertos indicados en los mensajes INVITE (cliente) y 200-OK (servidor).

```
INVITE sip:llamado@lajunta.es SIP/2.0
From: sip:llamante@lajunta.es
To: sip:llamado@lajunta.es
Call-ID: 7314@lajunta.es
Content-type:application/sdp
v=0
o=llamante 234524 25345 IN IP4 125.116.64.109
s=invitacion a hablar
m=audio 3120 RTP/AVP 0
```

El usuario que finaliza la llamada manda un mensaje BYE al otro, que será respondido con un 200-OK.

EN ESTE ESCENARIO CONOCEMOS LA LOCALIZACIÓN DE AMBOS USUARIOS.

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

- **LLAMADA SIP ENTRE DOS AGENTES DE USUARIO CON REPRESENTANTE**

En este escenario no conocemos la ubicación de los usuarios.

Cada dominio SIP tendrá también asociado un servidor representante, que se encuentra vinculado al servidor de registro que contiene los datos de localización de los usuarios que previamente se han registrado.

El procedimiento es el mismo, simplemente añadiendo un intermediario. Cuando llamante@lajunta.es quiere llamar a llamado@lajunta.es, localizará el servidor representante del usuario destino, se suele usar una consulta DNS de tipo SRV al registro `_sip._udp.lajunta.es`, que devolvería la dirección IP del servidor representante del dominio `sip:lajunta.es`.

El cliente mandaría el INVITE al servidor representante, que al recibirlo, responde con un “100 Trying” mientras pregunta al servidor de registro la localización de llamado@lajunta.es. Este responderá con la dirección IP y puerto donde se puede alcanzar el abonado, donde el servidor representante reenviará el mensaje INVITE que recibió al agente de usuario servidor de llamado@lajunta.es.

Finalmente, el agente de usuario servidor responde como antes, se hacen las últimas comunicaciones (200-OK y ACK) que pasarán a través del representante. Después, la conexión será directa sin depender del representante.

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

- **LLAMADA SIP EN ESCENARIO VoLTE**

Para poder hacer una llamada SIP en este escenario, es necesario que el móvil conectado a la red LTE se haya registrado en la red IMS, como se detalló en el apartado de los Escenarios de tráfico en redes de telefonía móvil 4G.

Cuando un móvil registrado llama a alguien, con el protocolo SIP y la portadora IMS, indicará a la red IMS el destino, tipo y la calidad (de los medios) de la llamada.

La red IMS se comunicará con la red LTE a través del nodo PCRF de LTE para establecer una portadora dedicada para la llamada, que cumpla con los requisitos de calidad de servicio especiales solicitados.

Paso a paso:

- 1) Usuario marca en su teléfono el número B e indica el tipo de llamada.
- 2) El móvil A envía un mensaje INVITE (prot. SIP) con la información de la sesión (prot. SDP), que se reenvía a través de su red IMS y la red IMS del número B hasta el número B. En cada reenvío se responde con el mensaje "100 Trying".
- 3) El número B responde con "183 Session In Progress" que indica al número A las codificaciones soportadas por B (prot. SDP). En este momento, las redes IMS de ambos empiezan el proceso de reserva de recursos en la red LTE, notifican a los nodos PCRF de las redes LTE B y LTE A para que creen las portadoras dedicadas con la calidad de servicio requerida para ambos terminales respectivamente.

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

(continuación)

- 4) Móvil A envía una respuesta provisional ACK (PRACK) indicando la codificación que ha elegido para la llamada a B, al que responderá con un "200 OK". Todavía los recursos de red no están asignados.
- 5) A envía un mensaje UPDATE a B para decir que su portadora dedicada ya está reservada, y B responde a A con un 200 OK cuando también está la suya.
- 6) Con ambos portadores reservados, B empieza a sonar a la vez que se envía un "180 Ringing" a A.
- 7) Cuando B responde, se envía un 200 OK al invite inicial, al que A responderá con un ACK.

La llamada está establecida y los datos correspondientes a las conexiones RTP y RTPC de la llamada transitará a través de las portadoras dedicadas.

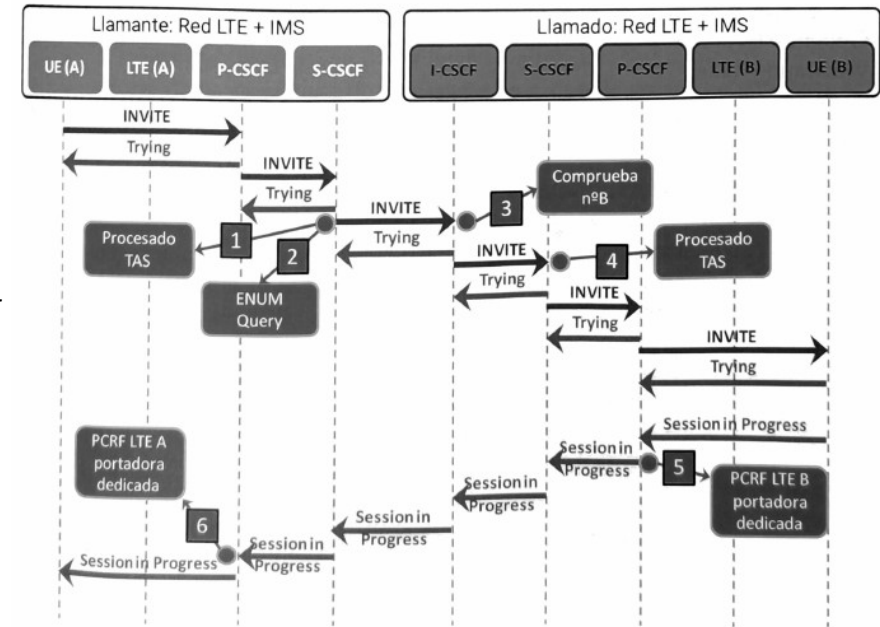


Figura 4.39. Cadena de envío de mensajes en una llamada VoLTE.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Servicios multimedia en redes de datos

Escenarios de tráfico SIP

- (continuación)**

Pero todavía no hemos visto el “big-picture” del asunto. En la figura de la derecha vemos la cadena de envío de los primeros tres mensajes en una llamada VoLTE.

La comunicación del móvil desde la red LTE con la red IMS se hace a través de P-CSCF, que se comunicará con S-CSCF para hacer las gestiones de establecimiento de llamadas. Cuando llega el INVITE a S-CSCF se producen los dos primeros puntos de control:

1. **S-CSCF contacta con el TAS** (Telephony Application Server) para gestionar el procesamiento de la llamada, para poder ofrecer las funciones asociadas a servicios suplementarios, de red inteligente o cualesquiera relacionados con la llamada.

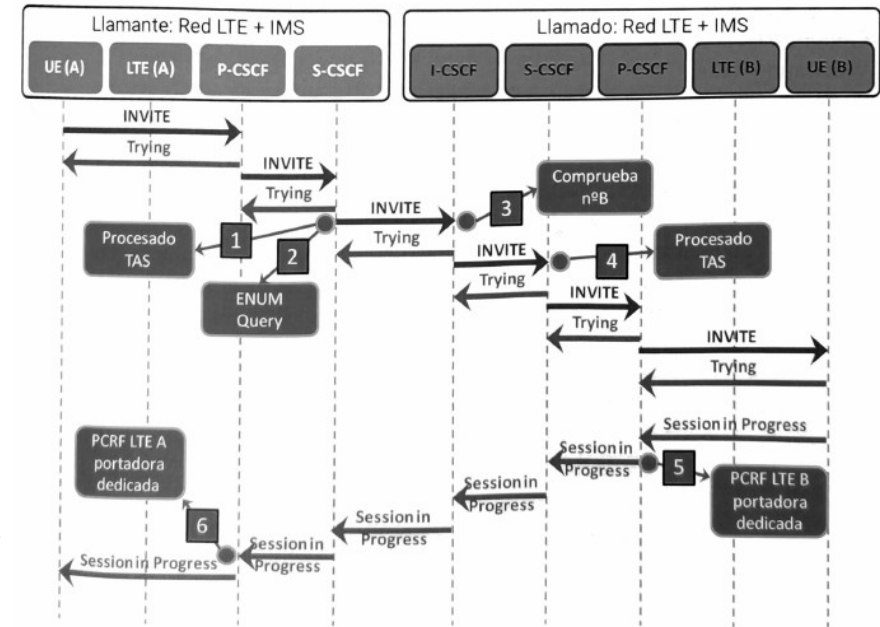


Figura 4.39. Cadena de envío de mensajes en una llamada VoLTE.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Escenarios de tráfico SIP

(continuación)

2. Luego S-CSCF hace la consulta ENUM QUERY, pregunta a la base de datos global de enumeración de telefonía ENUM que permite asociar cada número o rango de números con la red IMS (servidor I-CSCF) que los gestiona: ¿cuál es la información para contactar con la red IMS del número B que he recibido en este INVITE?

Con esos datos, S-CSCF empieza a “establecer relaciones diplomáticas” con I-CSCF, que tomará el número B remitido por el S-CSCF de A y empezará a “debatir pacíficamente” con su HSS para comprobar si dicho abonado está registrado en la red IMS y cuál sería su S-CSCF asociado.

Cuando llega el mensaje INVITE al S-CSCF de B, este consulta con su TAS para pasarle el control de la llamada.

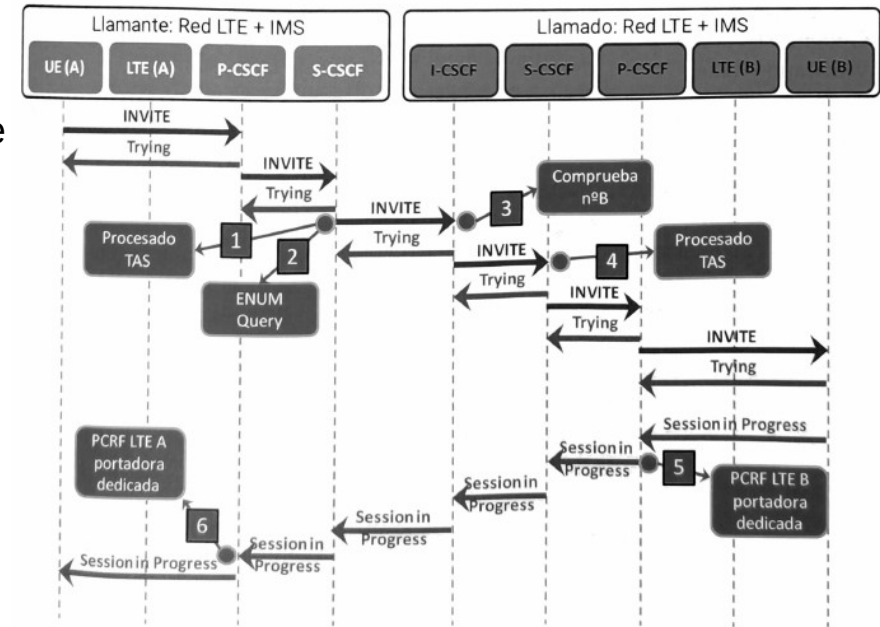


Figura 4.39. Cadena de envío de mensajes en una llamada VoLTE.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Escenarios de tráfico SIP

- **(continuación)**

Finalmente la invitación llega al móvil B, y se producen las operaciones 5. y 6. relacionadas con la reserva de las portadoras, como hemos visto antes.

Los nodos P-CSCF son los que interactúan con la red LTE y sus nodos PCRF para crear las portadoras dedicadas.

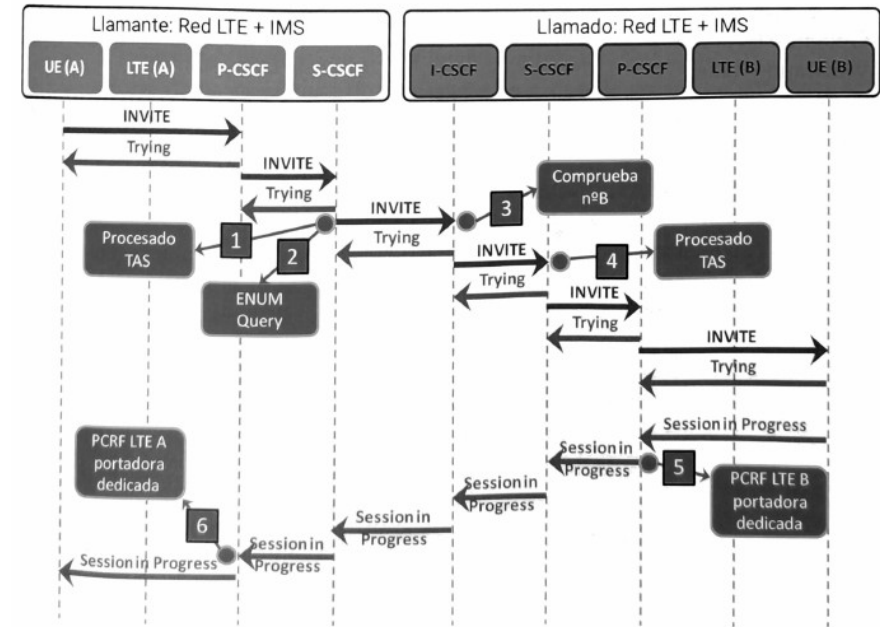


Figura 4.39. Cadena de envío de mensajes en una llamada VoLTE.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Servicios de mensajería instantánea

- Un servicio de mensajería instantánea consiste en una comunicación en tiempo real basada en el intercambio de mensajes de texto entre dos o más usuarios.
- Ofrece dos familias de funcionalidades:
 - **De contactos**: permiten definir una lista de contactos con la que establecer conversaciones, mostrar su estado o incluso mostrar un mensaje de estado, su acatar, o agrupar sus contactos según su tipología...
 - **De conversación**: permiten tener conversaciones entre los usuarios. Destacan:
 - Envío de invitaciones para chatear.
 - Envío de mensajes de conversación.
 - Envío de mensajes a grupos de usuarios.
 - Uso de emoticonos en los mensajes.
 - Avisos y notificaciones del estado del usuario con el que se está conversando (ej: si está “escribiendo”).
 - Enviar ficheros.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- El protocolo que más utilizado es el XMPP o “Extensible Messaging and Presence Protocol”, cuyas características fundamentales están definidas en el RFC 6120.
- Surge en el año 1998 con el fin de estandarizar el intercambio de mensajes entre usuarios.
- Se conoció como Jabber, aunque la IETF le cambió el nombre a XMPP.
- Los principales servicios que ofrece son:
 - **Mensajería 1:1 y de grupo a usuarios y entidades.**
 - **Encriptación del canal**, la información enviada entre los usuarios va cifrada para garantizar su seguridad.
 - **Autenticación**, asegura que las identidades entidades que se comunican en la red sean reales.
 - **Presencia**, permite conocer la información sobre la disponibilidad básica de otros usuarios (disponible, activo, desconectado, etc) y extendida (ej: jugando a un videojuego).
 - **Lista de contactos**, almacenar una lista de contactos en los servidores XMPP.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- XMPP usa un modelo de comunicación cliente-servidor descentralizado, es decir, se pueden añadir servidores que se agregarán a la estructura de servidores existente en Internet.
- La arquitectura de las comunicaciones del protocolo XMPP se ve en el siguiente esquema:



- Las comunicaciones entre dos clientes XMPP pasan a través de los servidores XMPP responsables de cada uno (agrupados en dominios).
- La conexión entre los servidores de los dominios se le suele llamar *federación* y es directa, sin intermediarios, evitando la falsificación de direcciones y la creación de mensajes falsos (spam).
- Cada entidad que se comunica con XMPP necesita una dirección, *JabberID* o JID, que se compone de un usuario, dominio y recurso (ej: alfred@junt.se/sesion1, donde usuario=alfred, dominio=junt.se y recurso=sesion1).

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- XMPP hará uso del servicio DNS para resolver los JIDs, es decir, encontrar el servidor XMPP asociado a la dirección.
 - Hará consultas DNS de tipo SRV al registro “[_xmpp-client._tcp.dominio.](#)” para las conexiones cliente-servidor o c2s (en este caso cliente se refiere al programa en el que el usuario introduce sus credenciales para acceder al servicio).
(Ej. de respuesta: `_xmpp-client._tcp.junt.se. 30 IN SRV 10 10 5222 junt.se.`)
 - Para las conexiones servidor-servidor, s2s o *de federación* hará una consulta DNS de tipo SRV al registro “[_xmpp-server._tcp.dominio.](#)”:
(Ej. de respuesta: `_xmpp-server._tcp.junt.se. 30 IN SRV 10 10 5269 junt.se.`)
- Para las conexiones c2s se suele usar el puerto 5222 y para s2s, 5269.
- Cuando se crea una cuenta en un servidor XMPP, a este se le asigna un nombre de usuario, que puede ser elegido o asignado de forma automática.
- Finalmente, cada conexión que un usuario realiza al servidor, se elegirá un identificador “*recurso*” para dicha conexión (en nuestro ejemplo: `sesion1` para [alfred@junt.se](#) o `escuela` para [eva@deiit.cf](#)).
- El usuario y el dominio no son sensibles a mayúsculas y minúsculas, pero sí el recurso.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- La existencia del recurso permite que se pueda notificar, para un mismo usuario, varios puntos de presencia, con sus diferentes estados de disponibilidad, capacidades, etc. Además, se pueden establecer prioridades entre los diferentes recursos, de modo que cuando se mande un mensaje a dicho usuario, le llegue el mensaje a la conexión de mayor prioridad.

- **FLUJOS XMPP**

XMPP es un protocolo para el envío de flujos de texto estructurados en XML, un lenguaje de marcas desarrollado por la W3C para almacenar datos de forma legible. Los elementos de un mensaje XML se identifican mediante etiquetas, que comienzan de la forma “<etiqueta>” y terminan como “</etiqueta>”.

Entre las entidades XMPP se hace el intercambio de trozos de mensaje “XML stanzas”. Una vez que dos entidades han llegado al acuerdo de que se va a enviar un flujo XML entre ellas, se puede enviar “stanzas” de forma indefinida.

Estas estrofas están compuestas por:

- El nombre de la stanza, que puede ser *mensaje*, *presencia* o *iq*. Cada tipo de estrofa se encaminará de forma diferente por los servidores y será gestionado de forma distinta por los clientes.
- El valor del atributo *type*, que varía según el tipo de stanza y establece cómo lo procesará el receptor de la misma.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- **(continuación)**

(continuación)

- Los **elementos hijos**, que definen el contenido del *stanza*.
- En los *stanza* de tipo *mensaje*, parámetros como *to* para indicar el JID del destinatario o *from* para el JID del remitente.

La *stanza* de tipo **presencia** indica al servidor el estado del cliente que la envía (activo, disponible, etc.).

La *stanza* de tipo **iq** (iq viene de info / query) permite solicitar información al servidor (type=get), recibir una respuesta de este (type=result), un error (type=error) o modificar algún valor de algún elemento (type=set) (ej. Actualizar la lista de contactos o *roaster* del usuario).

La *stanza* de tipo **mensaje** se utiliza para enviar información de una entidad a otra, hay cinco tipos diferenciados por el atributo *type*:

- **Normal**: son como los mensajes de correo, no se espera una respuesta por parte de la otra entidad. Los clientes los gestionan como mensajes aparte de cualquier conversación.
- **Chat**: son mensajes intercambiados entre dos entidades en tiempo real. Los clientes los almacenan dentro de la conversación que corresponda.
- **Groupchat**: mensajes enviados a un grupo de usuarios.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- **(continuación)**

(continuación)

- **Headline**: alertas y notificaciones a los que no se espera respuesta.
- **Error**: que notifican los problemas en la comunicación por parte de alguno de las entidades implicadas.

Los *stanza* de tipo *mensaje* se almacenan en el servidor si el cliente destinatario no está disponible, exceptuando los *Headline*.

- **ESTADOS EN UNA CONVERSACIÓN**

Para mejorar la interactividad en una conversación, en los *stanza*s de *tipo chat* se añade el estado de los participantes de la conversación como:

- **Active**, si el usuario está “*pasionalmente activo, con los ojos llorosos pegados a la pantalla*” en la conversación, pero no escribiendo.
- **Composing**, si el usuario está escribiendo un mensaje.
- **Paused**, si empezó pero dejó de escribir.
- **Inactive**, no se ha enviado nada en la conversación durante un periodo de tiempo.
- **Gone**, se “*fue*” de la ventana chat.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- (continuación)**

Ejemplo de flujo XMPP c2s:

```
C: <stream:stream>
C: <iq type="get">
  <query xmlns="jabber:iq:roster"/>
</iq>
S: <iq type="result">
  <query xmlns="jabber:iq:roster">
    <item jid="alicia@paismaravillas.lit"/>
    <item jid="sombbrero@paismaravillas.lit"/>
    <item jid="conejo@paismaravillas.lit"/>
  </query>
</iq>
C: <message from="reina@paismaravillas.lit"
  to="sombbrero@paismaravillas.lit" type="chat">
  <body>Hola amigo!!</body>
</message>
S: <message from="sombbrero@paismaravillas.lit"
  to="reina@paismaravillas.lit" type="chat">
  <body>Hola. Me alegra saber de ti.</body>
</message>
C: <presence>
  <show>away</show>
  <status>Aprendiendo sistemas telemáticos...</status>
</presence>
C: </stream:stream>
```

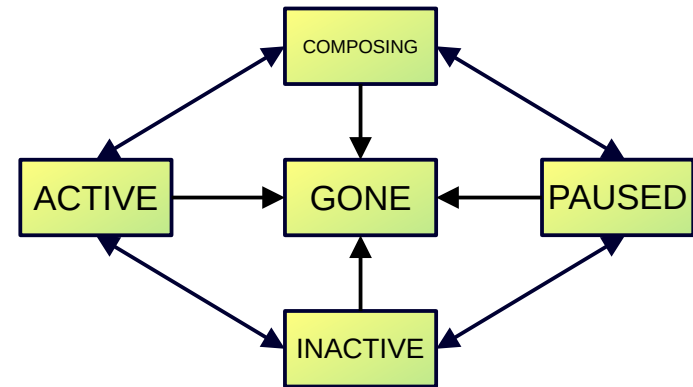
Listado 4.1. Ejemplo de flujo XMPP entre un cliente y un servidor.

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*

Ejemplo notificación del estado en conversación:

```
<message from="tu@tudominio.tld/trabajo"
  to="amigo@tudominio.tld"
  type="chat">
  <body>Hola!</body>
  <composing xmlns="http://jabber.org/chatstates"/>
</message>
```

fuelle: *Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et all.*



Transiciones posibles entre estados durante una conversación XMPP

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN MULTIMEDIA**

Las *stanzas* de tipo *mensaje* se pueden usar para intercambiar archivos.

Una alternativa para hacer esto es realizar la *transmisión de flujos de bytes dentro de banda*, es decir, enviar los archivos como si fuesen mensajes de la propia conversación.

Como cada *stanza* tiene un límite de 10KB, tenemos que dividir el fichero en diferentes trozos de tamaño inferior al límite y enviarlos uno a uno. El cliente receptor tomará los trozos y reconstruirá el fichero original.

Para enviar un archivo usando este método, primero se avisa al destinatario de que se va a realizar el envío de un fichero de cierto tamaño. El destinatario confirmará la solicitud de envío.

Eduardo avisa a Patricia
que quiere enviar un
archivo de 4KB

```
<iq from="eduardo@micasa.tel/s1" id="iy2s986q" to="patricia@tucasa.tel/s56" type="set">  
<open sid="blablablah4" block-size="4096" xmlns="http://jabber.org/protocol/ibb"/>  
</iq>
```

Patricia acepta
el envío de Eduardo

```
<iq from="patricia@tucasa.tel/s56" id="iy2s986q" to="eduardo@micasa.tel/s1" type="result"/>
```

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- **(continuación)**

Luego comenzará la transferencia de información del archivo de 4KB codificados. La transacción se parecerá a algo como esto:

```
<message from="alicia@st.ugr.es/casa"
  to="bob@st.ugr.es/etsiit"
  id="ck39fg47">
  <data xmlns="http://jabber.org/protocol/ibb"
    sid="dv917fb4"
    seq="0">
    qANQR1DBwU4DX7jmYZnncmUQB/9KuKBddzQH+tKn7kWq+RFtQdCJ
    WpdWpR0uQsuJe7+vh3NWN59/gTc5MDlX8dS9phxVqS8ZKhsblVeu
    IpQ0JgavABqibJolc3BKrVtVVligKiX/N7toaMDEfhBRzO/XB0+P
    AQhYlRjNacGcs1khXqNjK5Va4tuOAPy2nlg+xJ90G0LZXyWCWyKH
    kuNEHFQiLuCY6Iv0myq6iX6tjuHehZlFShLwNEqz1klxMhoghJOA
  </data>
</message>
```

fuentes: Sistemas Telemáticos (3ª edición) de Maciá et al.

Cada bloque de 10KB lleva un parámetro **sid**, que identifica de forma única a la operación de transferencia, y otro **seq** que se va incrementado consecutivamente con cada mensaje. Esto ayudará al cliente final a reconstruir el archivo original.

Servicios multimedia en redes de datos

El protocolo XMPP

- **(continuación)**

Cuando termine la transacción, el remitente envía un mensaje indicando que ya ha terminado la operación:

Eduardo avisa a Patricia
que ya ha terminado

```
<iq from="eduardo@micasa.tel/s1" id="fr61g835" to="patricia@tucasa.tel/s56" type="set">  
<close xmlns="http://jabber.org/protocol/ibb" sid="blablablah4"/>  
</iq>
```

Antes usamos la etiqueta “open” para abrir la transmisión, ahora usamos “close” para cerrarla.

Sistemas Telemáticos

resumido por Alexandru Theodor Muntenas²

Capítulo 4

Servicios Conversacionales