

Protocolos de Señalización para el transporte de Voz sobre redes IP¹

Jose Ignacio Moreno, Ignacio Soto, David Larrabeiti
Departamento de Ingeniería Telemática
Universidad Carlos III de Madrid
Avda Universidad 30, 28911
Leganés (Madrid)
{jmoreno,isoto,dlarra}@it.uc3m.es

Resumen:

En los últimos años, los protocolos de señalización para el servicio de transmisión de voz han experimentado una fuerte evolución junto con la tendencia a transportar dicho tráfico desde las redes de conmutación de circuitos hacia las redes de conmutación de paquetes. Esta tendencia queda reflejada con la fuerte evolución de estándares en este ámbito y la aparición de productos en el mercado que cubren las necesidades de operadores, grandes empresas y PYMES [1] [2] [3]. Esta tendencia se verá incrementada durante los próximos 5 años debido a la evolución de las redes móviles basadas en tecnología UMTS hacia entornos "All-IP". En este artículo se presentan las diferentes arquitecturas que están siendo propuestas para soportar la señalización de sistemas VoIP, debidas principalmente a los estándares H.323, SIP y MGCP, junto con una breve resumen de los mecanismos de señalización en redes telefónicas clásicas (SS7) y algunas ideas sobre la evolución hacia "ALL-IP" en redes móviles de 3G basadas en UMTS.

1. Señalización en redes telefónicas clásicas

La señalización en las redes telefónicas clásicas ha experimentado una intensa evolución a lo largo del siglo XX, al ritmo marcado por el propio desarrollo de las tecnologías de conmutación de circuitos en las que estas redes se fundamentan. Tras la conmutación manual de finales del siglo XIX y principios del XX, 1910 trajo la conmutación electromecánica. En esta etapa tecnológica, que duró hasta los años 60, la señalización se transportaba "en banda" (cambios de nivel y tonos dentro del propio canal telefónico) y era interpretada por elementos electromecánicos (relés) y electrónicos (filtros) en su tránsito por la red.

A mediados de los 60, el proceso de digitalización de la red alcanzó la propia tecnología de conmutación - red digital integrada de transmisión más conmutación- con la llegada de las centrales digitales y el control de la conmutación por CPU (control por programa almacenado). De este modo, los canales síncronos de 64 Kb/s son conmutados octeto a octeto espacial y temporalmente. Estos conmutadores ya están controlados íntegramente por procesadores que hablan un protocolo de señalización con procesadores de otras centrales. Los primeros protocolos de señalización instalados en estos sistemas tenían una expresividad muy limitada y se basaban en el estado de ciertos bits de la trama TDM permanentemente asociados a cada canal de voz, como meras representaciones binarias de las señales analógicas de los sistemas precedentes. El salto cuántico se consiguió realmente cuando se aplicó totalmente la tecnología de redes de ordenadores y las

¹ Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto PISCIS, financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Programa FEDER), y del proyecto MobyDick, financiado por la Comisión Europea (Programa IST)

señales devinieron en mensajes intercambiados por aplicaciones sobre una red de conmutación de paquetes independiente y dedicada a este fin.

Si bien en la actualidad la red telefónica utiliza internamente esta forma de funcionamiento prácticamente en su totalidad, el último segmento por digitalizar, la red de acceso del abonado, permanece masivamente análoga, con una penetración discreta de accesos íntegramente digitales (RDSI). Consecuentemente, la señalización de abonado del servicio de telefonía tradicional ha evolucionado muy poco y es dentro de la red donde se realizó una revolución muy importante, transparente al usuario, que ha permitido la introducción de servicios suplementarios, de telefonía móvil, de red inteligente, B-ISDN e interfuncionamiento con sistemas de telefonía sobre IP (VoIP) entre otros.

El sistema de señalización de red que ha soportado esta evolución con gran flexibilidad es el Sistema de Señalización nº 7. La primera norma del CCITT definiendo este sistema data de 1981 (Libro Amarillo), y ha sido refinada y extendida en ediciones sucesivas en 1985 (Libro Rojo), 1989 [4](Libro Azul) y subsiguientes de ITU-T.

El Sistema de Señalización nº 7 es un arquitectura de protocolos de señalización completa en el que las unidades de señal son mensajes de las aplicaciones de señalización transportados en paquetes. Las características esenciales de este sistema son:

- Los enlaces y nodos de señalización constituyen una red de conmutación de paquetes lógicamente independiente de la de conmutación de circuitos, con un plan de direccionamiento distinto y definido a nivel internacional por ITU-T.
- Es un sistema de señalización por canal común. Existe un conjunto predefinido de canales entre centrales (y puntos de transferencia de señalización sin capacidad de conmutación de circuitos) dedicados a transportar mensajes de señalización relativa al establecimiento, liberación y supervisión de cualquier canal de 64 Kb/s de voz o datos. En los sistemas de señalización previos, por canal asociado, la señalización asociada a cada circuito de voz se transportaba por un canal de transmisión dedicado exclusivamente a él.
- Es una arquitectura de protocolos estructurada en cuatro niveles. (Figura 1).

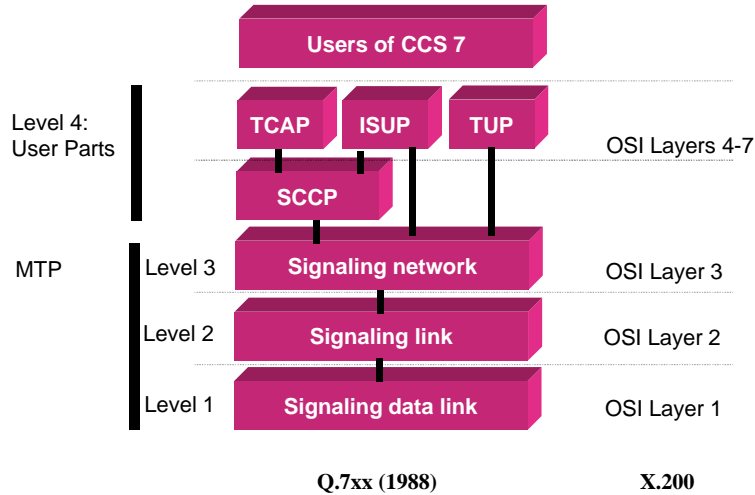


Figura 1: The SS7 protocol stack from the OSI perspective

La red de paquetes para señalización en telefonía está diseñada específicamente para funcionar sobre canales de 64 Kb/s y a gestionar dichos enlaces. Por consiguiente no parece improbable una tendencia no sólo al desarrollo de formas de interfuncionamiento de arquitecturas basadas en SS7 con arquitecturas basadas en IP, sino a que IP influya poderosamente en la siguiente evolución de la infraestructura de red de señalización y gestión. Revisada aquí brevemente la historia de los sistemas de señalización, resulta curioso observar cómo la conmutación de paquetes, introducida en las redes tradicionales para ofrecer flexibilidad y fiabilidad a las labores de señalización en el plano de control de las torres de protocolos, se amplía en la actualidad al plano de usuario para el transporte de voz paquetizada, integrándose de nuevo voz y señalización.

2. Videoconferencia sobre redes paquetes: H.323

La ITU-T fue el primer comité de estandarización que desarrollo un estándar para la transferencia de tráfico multimedia sobre redes de paquetes. El estándar denominado H.323 fue estandarizado en 1996 y se denominó: “Sistemas y terminales de telefonía visual sobre redes de área local sin garantías de calidad de servicio”. La principal aportación de este estándar fue el desarrollo de un conjunto de protocolos de señalización que permiten controlar el establecimiento, mantenimiento y liberación de conexiones de multimedia (audio, vídeo y datos) sobre redes de paquetes, ya que los protocolos para la transmisión de estos medios fueron adoptados de trabajos previos, principalmente desarrollados por el IETF a través de los protocolos RTP y RTCP. [5]

Tras esta primera versión, en 1998 apareció la segunda versión del protocolo H.323v2 con un nuevo nombre: “Packet based multimedia communications systems”, nombre que permanece hasta la actualidad (la versión 4 fue aprobada en Nov 2000 [6]). H.323 es considerado un paraguas de estándares y define 4 tipos de elementos funcionales (Figura 2):

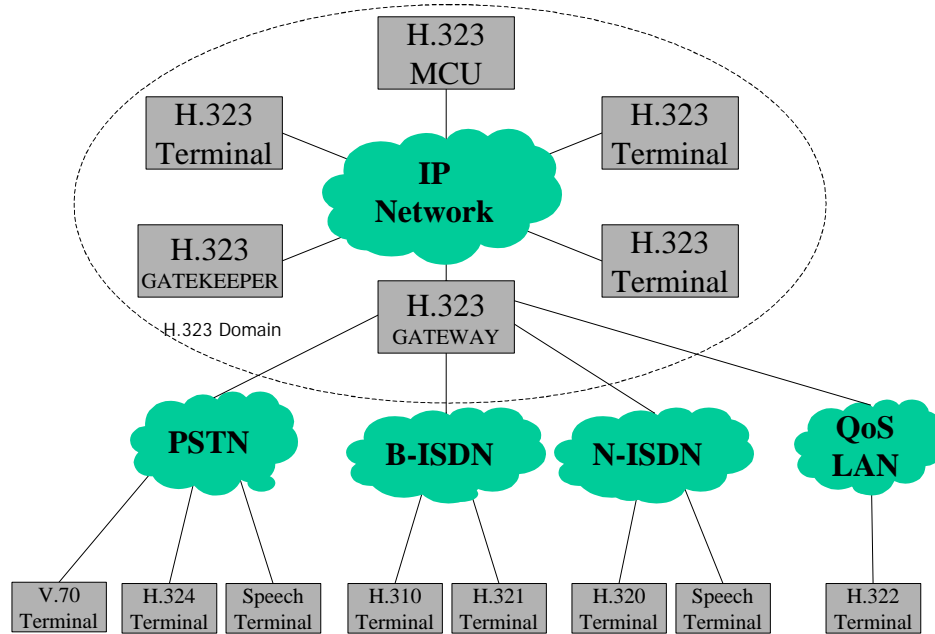


Figura 2: Arquitectura H.323

- **Terminal H.323**, es un terminal de la red que proporciona en tiempo real comunicación bidireccional con otro terminal H.323, pasarela, o MCU (unidad de control multipunto). El intercambio de información incluye controles, indicaciones, audio, video y datos. Un terminal debe soportar al menos transmisión de voz, voz y datos, voz y video o voz datos y vídeo. La Figura 3 muestra la estructura funcional de un terminal H.323..

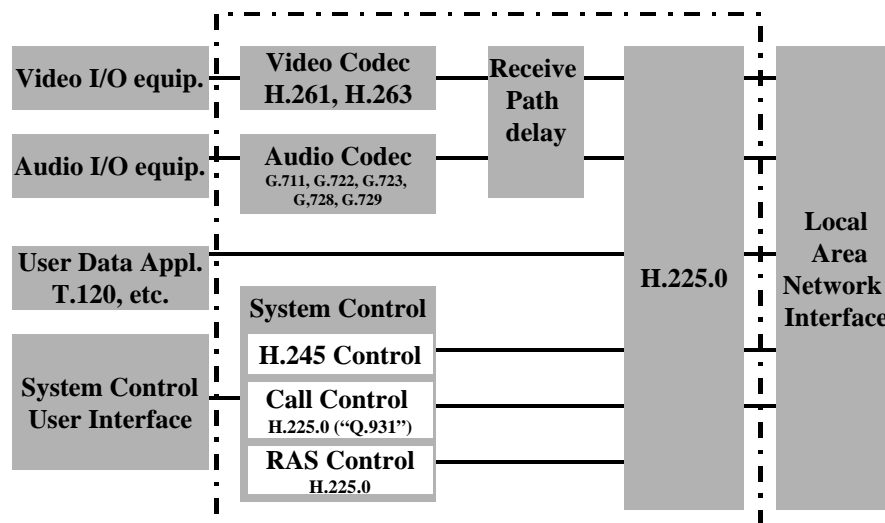


Figura 3: Estructura de Terminal H.323

- **Pasarela H.323 (GW)**, es un elemento de la red H.323 que permite interoperar a los terminales H.323 con terminales en otras redes de circuitos (SCN). Las pasarelas se conectan directamente con terminales H.323 o bien con otras pasarelas o terminales en otras redes y realiza las funciones de adaptación entre flujos de información así como entre los protocolos de control de ambos entornos. La recomendación H.323 incluye los terminales compatibles con las recomendaciones: H.310, H.320 (B-RDSI), H.320 (RDSI), H.321 (ATM), H.322 (IsoEthernet), H.324 (GSTN), H.324M (Redes Moviles), and V.70 (DSVD). La pasarela debe constar al menos de dos interfaces, realizando las funciones de adaptación y convergencia entre ambos interfaces.
- **Unidad de Control Multipunto (MCU)**, es el elemento funcional de la red H.323 que permite soportar comunicaciones multipunto. A diferencia de entornos como la RDSI, la capacidad de transmisión multicast de las redes IP no requiere la utilización de un elemento externo a los terminales para realizar funciones de mezclados de medios. Por esta razón, la MCU esta dividida en dos partes: el controlador multipunto (MC) que proporciona capacidad de negociación y control de los miembros del grupos, y el procesador multipunto (MP) que se encarga de realizar las funciones de mezcla de medios (audio, vídeo, datos). La funcionalidad de MCU puede ser integrada en un terminal H.323.
- **GateKeeper (GK)**, es un elemento de la red H.323 que proporciona servicios al resto de elementos. Este elemento constituye la base para el desarrollo de servicios y para la aplicación de esta tecnología en entornos con un numero de terminales medio-grande. El GK es un elemento opcional de la arquitectura, lo que permitió inicialmente el desarrollo de terminales que podían comunicarse directamente entre sí sin la necesidad de disponer de GK. Sin embargo la inexistencia de GK limita el servicio de transferencia de medios. Las funciones que proporciona son: traslación de direcciones, autorización de

llamadas, control de admisión, control de zonas, gestión de ancho de banda, gestión de llamadas, reserva de ancho de banda, servicios de directorio, etc.

La arquitectura de protocolos de H.323 se representa en la Figura 4 incluyendo tanto el transporte de medios como el transporte de protocolos de señalización. La mayor parte de canales de control utilizan conexiones TCP (también UDP a partir de la versión 3), mientras el transporte de medios utiliza UDP.

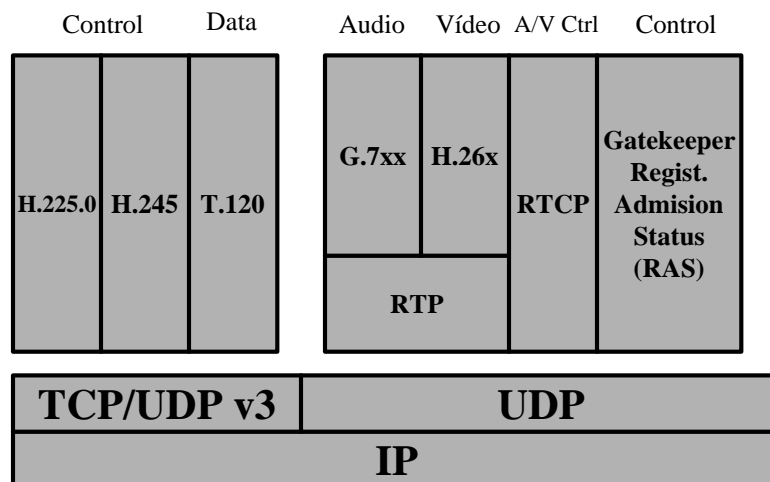


Figura 4: Stack de protocolos H.323

Las entidades H.323 establecen conexiones en diferentes fases. Si consideramos un escenario en el cual exista un GK, la conexión entre dos terminales dependientes de este GK sigue los siguientes pasos Figura 5:

1. **Fase A: Establecimiento de Llamada.** La entidad llamante, envía mensajes RAS solicitando la identificación del usuario llamante (ej: alias) utilizando un mensaje ARQ. El GK aceptará la llamada y enviará al terminal llamante un mensaje de confirmación (ACF) o bien rechazará la llamada (ARJ). En caso positivo, la entidad llamante establecerá una conexión TCP con el terminal llamado para establecer el canal de señalización H.225.0. Para ello utilizará la información (dirección IP y puerto) recibidos del GK a través del mensaje ACF. La entidad llamante al recibir dicha conexión contactará con su GK a través del canal RAS solicitando permiso para poder contestar (ARQ). En caso positivo (ACF), el llamante aceptará la conexión y a través de dicho canal (H.225.0) enviará la dirección (dirección IP y puerto) donde establecer el canal H.245 para negociación de parámetros y control de la comunicación. Una vez obtenida esta información, la conexión puede ser finalizada, ya que no es necesario intercambiar más parámetros a través de este canal.
2. **Fase B: Intercambio e capacidades. (H.245).** Establecido el canal H.245 a través de una nueva conexión TCP, las entidades llamante y llamada determinarán los parámetros de la comunicación: codificadores a utilizar, número de conexiones y direcciones a utilizar, puertos, número de muestras por

trama, función maestro-esclavo, etc, lo que les permite establecer canales para la transmisión de medios (audio, vídeo y datos). Esta conexión debe permanecer mientras intercambien información los terminales y les permite modificar parámetros (codecs, numero de muestras por trama, etc).

3. **Fase C: Intercambio de información audiovisual.** En este punto, ambos terminales establecen canales de información a través de la arquitectura RTP/UDP/IP para el transporte de medios, así como canales de control a través de la arquitectura RTCP/UDP/IP para los canales de realimentación, al objeto de controlar la calidad de los flujos de información recibida por el otro extremo de la comunicación.
4. **Fase D: Terminación de llamada.** Tras el intercambio de información audiovisual y al objeto de finalizar la llamada, las entidades H.323 deben informarse a través del canal H.245 mediante el envío de la primitivas de finalización de llamadas, que finalizará con el envío de a primitiva *EndSessionCommand* que provocará el cierre del canal H.245. Además deberán inforar al GK mediante el envío de el mensaje *RAS Disengage Request (DRQ)* que permitirá al GK liberar recursos y proporcionar información de tarificación entre otras.

Sobre este escenario básico existe múltiples variantes en función de la presencia o no del GK y del role que el mismo realice. El GK podría encaminar la información de control, (H.225.0 y H.245) o no en función del model elegido (Directo o Indirecto).

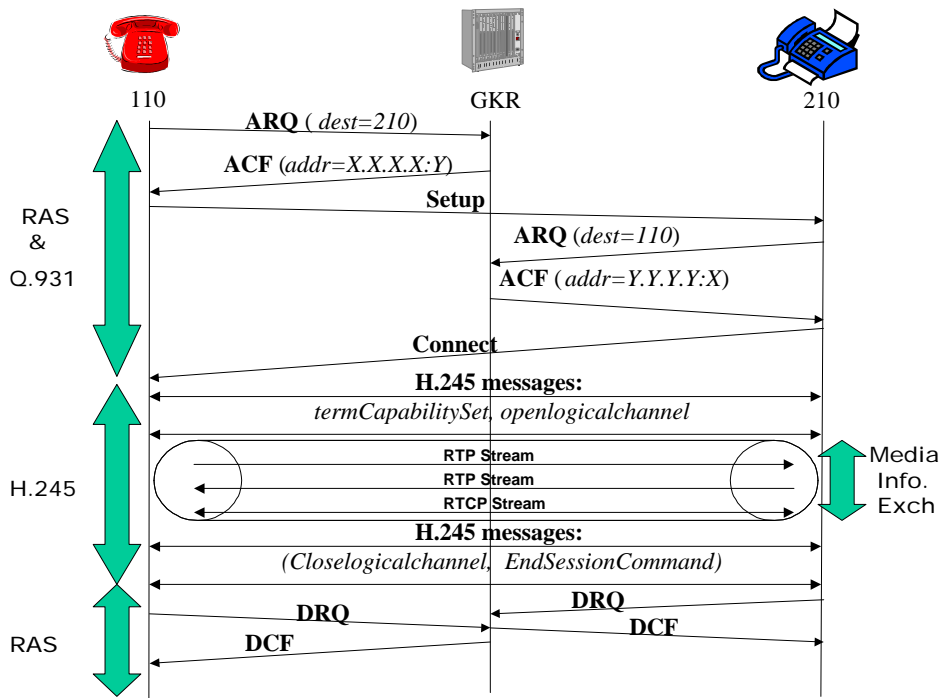


Figura 5: Ejemplo llamada H.323

Del ejemplo mostrado anteriormente, se observa el coste de establecimiento de llamada debido a la necesidad de establecer múltiples conexiones previas al intercambio de información. Esta necesidad fue solventada con la aparición de la versión dos del protocolo, que proporciona dos posible modos de operación opcionales alternativos: Procedimiento de **Conexión Rápida**, que permite abrir canales de información a partir de la fase de intercambio de información H.225.0 y el procedimiento de

establecimiento de **túneles H.245** sobre H.225.0, que permite utilizar el mismo canal para transmitir mensajes H.225.0 y H.245.

3. Propuesta del IETF para la transmisión de VoIP: SIP

Session Initiation Protocol (SIP) es un protocolo de aplicación desarrollado por el IETF dentro del grupo MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) y especificado en la RFC2543 [7]. Este protocolo permite a los usuarios, participar en sesiones de intercambio de información multimedia soportando mecanismos de establecimiento, modificación y finalización de llamada. El grupo de trabajo MMUSIC [8] se encarga de desarrollar recomendaciones relacionadas con el soporte de conferencias y fue el encargado de desarrollar las aplicaciones utilizadas en la red MBONE. Uno de los objetivos del grupo consiste en desarrollar mecanismos para informar a los usuarios acerca de las sesiones existentes en la red, requisitos de los medios, direcciones, etc. En este sentido existen dos modos básicos de identificar y participar en sesiones multimedia:

- **Mecanismo de Anuncio.** Las sesiones son anunciadas mediante email, paginas web, grupos de noticias o bien mediante el protocolo de anuncio de sesiones (SAP) como sucede en la red MBONE.
- **Mecanismo de Invitación.** Los usuarios son, mediante invitación, informados por otros a participar mediante el protocolo de establecimiento de sesiones (SIP).

De entre ambos, SIP ha sido propuesto como un mecanismo genérico para el soporte de mecanismos de señalización del servicio de telefonía IP. SIP soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios
- Establecimiento de llamada
- Mantenimiento de llamada.

SIP es un protocolo basado en el modelo cliente-servidor. Los clientes SIP envían peticiones (*Requests Messages*) a un servidor, el cual una vez procesada contesta con una respuesta (*Response Messages*). Los terminales SIP pueden generar tanto peticiones como respuestas al estar formados por el denominado cliente del agente de usuario {UAC} y servidor del agente de usuario [UAS].

Los terminales SIP pueden establecer llamadas de voz directamente sin la intervención de elementos intermedios, al igual que en el caso de H.323. La Figura 6 muestra un ejemplo de conexión entre *user1* con dirección IP 172.16.10.1 y *user2* con dirección IP 172.16.1.2 mediante el envío de una petición *INVITE Request*, en la cual el *user1* indica al *user2* las capacidades de recepción de audio (codificación leyμ) y el puerto donde espera recibir dicho audio (port 12345). Al recibir la petición, el *user2* puede inmediatamente establecer el canal de voz y enviar la aceptación de conexión mediante el envío de *OK Response*, en la cual incluye la información complementaria para el establecimiento del canal opuesto (codificación GSM, puerto 54321 en nuestro ejemplo). Tras el intercambio de señal de audio, cualquiera de los participantes puede finalizar la llamada mediante el envío de mensaje *BYE Request* que debe ser asentido mediante un mensaje de confirmación (OK).

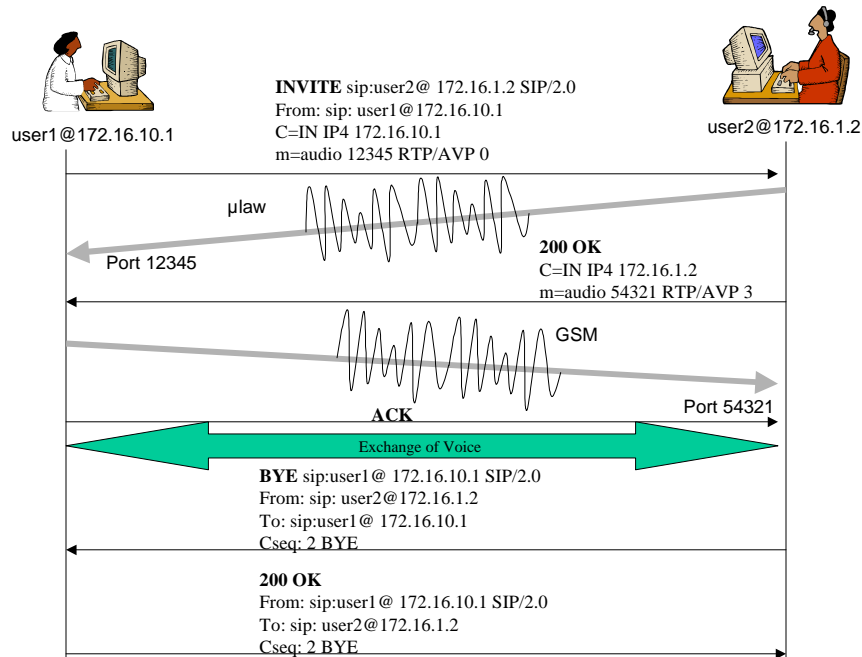


Figura 6: Establecimiento de llamada SIP

Los mensajes SIP son codificados utilizando la sintaxis de mensajes definidos en HTTP/1.1, [9] y el contenido de cada mensaje sigue las recomendaciones del protocolo de descripción de sesiones (SDP) [10], ampliamente utilizado en el contexto de MBONE para distribuir la información de sesiones.

Además de los terminales H.323 que representan teléfonos IP o pasarelas, la arquitectura SIP define cuatro tipos de servidores:

- ❑ **Servidor Proxy.** Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacía el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final. Para estos casos, existe un parámetro incluido en las peticiones/respuestas denominado *Via* que incluye los sistemas intermedios que han participado en el proceso de encaminamiento. Esto evita bucles y permite forzar que las respuestas sigan el mismo camino que las peticiones. Esto afecta únicamente a la información de control pues el transporte de medios, salvo en el caso de requerir transcodificación intermedia, se realiza directamente entre origen y destino.
- ❑ **Servidor de Redirección.** Realiza una función equivalente al servidor proxy, pero a diferencia de éste no progresa la llamada, sino que contesta a un INVITE con un mensaje de redirección, indicándole en el mismo como contactar con el destino.
- ❑ **Servidor de Registro.** Mantienen la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran. Este servidor facilita la movilidad de usuarios, al actualizar dinámicamente la misma.
- ❑ **Agente de Llamada (Call Agent).** Realiza las funciones de los tres servidores anteriores, además de poder realizar las siguientes acciones:
 - Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias localizaciones.
 - Implementar servicios de redirección como reenvío si ocupado, reenvío si no contesta, etc.

- Implementar filtrado de llamada en función del origen o del instante de la llamada.
- Almacenar información de administración de llamadas
- Realizar cualquier otra función de gestión.

Las direcciones SIP son identificadas mediante los denominados *URI (Uniform Resource Identifiers)* [11], que sigue la estructura *user@host*, donde *user* corresponde con un nombre, identificador o número telefónico y *host* es el dominio al que pertenece el usuario o dirección de red.

En la Figura 7 se muestra un ejemplo de interacción entre servidores SIP. En este ejemplo *david* desde su oficina (*company.es*) desea llamar al usuario *jmoreno* del dominio *upm.es*. Para ello envía una petición (*NOTIFY Request*) al servidor sip de su organización, el cual actúa como un servidor proxy y tras consultar el DNS, localiza el servidor *sip* del dominio *upm.es*, reenviándole la petición. Este servidor, que actúa como servidor de redirección, contesta a la petición indicándole que el usuario *jmoreno* se encuentra localizado en otro dominio (*uc3m.es*). El servidor *sip.company.es* progresa de nuevo la llamada hacia el servidor *sip* del dominio *uc3m.es*, quien ahora actúa como un Agente (Call Agent) y tras consultar la BD/DNS intenta localizar al usuario en el sistemas *host1.uc3m.es*. Tras un periodo de espera y al no contestar el usuario en dicho terminal, cancela la llamada e intenta localizar al usuario en *host2.uc3m.es*, quien ahora contesta. La aceptación de llamada progresa hasta el origen pasando por los servidores de redirección involucrados, momento en el cual origen y destino pueden establecer los canales de voz.

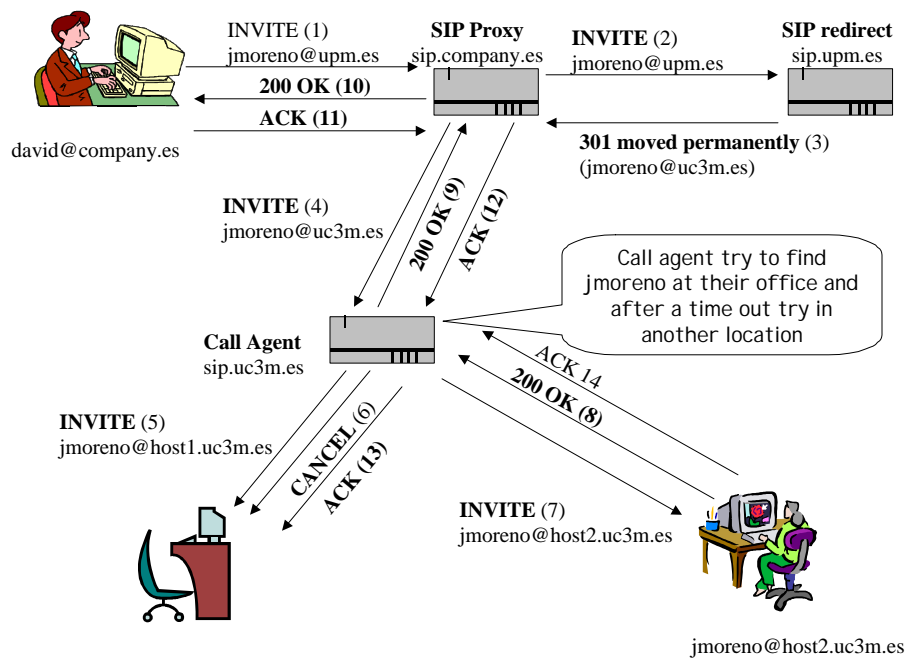


Figura 7: Ejemplo de Servidores SIP

La principal característica de SIP frente a H.323 es su simplicidad. Mientras H.323v1 necesita 5 o 6 intercambios de información entre los destinatarios antes de establecer una conexión, SIP requiere únicamente uno y puede ser transmitido por TCP o UDP. Estos aspectos fueron introducidos en la versión 2 y 3 del protocolo H.323.

4. VoIP en la red de transito: MEGACO y MGCP

H.323 y SIP se desarrollaron teniendo como objetivo el desarrollo de terminales que estuvieran directamente conectados a la red IP e intercambiaran tráfico de voz directamente entre sí o bien con terminales tradicionales (conectados a redes conmutadas) mediante el uso de pasarelas. El objetivo inicial de MEGACO fue la utilización de redes de paquetes como backbone para la transmisión de tráfico de voz originado por redes tradicionales. Los operadores tradicionales fueron uno de los que mayor interés han mostrado en esta propuesta, pensando en integrar progresivamente sus redes de telefonía basadas en conmutación de circuitos y sus redes de datos basadas en conmutación de paquetes en una red homogénea que transportará ambos tipos de tráfico (voz y datos) y que fuera transparente a los usuarios finales. MEGACO resuelve este problema dividiendo las pasarelas en tres entidades diferentes:

- ❑ **Controlador de Medios (Media Gateway Controller –MGC-)**, que proporciona la señalización H.323 o SIP y realiza el mapping entre la señalización de redes tradicionales y la redes de paquetes.
- ❑ **Pasarela de Medios (Media Gateway –MC-)**, que proporciona la adaptación de medios y/o las funciones de transcodificación. Este bloque realiza las funciones de traslación de direcciones, cancelación de eco, envío/recepción de dígitos DMTF, etc.
- ❑ **Pasarela de Señalización (SG)**, que proporciona funciones de mediación de señalización entre redes IP y SCN.

En un escenario habitual los tres elementos están físicamente separados de modo que pueden proporcionar ventajas como la concentración de muchos MG (conectados a usuarios finales) en algunos MGC controlados por un SG. La Figura 8 muestra la arquitectura de MEGACO.

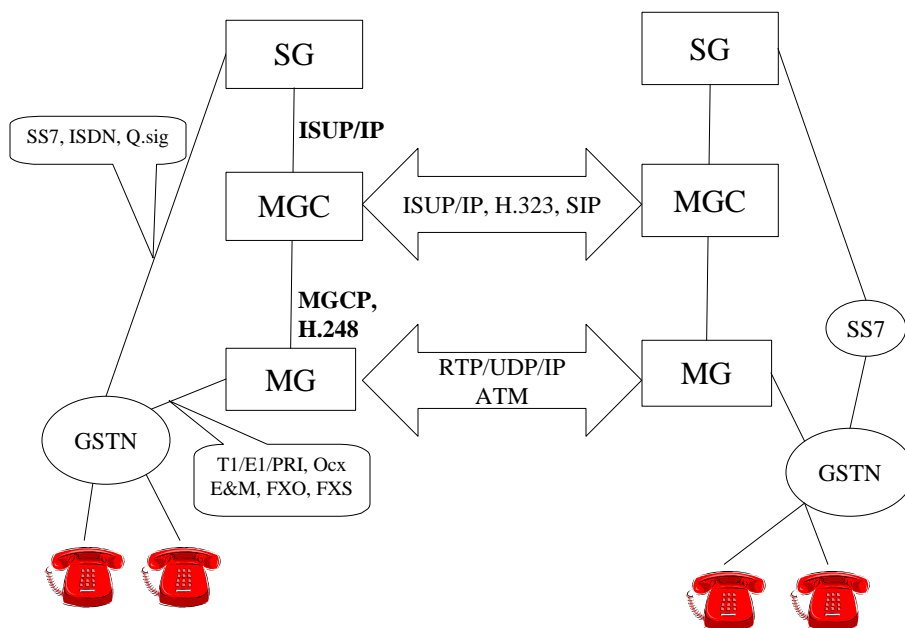


Figura 8: Arquitectura MEGACO

Media Gateway Control Protocol (MGCP) es un protocolo cliente/servidor que controla el intercambio de información entre MG y MGC. MGCP es el resultado de protocolos anteriormente propuestos y ha sido propuesto en distintos organismos de estandarización como el grupo de trabajo MEGACO del IETF [12], [13] y la ITU-T [14] donde se ha denominado H.248. MGCP utiliza a su vez el protocolo SDP para el intercambio de parámetros entre el MG y MGC (dirección IP, puerto UDP, codificadores a utilizar, etc.).

5. Redes Móviles de Tercera Generación: Hacia una Arquitectura “All-IP”

El Third Generation Partnership Project, 3GPP [15] tiene como objetivo la estandarización de sistemas móviles de tercera generación (3G) basados en la evolución del núcleo de red GSM y en tecnologías WCDMA en el acceso radio. A estos sistemas se les llama Sistemas de Telecomunicación Móvil Universal (UMTS) y los primeros sistemas comerciales se lanzarán al mercado durante el último trimestre del año 2000.

La primera fase de la especificación de UMTS finalizó a principios del año 2000 y el resultado se conoce con el nombre de *Release* 1999 (R99). El 3GPP continúa desarrollando especificaciones que definan la evolución de los sistemas UMTS. La *Release* 4 y la *Release* 5 (que está previsto finalizar en diciembre de 2001) son los siguientes pasos de esta evolución. En esta sección describimos brevemente la arquitectura UMTS R99 así como la evolución prevista y el papel que los protocolos relacionados con VoIP juegan en ella.

La arquitectura UMTS R99 [17] (Figura 9) es una arquitectura GSM/GPRS [23], [24] con una nueva red de acceso.

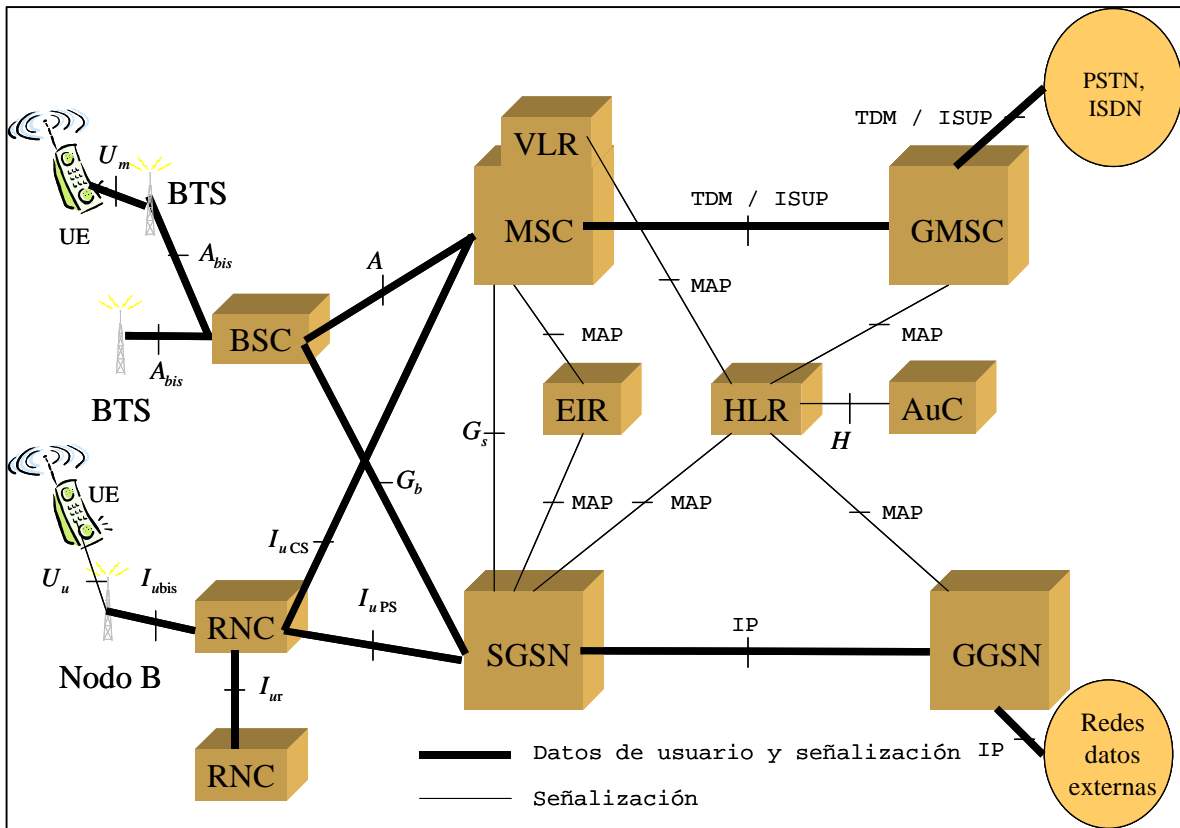


Figura 9: Arquitectura UMTS R99

En esta arquitectura, los RNCs (Radio Network Controller) y los Nodos B forman la red de acceso radio UMTS (UTRAN) mientras la red de acceso GSM basada en BTSs y BSCs pueden coexistir. Los MSCs y GMSCs forman el dominio de conmutación de circuitos (CC) y transportan el tráfico de voz. Los SGSNs y los GGSNs forman el dominio de conmutación de paquetes (CP) y transportan el tráfico de datos en modo paquete. El VLR, el HLR, el EIR, y el AuC, mantienen información sobre los usuarios. Los MSCs o GSNs los pueden interrogar utilizando el protocolo MAP (*Mobile Application Part*).

Por tanto, el núcleo de red UMTS está formado por dos redes, una de conmutación de circuitos (dominio CC) y una de conmutación de paquetes (dominio CP). Este diseño permite a los operadores de redes GSM/GPRS una fácil evolución hacia sistemas UMTS. Pero, en el futuro, estos sistemas tendrán un núcleo de red unificado basado en una red de conmutación de paquetes IP, tal como se indica en la Release 4 y 5 y quizá incluso, la evolución hacia la red IP incluya también la red de acceso, tal como se trabaja en distintos proyectos de investigación europeos [19]. Esto se conoce con el nombre de arquitectura “All-IP” [20]. La razón es que las redes de conmutación de paquetes son eficientes y capaces de transportar las diferentes clases de tráfico. Además, IP es un protocolo probado y que permite una fácil intercomunicación con Internet.

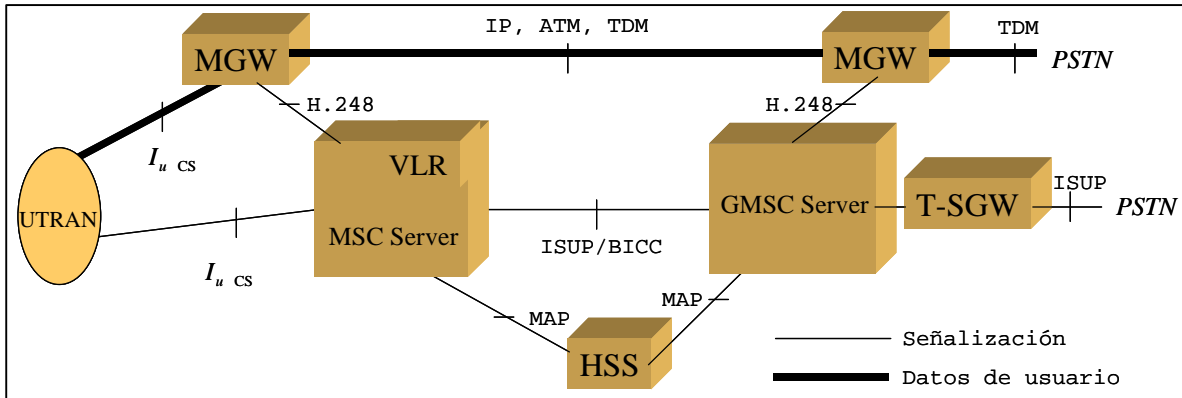


Figura 10: Dominio CC

En la Figura 10 se muestra la evolución prevista para el dominio CC de UMTS. Las MSCs se dividen en dos elementos, el MSC *server* y la MGW (*Media Gateway Function*). El MSC *server* es responsable del control de movilidad y de llamada, y termina la señalización usuario-red, traduciéndola a la señalización red-red apropiada. El control de llamada red-red (interfaz entre MSC *servers*) se realizará mediante señalización ISUP, o por una evolución de ISUP para control de llamada independiente de servicio portador (BICC).

La MGW es responsable del transporte de datos de usuario. El dominio CC es ahora independiente de la tecnología de transporte: VoIP (RTP/UDP/IP), VoATM (AAL2), y TDM, son opciones para el transporte de voz en este dominio. También hay diferentes opciones para el control del servicio portador, por ejemplo se puede usar H.245 si los datos de usuario se transportan mediante RTP. La interfaz entre el MSC *server* y la MGW usa el estándar H.248/MEGACO. La T-SGW (*Transport Signalling GateWay function*) se encarga de coger la información de señalización relacionada con llamadas procedentes de la PSTN y ponerla sobre el servicio portador empleado en el dominio CC (o viceversa). El HSS es equivalente al HLR de la UMTS R99, pero con información añadida sobre servicios IP multimedia.

Es interesante destacar que, independientemente de la tecnología de transporte empleada en el dominio CC, los terminales UMTS R99 van a poder utilizar los servicios del dominio CC. Cualquier nueva función de señalización es realizada por la red.

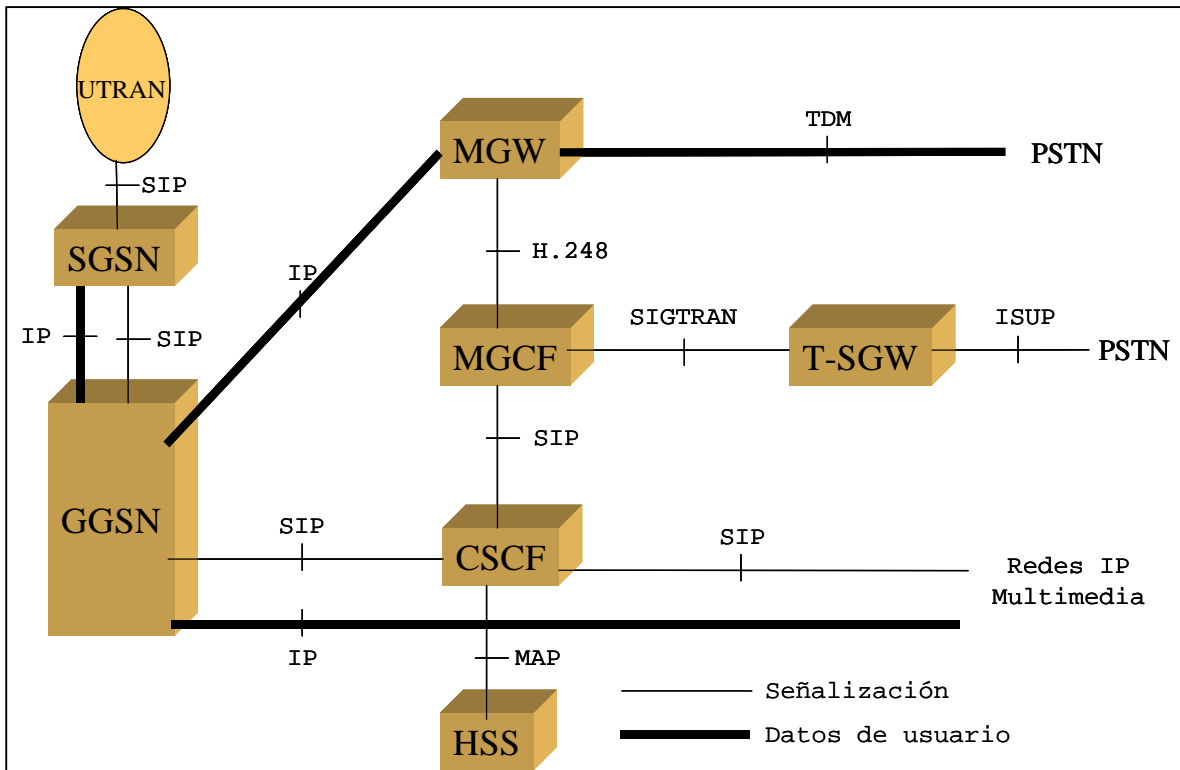


Figura 11: Dominio CP y subsistema IP multimedia

En la Figura 11 se muestra la evolución prevista para el dominio CP de UMTS. Al dominio CP se le añade un nuevo subsistema llamado IP Multimedia (IM), que contiene los siguientes elementos: la CSCF (Call State Control Function), la MGCF (Media Gateway Control Function), y la T-SGW. Este subsistema tiene como objetivo soportar servicios multimedia (por ejemplo, VoIP) en el dominio CP. La CSCF realiza encaminamiento (a nivel de aplicación) de llamadas entrantes, establecimiento y liberación de llamadas, manejo de direcciones, etc. La MGCF controla las MGWs usando H.248. También realiza conversión de protocolos entre ISUP (empleado en la PSTN) y el protocolo de control de llamadas empleado en el subsistema IM (*i.e.* SIP). La T-SGW se encarga de coger la información de señalización relacionada con llamadas procedentes de la PSTN, ponerla sobre el servicio portador IP (SIGTRAN) empleado en el subsistema IM, y enviarla hacia la MGCF (o viceversa).

Los terminales móviles que quieren usar los servicios IP Multimedia deben ser terminales IP con capacidad de señalización SIP. Se comunican con la CSCF para registrarse y para solicitar servicios.

6. Conclusiones

Los sistemas de señalización para el transporte de voz han evolucionado desde las redes basadas en conmutación de circuitos a redes basadas en conmutación de paquetes. Diferentes estándares han aparecido para tratar de solventar problemas de direccionamiento, control de admisión, interconexión con redes existentes, intercambio de capacidades, etc. Basados en la transmisión de VoIP y el tipo de usuarios, dos

diferentes escenarios han sido objeto de desarrollo por parte de los organismos de estandarización: usuarios directamente conectados a redes IP y operadores que utilizando la red IP como backbone interconectan usuarios tradicionales conectados a redes SCN. El primer escenario constituye el ámbito de aplicación de protocolos como H.323 y SIP, mientras el segundo escenario lo forma el ámbito de MEGACO y H.248. Actualmente existen operadores y empresas que utilizan estas tecnologías para ofrecer un servicio de transmisión de voz. Esta tendencia a sustituir las redes de conmutación de circuitos por redes de conmutación de paquetes se verá incrementada en los próximos años con la evolución de las redes móviles UMTS hacia la tecnología "ALL-IP", en la cual los servicios multimedia, y por tanto el servicio de transmisión de voz, serán transmitidos sobre redes bajo tecnología IP.

7. Referencias

- [1] Teldat web site. <http://www.teldat.es>
- [2] Cisco web site. <http://www.cisco.com>
- [3] Nortel web site. <http://www.nortel.com>
- [4] Specifications of Signalling System N° 7. CCITT Blue Book, fascicle VI.7, recommendations Q.701-Q.716, Q.721-Q.766, Q.771-Q.795. ITU, 1989.
- [5] RFC 1889. H.Shulzrinne, S.Castner, R.Frederick, V.Jacobson. RTP: A transport protocol for real time protocol.
- [6] ITU-T Recommendation H.323: "Packet-based Multimedia Communications Systems", November 2000
- [7] RFC2543. M.Handley, H.Shulzrinne, E.Schooler, E.Rosenberg. SIP: Session Initiation Protocol.
- [8] MMUSIC web site. <http://www.ietf.org/mmusic>
- [9] RFC 2068. R. Fielding and others. Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1
- [10] RFC 2327. 2327 M. Handley, V. Jacobson. SDP: Session Description Protocol.
- [11] RFC 2396. T.Berners-Lee, R.Fielding, Uniform Resource Identifiers (URI): generic syntax.
- [12] RFC2705. M. Arango et al, "Media Gateway Control Protocol (MGCP)".
- [13] RFC 3015. F. Cuervo, N. Greene, A. Rayhan et al, "Megaco Protocol Version 1.0"
- [14] ITU-T H.248: "Gateway Control Protocol", June 2000
- [15] 3GPP web site: <http://www.3gpp.org>.
- [16] 3GPP Technical Specification TS 23.002, v5.0.0: Network Architecture (Release 5). October, 2000.
- [17] 3GPP Technical Specification TS 23.002, v3.3.0: Network Architecture (Release 1999). March, 2000.
- [18] C. Bettstetter, H-J Vögel, J. Eberspächer; GSM Phase 2+, General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols, and Air Interface; IEEE Communications Surveys Vol. 2, No. 3, 1999.
- [19] MobyDick Project. <http://www.ist-mobydick.org/>
- [20] Lieve Bos, Suresh Leroy; Toward an All-IP-Based UMTS System Architecture; IEEE Network, Vol. 15, No. 1; 2001.

Jose Ignacio Moreno es Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid (1996) y trabaja como Profesor Titular de Ingeniería Telemática en la Universidad Carlos III de Madrid.

Ignacio Soto es Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por la Universidad de Vigo (2000) y trabaja como Profesor Ayudante en la Universidad Carlos III de Madrid.

David Larrabeiti, es Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid (1996) y trabaja como Profesor Titular de Ingeniería Telemática en la Universidad Carlos III de Madrid.