

**Recomendaciones Para el Desarrollo de Aplicaciones P2P
Utilizando el Protocolo SIP**

**ANEXO C
SEÑALIZACIÓN BASADA EN EL PROTOCOLO SIP EN
REDES DE 3G**



Wilson Yecit Ortiz Sánchez

Director: Ing. Javier Alexander Hurtado

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Línea de Investigación en Ingeniería de Sistemas Telemáticos
Popayán, Enero de 2007

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO C SEÑALIZACIÓN BASADA EN EL PROTOCOLO SIP EN REDES DE 3G ...	1
C1 PROTOCOLO SIP	1
ARQUITECTURA SIP	4
C3 COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA SIP	5
C3.1 Agente de Usuario SIP (UA)	5
C3.2 Servidor Proxy SIP	6
C3.3 Servidor de Redireccionamiento SIP	6
C3.4 Registro SIP	7
C3.5 Agente de Usuario Back to Back (B2BUA)	7
C4 MENSAJES SIP	7
C4.1 Solicitudes SIP	8
C4.2 Respuestas SIP	9
C4.3 Sintaxis de los Mensajes SIP	10
C4.4 Cabeceras y Campos SIP	10
C4.4.1 Línea de Inicio (Start Line)	10
C4.4.2 Encabezamiento general (General Header)	10
C4.4.3 Cuerpo del mensaje	13
C5 MODO DE OPERACIÓN SIP	13
C6 INTERACCIÓN DE ENTIDADES	14
C6.1 Establecimiento de una Sesión y su Terminación	15
C6.2 Redirección de Llamada	16
C6.3 Estableciendo una Sesión a Traves de Servidores Proxy	17
C7 PROTOCOLOS DE SOPORTE	22
C7.1 Protocolo de Control de Pasarela de Medios (MGCP)	23
C7.2 RTP y RTCP (Protocolo de Transporte en Tiempo real y Protocolo de Control en Tiempo Real)	24
C7.3 Protocolo de Flujos en Tiempo Real (RTSP)	24
C7.4 Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP)	24
C7.5 Protocolo de Descripción de Sesión (SDP)	25
C7.6 Protocolo de Anuncio de Sesión (SAP)	26
C8 SUBSISTEMA MULTIMEDIA DE INTERNET (IMS)	26
C8.1 La Arquitectura IMS	27
C8.2 Funciones de IMS	28
C8.3 Lo esencial de IMS y SIP	29
C9 EJEMPLOS DE APLICACIONES SIP	30

C9.1 Presione para Hablar.....	31
C9.2 Video Compartido.....	31
C9.3 Compartir Contenidos.....	31
C9.4 Presencia	31
C9.5 Mensajería	32
C9.6 Voz Sobre IP	32
C9.7 Llamada Rica	32
C9.8 Aplicaciones SIP Tripartidas.....	32
BIBLIOGRAFÍA	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura SIP.	5
Figura 2. Sintaxis general de las peticiones y respuestas SIP.	13
Figura 3. Establecimiento y terminación de una sesión.	15
Figura 4. Redirección de llamada utilizando un servidor de redirección.	16
Figura 5. Escenario de establecimiento de una sesión con un Proxy SIP.	18
Figura 6. Establecimiento de una sesión entre clientes del mismo dominio.	20
Figura 7. Establecimiento de una sesión SIP entre clientes de diferentes dominios.	21
Figura 8. Arquitectura multimedia del IETF.	23
Figura 9. Arquitectura del sistema IMS.	27
Figura 10. Establecimiento de una sesión con IMS.	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos SIP	8
Tabla 2. Clases y mensajes de respuesta SIP.	10

ANEXO C SEÑALIZACIÓN BASADA EN EL PROTOCOLO SIP EN REDES DE 3G

C1 PROTOCOLO SIP

SIP es un protocolo de control de la capa de aplicación que puede establecer, modificar y terminar sesiones multimedia con uno o más participantes. En estas sesiones se pueden desarrollar comunicaciones de voz, conferencias multimedia, intercambio de medios o contenidos y juegos (el establecimiento de una sesión de comunicación con SIP también se le sigue denominando "llamada" por consiguiente en este documento se utilizarán ambos términos indistintamente). SIP aumenta el control de la comunicación al usuario, trasladando el control de la aplicación al punto terminal, como lo hace HTTP, eliminando así la necesidad de funciones centrales de conmutación, esto permite que una o más personas puedan adicionar un nuevo individuo o cancelar una solicitud de adición a la sesión, al igual que las conferencias multicast. Los medios pueden ser adicionados (o removidos) a la sesión existente siempre y cuando exista el soporte en los equipos terminales. [1]

Además de los servicios tradicionales como la transmisión de voz, video y compartir contenidos, SIP soporta nuevas características, nuevos tipos de servicios y la creación de servicios a partir de los existentes. Entre los cuales aparece un tipo de "reenvío de llamada" que permite a los usuarios especificar su ubicación actual y las llamadas entrantes le serán reenviadas a ese destino pudiéndose elegir como destino el "correo de voz" o cualquier máquina contestadora. Una nueva característica de servicio es la posibilidad de responder a una llamada con un tipo de medio distinto; esto permite que una secuencia de voz entrante sea respondida con una página Web. También existe la

posibilidad para un usuario estar disponible en varios equipos terminales y responder desde el mas conveniente y acorde a sus necesidades y soporte tecnológico. Asimismo SIP soporta transparentemente el mapeo de nombres y la redirección de servicios lo cual permite la movilidad personal, los usuarios pueden mantener un solo identificador de visibilidad externa sin tener en cuenta la red utilizada. Un servicio que presenta un gran potencial es el de presencia el cual permite conocer el estado de un usuario en particular, pudiendo presentarse como disponible, no disponible, ocupado, etc. Este estado permite a un usuario elegir como desea ser visualizado por otros usuarios, pudiendo ser de forma global (para todos los usuario) o de forma grupal estando disponible solo para ciertos grupos de contactos elegidos.

Adicionalmente SIP utiliza MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensión, Extensión de Correo de Internet Multipropósito*) para la descripción de contenidos, lo que permite transmitir datos y aplicaciones junto a la llamada de voz, haciendo fácil el envío de tarjetas, fotos, archivos MP3, información codificada, etc. durante una sesión. [2] [3] [4]

SIP fue modelado a partir de protocolos de Internet basados en texto, como SMTP (correo electrónico) y HTTP (páginas Web), su RFC es la 3261 y es un estándar del IETF. SIP es únicamente un protocolo de señalización y no interviene en el transporte, su ámbito de aplicación va mucho más allá de la VozIP, proporciona escalabilidad, flexibilidad y facilita la creación de nuevos servicios y aplicaciones al incorporar los beneficios de la arquitectura Web a la Telefonía IP.

Las características que presenta el protocolo SIP pueden ser resumidas en:

- Gestión de participantes: Durante una llamada, las partes pueden añadir nuevos participantes a la llamada o comunicación, así como cancelar participantes de la misma en cualquier momento.
- Cambio de parámetros durante la sesión: Se admite que los participantes de una comunicación cambien los parámetros y características que fueron establecidos al

inicio de la misma, por ejemplo, el paso de una sesión de voz a una de audio y texto o vídeo, durante la primera.

- Diferentes formatos de respuesta: SIP permite responder una invitación a una sesión con un formato diferente al solicitado, por ejemplo, un usuario puede responder una llamada de voz con una página Web con los números alternativos de contacto.
- Direccionamiento de Internet: SIP utiliza el mismo formato de direcciones de Internet, para los nombres y para las direcciones IP, por ejemplo, sip:nombre_usuario@nombredominio.com
- Protocolo encapsulado en texto: La utilización de texto plano para la implementación de los mensajes SIP, permite una integración en aplicaciones Web más simples, facilidad de diagnóstico y control de errores.
- Terminales inteligentes multi-funcionales: SIP implementa en cada uno de los dispositivos participantes una comunicación con un elevado grado de inteligencia. Dicha implementación puede estar tanto en terminales telefónicos (llamados teléfonos IP), ordenadores personales (PCs), asistentes personales inalámbricos (wi-fi PDAs) u otros dispositivos de comunicación, como por ejemplo los teléfonos 3G (UMTS).

Para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia SIP soporta cinco elementos funcionales que son:

- Localización de usuarios. SIP encuentra al usuario llamado en el dispositivo correspondiente de la red, y establece la conexión incluso cuando la identificación del dispositivo (dirección IP) es dinámica o compartida.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales. No sólo se encarga de establecer la llamada en sí con el destinatario sino que además negocia las funcionalidades (aplicaciones) que estarán disponibles durante la sesión entre los terminales.

- Disponibilidad de usuarios. Determina si el destinatario de la llamada está disponible y en caso afirmativo, si acepta o no la llamada. En caso de no disponibilidad o aceptar, SIP admite la toma de acciones definidas por las aplicaciones de control o de usuario.
- Establecimiento de llamada. Timbrado y establecimiento de los parámetros de la llamada en ambos terminales de la comunicación.
- Mantenimiento de llamada. Transferencia y terminación de las llamadas

ARQUITECTURA SIP

La arquitectura de SIP es escalable, flexible, distribuida y muy similar a HTTP (protocolo cliente / servidor). Las peticiones son generadas por el cliente o cliente del agente de usuario (UAC) y enviadas al servidor o servidor del agente de usuario (UAS), el servidor procesa las solicitudes y envía una respuesta al cliente. Las funcionalidades tales como Proxy, redirección, locación y registro pueden residir en un único servidor o en varios servidores distribuidos permitiendo incorporar nuevas funciones o procesos sin afectar los demás componentes. El protocolo conserva información de estado en los extremos, permitiendo recuperarse de fallas en alguno de los componentes. La escalabilidad y redundancia se logra bajo el paradigma de N+1 lo que hace innecesario un control. La movilidad del usuario se soporta a través de solicitudes de redirección o vía Proxy a la localización actual del usuario. [2] [5] [6]

SIP provee confiabilidad que no depende de TCP si no del protocolo de Descripción de Sesión (SDP) utilizado para transmitir la negociación de identificación de codificadores.

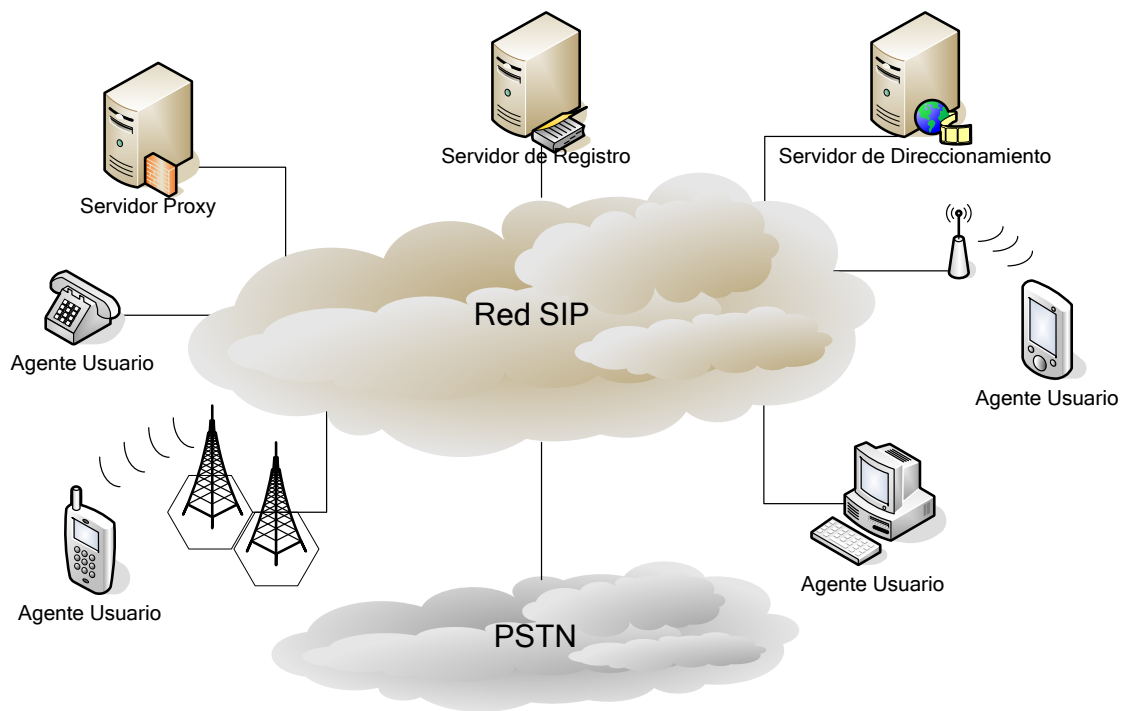


Figura 1. Arquitectura SIP.

C3 COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA SIP

La figura 1 muestra la arquitectura SIP, esta se compone de cinco tipos de entidades lógicas. Cada entidad tiene una función específica y participa en la comunicación ya sea enviando solicitudes, respondiendo a solicitudes o ambas funciones. Un sistema puede tener en funcionamiento la funcionalidad de varias entidades lógicas SIP. Por ejemplo, un servidor de red puede estar trabajando como un servidor Proxy y al mismo tiempo realizar la función de registro. [7]

C3.1 Agente de Usuario SIP (UA)

El Agente de Usuario es el software SIP en el punto terminal o estación terminal. Funciona como cliente (UAC) cuando hace las peticiones de inicio de sesión, y también actúa como un servidor (UAS) cuando responde a las peticiones de sesión. El Agente de Usuario es “inteligente”, en el sentido que almacena y administra el estado de la llamada. El Agente de Usuario establece las llamadas usando una dirección parecida a

las de correo electrónico, o un número telefónico. Por ejemplo: SIP:usuario@servidor.universidad.edu. Esto hace que las URL de SIP sean fáciles de asociar con la dirección de correo electrónico del usuario. Los Agentes de Usuario pueden aceptar y recibir llamadas de otros Agentes de Usuario. Algunos dispositivos que pueden tener la función de Agentes de Usuario en una red SIP son las estaciones de trabajo (PC), teléfonos IP, pasarelas de telefonía, agentes de llamada y los servicios de respuesta automatizada.

C3.2 Servidor Proxy SIP

Un tipo de servidor intermedio es el Servidor Proxy SIP. Los Servidores Proxy reenvían peticiones desde el Agente de Usuario hacia el siguiente Servidor SIP, y retienen la información por cuestiones de contabilidad o facturación. Adicionalmente, el Servidor Proxy SIP puede operar en forma constante (como un circuito) o dependiente de la conexión (vía TCP). El Servidor constante SIP puede dirigir las llamadas entrantes hacia diversas extensiones que están activas a la vez y la primera en responder tomará la llamada (a esto se le denomina dirección compartida). Esta capacidad significa que se puede especificar el teléfono SIP en el escritorio, el teléfono móvil SIP y la aplicación de videoconferencia en casa de tipo SIP y todos esos aparatos “sonarían” cuando llegue una llamada que está tratando de localizar al usuario, de tal forma que al contestar en cualquiera de esos medios se inicia la comunicación y los otros dispositivos dejan de sonar. Los Servidores Proxy SIP pueden usar varios métodos para intentar resolver la dirección destino solicitada, incluyendo búsquedas en el DNS, en bases de datos o relevando la labor hacia el siguiente Servidor Proxy.[8]

C3.3 Servidor de Redireccionamiento SIP

La función de este servidor es responder a la resolución de nombres y la ubicación del usuario. El Servidor de Redireccionamiento responde a las peticiones de los Agentes de Usuario proporcionando la información acerca de la dirección del servidor requerido, de tal forma que el cliente puede contactar la dirección puntualmente.

C3.4 Registro SIP

El Registro SIP da un servicio de información de ubicación; recibe información del Agente de Usuario y la almacena para proporcionarla a otros Agentes de Usuario.

C3.5 Agente de Usuario Back to Back (B2BUA)

Un B2BUA es una entidad lógica que recibe una solicitud, la procesa como lo hace un Servidor de Agente de Usuario y determina cómo debe contestarse a la solicitud, actuando como un Cliente de Agente de Usuario. Un B2BUA debe mantener el estado de la llamada y debe participar activamente enviando solicitudes y respuestas en diálogos en los cuales se encuentre involucrado. El B2BUA tiene un control más relacionado con la llamada que un Proxy, por ejemplo: a diferencia de esta entidad, un Proxy no puede desconectar una llamada o alterar mensajes.

Como resultado de esta arquitectura, la dirección SIP del usuario remoto siempre es la misma (por ejemplo: *sip:usuario@servidor.universidad.edu*) pero en lugar de estar vinculada a una dirección estática se comporta como una dinámica que refleja la ubicación de usuario en la actualidad.

Otro resultado de la arquitectura SIP es la manera natural en la que se adapta a un ambiente de colaboración ya que permite el uso de varios tipos de datos, aplicaciones, multimedia, etc, con una o más personas. [9]

C4 MENSAJES SIP

SIP tiene dos tipos de mensajes: solicitudes (*Request Messages*) y respuestas (*Response Messages*). El mensaje de solicitud es emitido desde el cliente al servidor y las respuestas son emitidas en sentido contrario. Para elaborar los mensajes de solicitud y respuesta se hace uso de métodos de solicitud y respuesta, los cuales viajan en cabeceras definidas para la comunicación. Una solicitud y su respuesta conforman una transacción. El diseño de SIP contempla la definición progresiva de nuevos tipos

de transacciones, complementarios a los tipos básicos definidos en la especificación inicial, de modo que se pueden añadir nuevos servicios cuya gestión es transparente para los servidores que no los implementan.

C4.1 Solicitudes SIP

SIP define un número de métodos de solicitud (también se les suele llamar peticiones) con los cuales los agentes de usuario pueden solicitar acciones específicas a los servidores. En la tabla 1 se especifican los métodos de solicitud SIP.

METODO	DESCRIPCIÓN
INVITE	Invita a un usuario a una sesión
BYE	Termina una conexión entre dos terminales
ACK	Confirmación, permite un intercambio confiable de mensajes.
OPTIONS	Permite solicitar información sobre las capacidades o características de la llamada
REGISTER	Entrega información sobre la localización del usuario al servidor de registro SIP
CANCEL	Para terminar la búsqueda de un usuario en una invitación
INFO	Transporte de información en llamada
PRACK	Reconocimiento Provisional
COMET	Notificación de precondición
REFER	Transferencia a otra URL
SUSCRIBE	Requerir notificación de Evento
UNSUBSCRIBE	Cancelar notificación de Evento
NOTIFY	Notificación de Evento
MESSAGE	Mensaje Instantáneo

Tabla 1. Métodos SIP

Los métodos INVITE y ACK manejados en SIP permiten abrir un canal confiable sobre el cual los mensajes de control de la llamada pueden viajar.

C4.2 Respuestas SIP

Los mensajes de respuesta son códigos numéricos con los que un UA responde a una solicitud recibida. Se encuentran clasificados en seis grupos: 1xx, 2xx, 3xx, 4xx, 5xx y 6xx, y cada grupo maneja un tipo de situaciones en particular. Igualmente las respuestas pueden ser de dos tipos: provisionales o finales. Las provisionales son usadas por un servidor para indicar progreso, es decir avisan en que punto va la solicitud realizada por el Agente de Usuario. Estos mensajes de respuesta corresponden a los mensajes de la clase 1xx. Los mensajes finales terminan las transacciones SIP y corresponden a los mensajes de las clases 2xx, 3xx, 4xx, 5xx y 6xx. La tabla 2 especifica las clases de mensajes de respuesta SIP. [10]

RESPUESTA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
1XX	Información provisional	100 Intentando 180 Timbrando 181 La llamada se está retransmitiendo 182 La llamada está en cola
2XX	Éxito	200 Confirmación 201 Aceptación
3XX	Redirección	300 Varias posibilidades 301 Traslado permanente 302 Traslado provisional
4XX	Error de cliente	400 Solicitud incorrecta 401 no autorizado 402 Ampliación incorrecta 403 Prohibido 404 No encontrado 480 No disponible temporalmente 482 Bucle detectado 484 Dirección incompleta
5XX	Falla de servidor	500 Error interno del servidor 501 No realizado 502 Pasarela no valida 503 Servicio no disponible 505 Versión no admitida
6XX	Falla global	600 Ocupado 604 No existe 606 Inaceptable

Tabla 2. Clases y mensajes de respuesta SIP.

C4.3 Sintaxis de los Mensajes SIP

Los mensajes SIP de solicitud y respuesta comparten una sintaxis muy similar a la de las peticiones y respuestas HTTP. Cada mensaje SIP contiene una línea de comienzo (*Start line*), unas cabeceras y un cuerpo, los dos últimos separados por una línea en blanco. El contenido del cuerpo es libre y, por definición, queda fuera del ámbito del protocolo SIP. Los campos de cabecera con múltiples valores se pueden especificar en una sola línea de valores separados por comas. Para todos los nombres de campos y parte del resto de los elementos, la sintaxis no distingue mayúsculas y minúsculas. Se puede incluir espacios libremente, excepto en la primera línea.

La primera línea de la cabecera indica el tipo de solicitud o respuesta. Las cinco cabeceras *Via*, *From*, *To*, *Call-ID*, y *CSeq* están presentes en todos los mensajes e identifican de forma unívoca cada mensaje dentro de cada llamada.

C4.4 Cabeceras y Campos SIP

Las cabeceras de los mensajes de solicitud y respuesta contienen campos similares, campos también llamados atributos y que proporcionan información adicional acerca del mensaje. Las cabeceras y campos se describen a continuación.

C4.4.1 Línea de Inicio (Start Line)

Cada mensaje SIP empieza con una Línea de inicio. Esta lleva el tipo de mensaje (tipo de requerimiento en las peticiones, y código de respuesta en las respuestas) y la versión de SIP.

Por ejemplo: <INVITE SP sip:pedro@teleinfo.com.ar SP SIP/2.0 CRLF>.

C4.4.2 Encabezamiento general (General Header)

Contiene los campos del encabezado SIP. Estos campos llevan los atributos del mensaje que proporcionan información adicional sobre el mensaje. Son similares en

sintaxis y semántica a las cabeceras de http y siempre mantienen el siguiente formato: <nombre>:<valor>.

Contiene los siguientes campos:

Call-ID: Se genera en cada llamada para identificar la misma. Actúa como identificador único para agrupar una serie de mensajes. Debe ser el mismo para todas las solicitudes y respuestas enviadas por un UA en un diálogo.

Cseq: Se inicia en un número aleatorio e identifica en forma secuencial a cada solicitud. Por ejemplo: <Cseq: 1234 Invite>

From: Se encuentra presente en toda solicitud y respuesta. Es la dirección del origen de la llamada. Por ejemplo: <From: "MyName" <sip:myaccount@company.com>>

To: Se encuentra presente en toda solicitud y respuesta. Es la dirección del destino de la llamada. El "tag" es usado cuando el mismo destino designa a varios puntos finales. Por ejemplo: <To: "Helpdesk" <sip:helpdesk@company.com;tag=287447>>

Via: Sirve para recordar la ruta del solicitante; por ello cada proxy en la ruta añade una línea de vía. Por ejemplo: <Via:SIP/2.0/UDP PXY1.provider.com; received 10.0.03>

Encryption: Identifica un mensaje que ha sido encriptado para seguridad (proceso descrito en SDP; es del tipo MD5). Por ejemplo: <Encryption: PGP versión=2.6.2, encoding=ascii>.

Max-Forwards: Sirve para limitar el número máximo de "saltos" que puede realizar una solicitud antes de llegar a su destino. Este es básicamente un entero que se decrementa con cada salto realizado. Por lo general el valor escogido es el de 70. Este número es suficientemente grande como para garantizar que una solicitud no se dejaría caer en cualquier red SIP sin haber alcanzado su destino, pero no tan grande como para mantenerse prolongadamente en la red consumiendo recursos.

Request-URI: indica la dirección del destinatario actual del mensaje.

Contact: El campo de cabecera de Contacto proporciona una SIP URI que puede usarse para contactar esa instancia específica del Agente de Usuario en futuras solicitudes.

Además del encabezado general se pueden transportar campos adicionales. Por ejemplo: *Expire* que indica el tiempo de validez de un registro y *Priority* indica la prioridad del mensaje.

Las cabeceras pueden ocupar múltiples líneas. Algunas cabeceras SIP como *Via* o *Contacto* puede aparecer múltiples veces en un mensaje o, alternativamente, pueden tomar múltiples valores separados por comas en una sola ocurrencia de la cabecera.

Una solicitud SIP valida debe por lo menos contener los campos *To*, *From*, *Cseq*, *Call-ID*, *Via* y *Max-Forwards* ya que son necesarios para garantizar la comunicación.

Para el tratamiento de los mensajes SIP, los mensajes de solicitud contienen en el campo *Via* la lista de equipos que componen la ruta seguida, del mismo modo que las respuestas contienen la ruta de retorno. Por ello los servidores SIP no tienen por qué mantener el estado durante las llamadas. Con este procedimiento, es además posible que diferentes pares peticiones/respuestas de una misma llamada puedan tomar rutas distintas, de modo que se puede recurrir a servidores de respaldo en caso de caída de servidores principales. En la figura 2 se representa el formato de un mensaje SIP. [5]

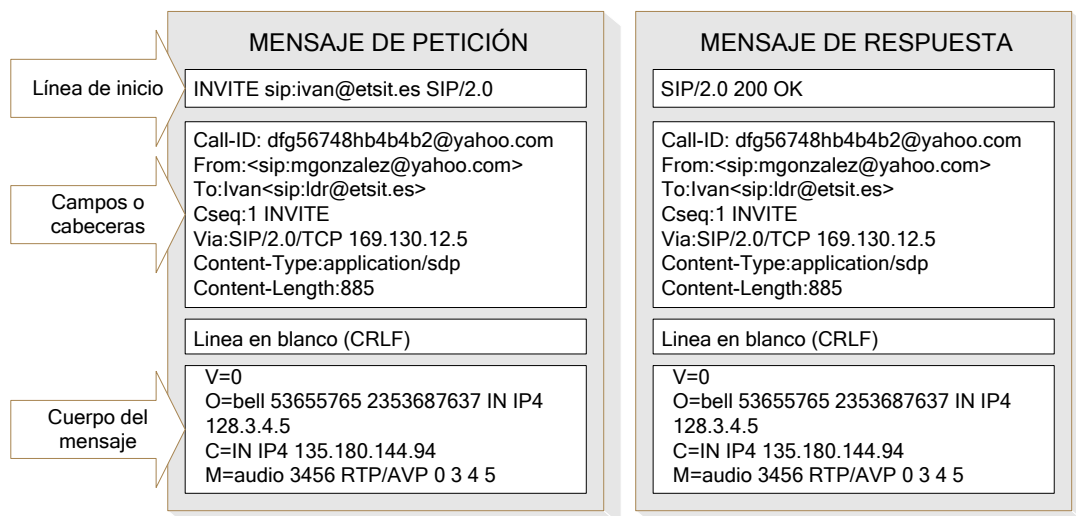


Figura 2. Sintaxis general de las peticiones y respuestas SIP.

C4.4.3 Cuerpo del mensaje

Se usa para describir la sesión a ser iniciada (por ejemplo, en una sesión multimedia este puede incluir los tipos de codecs de audio y video y las tasas de muestreo), o alternativamente puede usarse para contener datos textuales o binarios que se relacionan de alguna manera con la sesión. El cuerpo del mensaje puede aparecer en los mensajes de solicitud y de respuesta.

Los posibles tipos del cuerpo incluyen:

SDP: Protocolo de Descripción de Sesión (SDP)

Extensiones de Correo de Internet Multipropósito (MIME)

Otras que son definidas por el IETF y en implementaciones específicas.

C5 MODO DE OPERACIÓN SIP

Los Llamantes y los llamados son identificados por direcciones SIP. Cuando se hace una llamada SIP, el que llama necesita primero localizar el servidor apropiado y le envía una solicitud. El que llama puede alcanzar directamente al llamado o indirectamente a través de servidores de redirección. Un campo en la cabecera (Call ID) del mensaje SIP identifica las llamadas de esa comunicación. A continuación se explica el modo de operación del estándar SIP.

Identificación de direcciones en SIP. Los servidores SIP son identificados por una URL SIP que es de la forma sip:username@host. Una dirección SIP puede designar a un individuo o a un grupo entero (dirección compartida).

Localización de un servidor IP. El cliente puede enviar su solicitud a un servidor Proxy SIP o puede enviarla directamente a la dirección IP y puerto correspondientes al identificador de solicitudes uniforme URI (Uniform Request Identifier).

Transacción SIP. Una vez que el solicitante identifica a un servidor SIP, puede enviar las solicitudes a ese servidor. Las solicitudes pueden ser enviadas a través de los protocolos TCP o UDP.

Invitación SIP. Una invitación satisfactoria consiste de dos peticiones: un INVITE seguido de un ACK. La solicitud INVITE pregunta por el deseo de unirse a una conferencia particular o establecer una conversación de dos participantes. Después de que el usuario llamado haya aceptado participar en la llamada, al que llama se le confirma esta aceptación recibiendo el mensaje ACK. La solicitud INVITE contiene una descripción de sesión que provee a la parte llamada con suficiente información para unirse a la sesión. Cuando el llamado acepta la llamada, este responde a la invitación retornando una descripción de sesión similar.

Localización de un Usuario. La persona llamada puede cambiar su localización con el tiempo. Estas localizaciones pueden ser dinámicamente registradas con el servidor SIP. Cuando el servidor SIP es consultado sobre la localización del que se desea llamar, retorna una lista de las posibles localizaciones. Un servidor de localizaciones en un sistema SIP realmente es el que genera la lista y se la pasa al servidor SIP.

Cambio de una Sesión Existente. Algunas veces se necesita cambiar los parámetros de una sesión existente. Esto es hecho reenviando el mensaje INVITE con el mismo *Call ID* pero con un nuevo cuerpo que contendrá la nueva información. [2]

C6 INTERACCIÓN DE ENTIDADES

A continuación se describe la interacción de las diferentes entidades SIP en diferentes escenarios de inicio de sesión SIP.

C6.1 Establecimiento de una Sesión y su Terminación

La figura 3 muestra la interacción entre dos Agentes de Usuario durante el establecimiento y terminación de una sesión.



Figura 3. Establecimiento y terminación de una sesión.

El flujo de mensajes que da lugar al establecimiento y terminación de esta sesión es el siguiente:

Iniciando la sesión

- El Agente de Usuario 1 (UA1) envía un mensaje de invitación a la dirección: sip:usuario2@dom.com. Este mensaje también contiene un paquete SDP que describe las capacidades de los medios disponibles en el terminal llamante (UA1).
- El Agente de Usuario 2 (UA2) recibe la solicitud e inmediatamente responde con un mensaje de respuesta 100 (intentando).
- UA2 inicia a “timbrar” para informar al usuario 2 de la nueva llamada. Simultáneamente un mensaje 180 (timbrando) es enviado al UA1.
- UA2 envía un mensaje de estado de llamada 182 (La llamada está en cola) para reportar que la llamada está en cola detrás de dos llamadas.

- UA2 envía un mensaje de estado de llamada 182 (La llamada está en cola) para reportar que la llamada está en cola detrás de una llamada.
- El usuario 2 acepta la llamada y el UA2 envía un mensaje 200 (OK) al llamante UA. Este mensaje también contiene un paquete SDP que describe las capacidades de los medios de comunicación del equipo terminal del usuario 2.
- El UA1 envía una solicitud ACK para confirmar la respuesta 200 (OK) que fue recibida.

Terminación de la sesión

- El llamante (UA1) decide finalizar la llamada y “cuelga”. Como resultado el UA1 envía una solicitud BYE al UA2.
- El UA2 responde con un mensaje 200 (OK) y notifica al usuario 2 que la sesión ha terminado.

C6.2 Redirección de Llamada

La figura 4 muestra un escenario donde se presenta una redirección de llamada.

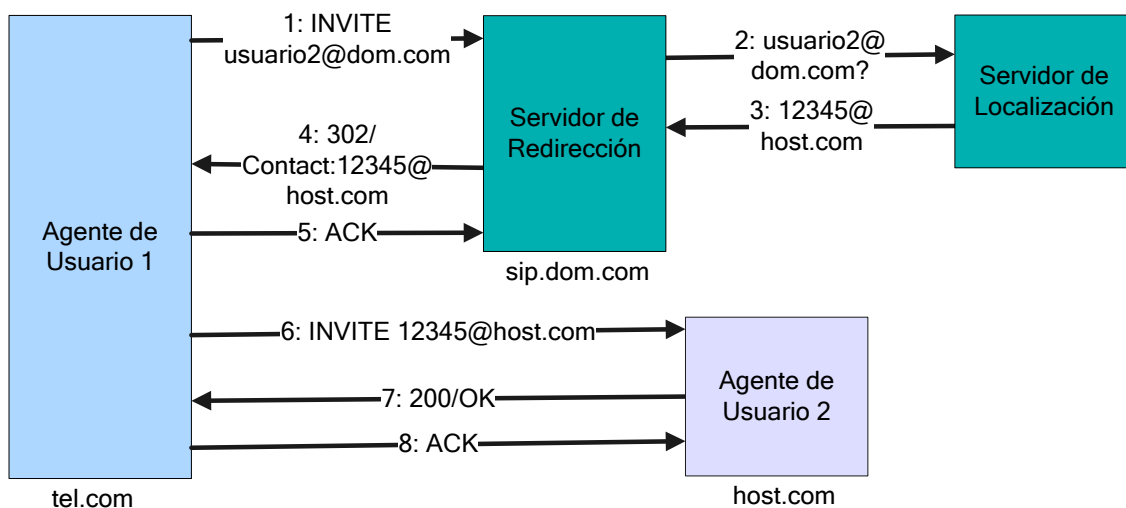


Figura 4. Redirección de llamada utilizando un servidor de redirección.

- El UA1 envía un mensaje SIP INVITE a usuario2@dom.com, pero al intentar encontrar la dirección, se encuentra con el servidor de redirección sip.dom.com en su camino de señalización.
- El servidor de redirección busca la localización actual de UA2 en un Servidor de Localización. Para esto utiliza un protocolo diferente a SIP (por ejemplo LDAP, Lightweight Directory Access Protocol)
- El servidor de Localización retorna la localización actual de UA2, esta es: 12345@host.com.
- El servidor de Localización retorna la dirección de UA2 usando una respuesta 302 (Traslado provisional).
- El UA1 envía un mensaje de ACK al servidor de redirección.
- El UA1 continua la llamada enviando una nueva solicitud INVITE directamente a 12345@host.com.
- El UA2 notifica al usuario2 de la llamada y cuando este “acepta” la llamada. Una respuesta 200 (OK) es enviada al UA1.

C6.3 Estableciendo una Sesión a Traves de Servidores Proxy

La figura 5 muestra el establecimiento de una sesión entre dos Agentes de Usuario mediante la asistencia de un Servidor Proxy que sirve de intermediario.

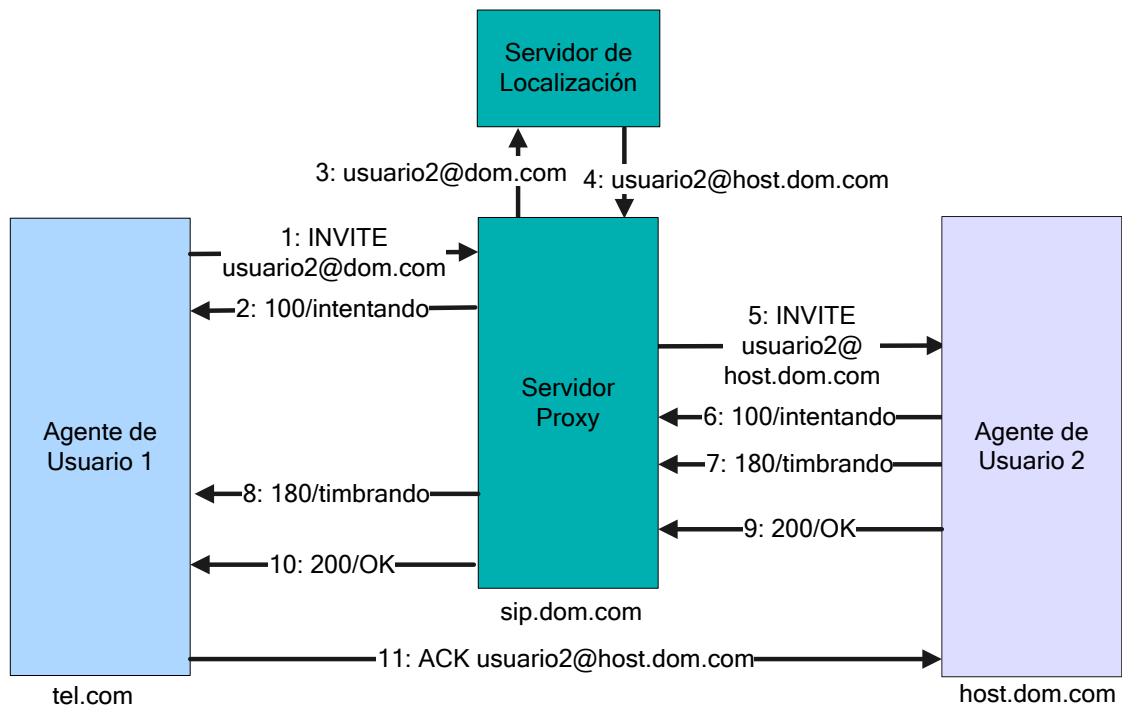


Figura 5. Escenario de establecimiento de una sesión con un Proxy SIP.

- El UA1 envía un mensaje SIP INVITE a usuario2@dom.com, pero al intentar encontrar la dirección, se encuentra con el Servidor Proxy sip.dom.com en su camino de señalización.
- El servidor Proxy inmediatamente responde con una respuesta provisional 100 (intentando).
- El servidor Proxy busca la dirección actual del usuario 2 en un Servidor de Localización.
- El servicio de localización retorna la localización actual del usuario 2, su dirección es: usuario2@host.dom.com.
- El Servidor Proxy decide “manejar” la llamada y crea un nuevo mensaje INVITE basado en el mensaje de invitación original, pero con la el campo Request-URI en

la línea de inicio cambiado por usuario2@host.dom.com. El servidor Proxy envía esta solicitud a UA2.

- El UA2 responde primero con un mensaje 100 (intentando).
- Luego el UA2 responde con un mensaje 180 (timbrando).
- El servidor Proxy reenvía la respuesta 180 hacia el UA1.
- Cuando la llamada es aceptada por el usuario 2, el UA2 envía una respuesta 200 (OK). En este mensaje el UA2 inserta una cabecera de Contacto en la respuesta con el valor de usuario2@host.dom.com. Luego de completarse el establecimiento de la sesión, la comunicación se realizará directamente entre Agentes de Usuario y no a traves del Servidor Proxy.
- El Servidor Proxy reenvía la respuesta 200 (OK) al UA llamante.
- El UA llamante envía un ACK directamente al UA2 (según la cabecera de Contacto encontrada en la respuesta 200). [4] [7]

En los casos en los cuales la señalización debe viajar por mas de un Servidor Proxy para completar el establecimiento de una sesión, se realiza un proceso repetitivo donde los nuevos mensajes de invitación creados y enviados por el primer Proxy (numeral 5) no llegaran al UA llamado si no a un nuevo Proxy que repetirá los pasos de búsqueda e invitación del UA2 (numerales 3, 4 y 5). Este proceso se podrá repetir hasta que finalmente un Proxy podrá localizar al usuario 2 y así completar el establecimiento (puntos del 5 al 11). Las figuras 6 y 7 permiten comparar los casos en los cuales intervienen uno y dos Servidores Proxy.

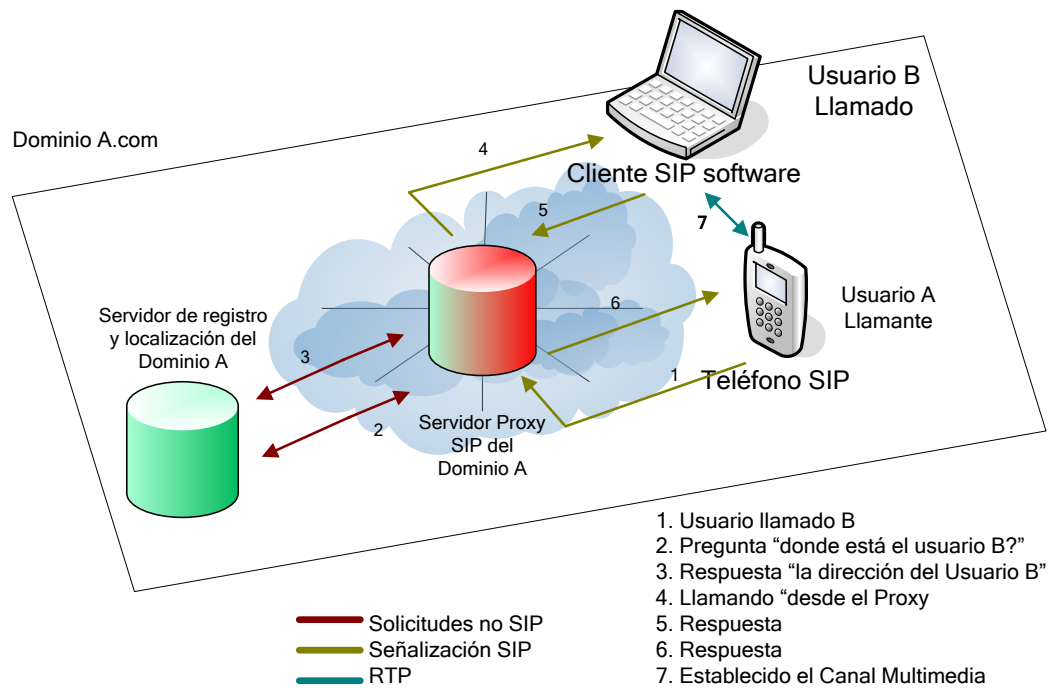


Figura 6. Establecimiento de una sesión entre clientes del mismo dominio.

La figura 6 ilustra el establecimiento de una sesión SIP entre dos usuarios suscritos al mismo ISP y que usan el mismo dominio. El usuario A posee un teléfono SIP y el usuario B tiene un PC que ejecuta a un cliente software que soporta voz y video. Ambos usuarios registran su disponibilidad y su dirección IP con el servidor Proxy SIP en la red del ISP. El usuario A, quién está comenzando esta llamada, envía una invitación al usuario B a través del servidor Proxy SIP. El Proxy SIP pregunta al servidor de registro por el usuario B, del cual recibe la IP. El servidor Proxy reenvía la invitación del usuario A al usuario B, El usuario B informa al servidor Proxy que la invitación es aceptada. El Servidor Proxy SIP informa de la aceptación al usuario A, estableciéndose la sesión SIP. Los usuarios han establecido una conexión RTP punto a punto que les permite interactuar mutuamente. [4]

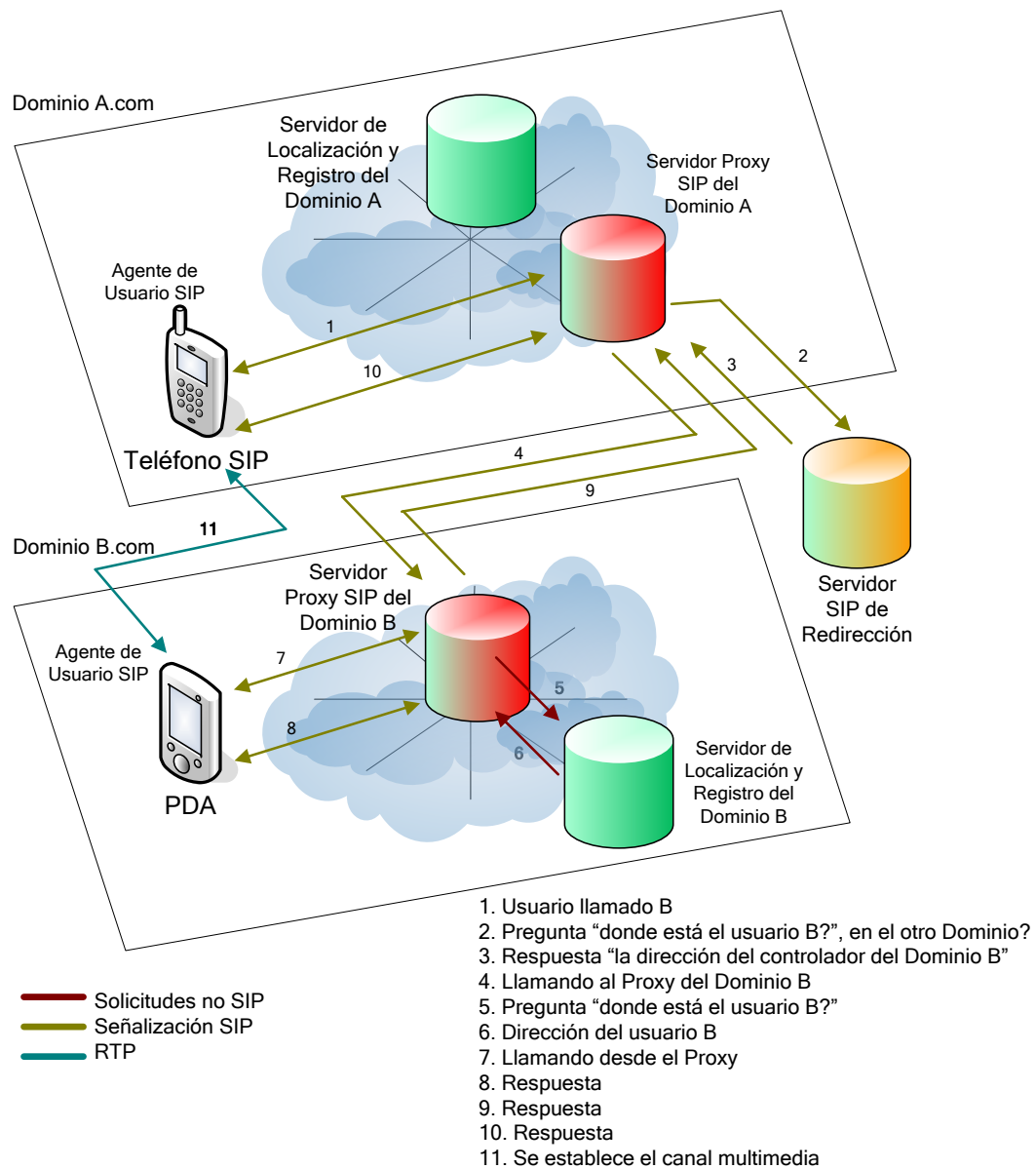


Figura 7. Establecimiento de una sesión SIP entre clientes de diferentes dominios.

En el caso de la figura 7 cuando el usuario A invita al usuario B el Servidor Proxy SIP del Dominio A advierte que el usuario B está fuera de su dominio y le pregunta al Servidor de redirección acerca de la dirección del usuario B, el servidor de redirección le informa de la ubicación en el dominio B por lo que el servidor Proxy del dominio A reenvía la solicitud del usuario A hacia el servidor Proxy del dominio B. El servidor Proxy del dominio B al recibir la solicitud la reenvía hacia el usuario B y si este acepta

devuelve la confirmación de aceptación al servidor Proxy A, quien a su vez la enviara hacia el usuario A para que la comunicación quede establecida.

C7 PROTOCOLOS DE SOPORTE

Como se menciona anteriormente SIP solo es un protocolo de señalización, por lo tanto trabaja en conjunto con una serie de protocolos existentes para llevar a cabo una sesión multimedia. Trabaja con RSVP (Resource Reservation Protocol), RTP/RTCP (Real time Transport Protocol), RTSP (Real time Streaming Protocol), SAP (Session Announcement Protocol) y SDP (Session Description Protocol). RTP/RTCP es usado para transporte de datos en tiempo real, RSVP para reservación de recursos, RTSP para entregas controladas de flujos, SAP para sesiones de anuncio multimedia y SDP para describir sesiones multimedia. Las actuales pasarelas de voz usualmente están compuestas de dos partes: la pasarela de señalización y la pasarela de medios. La pasarela de señalización se comunica con la pasarela de medios usando MGCP (Media Gateway Control Protocol). MGCP puede interoperar tanto con SIP como con H.323. La Figura 8 muestra los protocolos de señalización y transporte requeridos para una sesión multimedia.

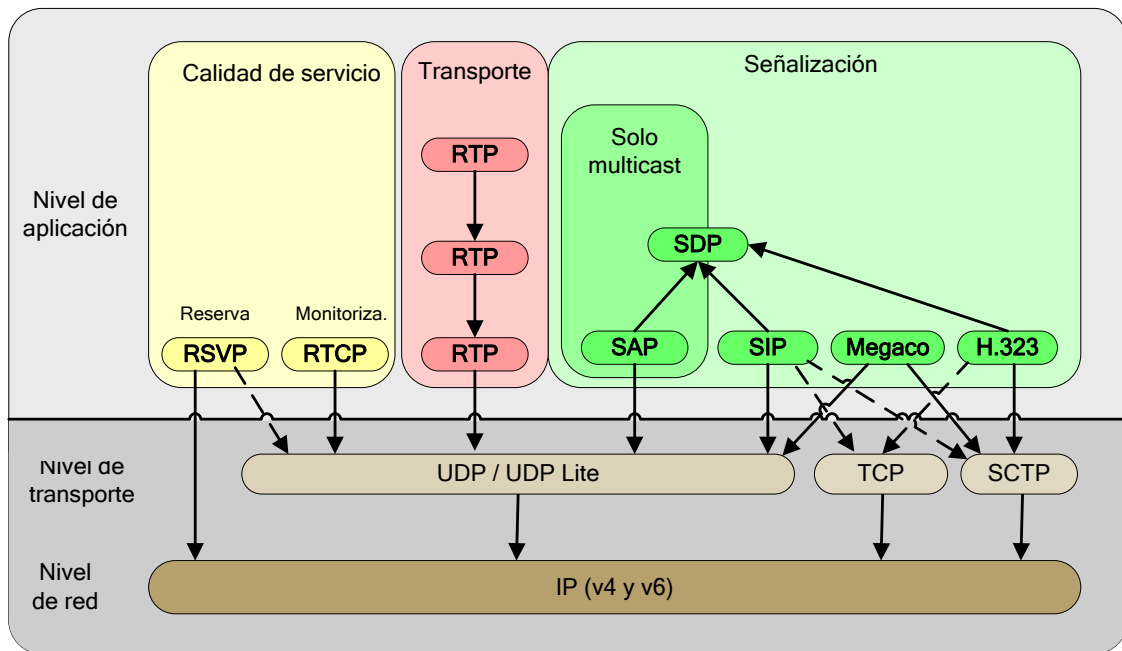


Figura 8. Arquitectura multimedia del IETF.

C7.1 Protocolo de Control de Pasarela de Medios (MGCP)

Este protocolo define la comunicación entre elementos de control de llamada (Agentes de Control) y pasarelas de telefonía. Los agentes de llamadas son también conocidos como Controladores de Pasarela de Medios. Este protocolo maestro / esclavo permite a un Administrador central monitorear los eventos en teléfonos y pasarelas IP e instruirlos para enviar los medios a direcciones específicas. MGCP ha introducido los conceptos de conexiones y terminales para establecer caminos de voz entre dos participantes, y los conceptos de eventos y señales para establecer y concluir llamadas. Dado que el principal énfasis de MGCP es la simplicidad y confiabilidad, permite que las dificultades de programación sean concentradas en los Agentes de Llamadas. [11]

C7.2 RTP y RTCP (Protocolo de Transporte en Tiempo real y Protocolo de Control en Tiempo Real)

RTP soporta la transferencia de medios en tiempo real (audio y video) sobre redes de conmutación de paquetes. Este protocolo es usado por SIP y H.323. El protocolo de transporte permite al receptor detectar pérdidas en paquetes y también provee información de tiempos tal que el receptor puede correctamente compensar el retardo de *jitter* (El jitter es la variación aleatoria de la latencia). La cabecera RTP contiene información que usa el receptor para reconstruir los medios y también contiene información que especifica como los flujos de bits codificados son divididos en paquetes. RTP no reserva recursos en la red sino que provee información de tal modo que el receptor se pueda recuperar en el momento de pérdidas y de retardo por *jitter*.
[12]

C7.3 Protocolo de Flujos en Tiempo Real (RTSP)

RTSP, es un protocolo cliente/servidor que provee control sobre la entrega de flujos de medios en tiempo real. Provee funcionalidades para flujos de audio y video como pausa, adelanto, retroceso y posicionamiento deseado. Provee los medios para escoger los canales de distribución (como UDP y TCP), y mecanismos de distribución basados en RTP. RTSP establece y controla flujos continuos de audio y video entre los servidores de medios y los clientes.

C7.4 Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP)

El retardo de red y la Calidad de Servicio QoS son los factores más críticos en la convergencia de voz y datos. RSVP es la solución desarrollada por el IETF más importante para este problema. Puede priorizar y garantizar latencia para flujos de tráfico IP específicos. RSVP habilita una red conmutada de paquetes para emular a una red más determinística como la red de circuitos conmutados. Con RSVP, se puede realizar comunicaciones de voz con un retardo tolerable en una red de datos. RSVP solicita recursos solamente en una dirección, por lo tanto trata lógicamente a un emisor como distinto al receptor, aunque el mismo sistema esté actuando tanto como emisor y

receptor al mismo tiempo. RSVP no es en sí un protocolo de enrutamiento, está diseñado para operar con protocolos *unicast* y *multicast* actuales y futuros. Para manejar eficientemente requerimientos de grandes grupos, membresías grupales dinámicas y requerimientos diversos de los receptores, RSVP hace responsables a los receptores de solicitar una QoS específica.

C7.5 Protocolo de Descripción de Sesión (SDP)

SDP está destinado a describir las sesiones multimedia para propósito de anuncio de una sesión e invitación de la sesión. El propósito de SDP es transportar información sobre los flujos de medios en sesiones multimedia para permitir que los contenedores de una descripción de sesión participen en la sesión. SDP incluye la siguiente información:

- Nombre y propósito de la sesión
- Dirección y número de puerto
- Tiempos de inicio y parada
- Información para recibir dichos medios
- Información sobre el ancho de banda a ser usado por la conferencia.
- Información de Contacto de la persona responsable de la sesión.

Esta información es transportada en formato de texto simple. Cuando una llamada es establecida usando SIP, el mensaje INVITE contiene un cuerpo SDP que describe los parámetros de la sesión aceptables para el llamante. La respuesta desde el llamado incluye un cuerpo SDP que describe las propias capacidades del llamado. En general, SDP debe transportar suficiente información para habilitar una sesión y anunciar los recursos a ser usados. La información de medios que SDP envía son: tipo de medio (audio o video), protocolo de transporte (RTP, UDP, etc) y formato del medio (video MPEG, video H.263, etc).

C7.6 Protocolo de Anuncio de Sesión (SAP)

Este protocolo es usado para hacer conocer las conferencias y otras sesiones *multicast*. El anunciador SAP periódicamente envía un paquete de anuncio a una dirección y puerto *multicast* conocidos (número de puerto 9875). Un oyente SAP se entera del alcance *multicast* usando el protocolo MZAP (Multicast Scope Zone Announcement Protocol) al escuchar en la dirección y puerto conocidos. No existe mecanismo alguno de reunión, el anunciador SAP no se entera de la presencia o ausencia de alguno de los oyentes SAP. Un anuncio SAP es difundido con el mismo alcance que la sesión que se está anunciando, asegurando que los contenedores del anuncio puedan ser también contenedores potenciales de la sesión que está siendo difundida. SAP contiene mecanismos para asegurar la integridad de anuncio de sesiones, para autenticación del emisor de un anuncio y para encriptación de tales anuncios [2].

C8 SUBSISTEMA MULTIMEDIA DE INTERNET (IMS)

3GPP (3rd Generation Partnership Project) es el grupo encargado de la estandarización de UMTS. Fue creado en Diciembre de 1998 con el principal objetivo de desarrollar las especificaciones técnicas de las redes móviles de tercera generación a partir del sistema existente y triunfante en ese momento: GSM. Este objetivo inicial fue posteriormente ampliado para incluir el mantenimiento y mejoras de los sistemas GSM, tales como GPRS o EDGE. La tercera edición de especificaciones UMTS trajo el subsistema IMS (*IP Multimedia Subsystem*). Un subsistema que utiliza el protocolo SIP para conseguir la transmisión eficiente de contenidos multimedia sobre IP en las redes móviles.

El 3GPP ha definido IMS (subsistema multimedios IP) para redes de tercera generación 3G incorporándole mecanismos para la gestión de la movilidad y el registro de usuarios. Una importante ventaja de IMS es que es independiente de la tecnología de acceso subyacente. En la actualidad se está adoptando IMS como modelo de convergencia de facto para telefonía, móvil o fija. [13]

C8.1 La Arquitectura IMS

La arquitectura esta definida de tal manera que se pueden lanzar servicios multimedia en una red móvil de una manera estandarizada con el objetivo de facilitar su adopción mundial. Sin embargo, a diferencia de las funciones, los servicios en sí no están estandarizados. Esta estrategia, no solo pretende promover la competencia entre los proveedores sin no que también estimula la introducción acelerada de nuevos servicios como mecanismo de diferenciación.

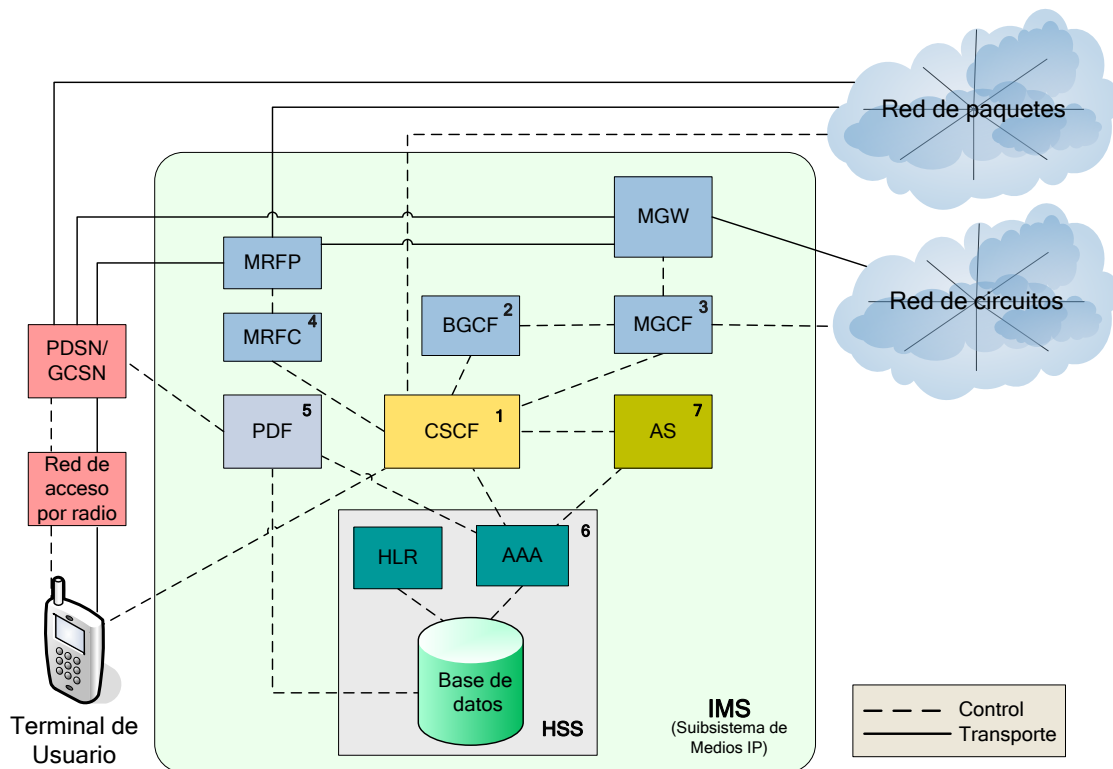


Figura 9. Arquitectura del sistema IMS.

La figura 9 muestra los componentes del sistema IMS y a continuación se describe sus diferentes funciones:

Call Session Control Function (CSCF): función principal responsable de aceptar y controlar todas las sesiones. Actúa como un servidor proxy, registra y redirecciona en el contexto del protocolo SIP.

Breakout Gateway Control Function (BGCF): si la sesión debe terminar en una red de circuitos, se encarga de determinar en que red y punto de salida será entregada la sesión.

Media Gateway Control Function (MGCF): encargado de controlar la pasarela de Medios cuando uno es necesario en la sesión.

Media Resource Function Controller (MRFC): está a cargo de controlar el Media Resource Function Processor (MRFP) Un MRFP provee funciones como la de duplicar paquetes y modificar un medio (por ejemplo: el de convertir texto a audio).

Policy Decision Function (PDF): se encarga de negociar con la red de transporte los recursos necesarios para proveer la clase de servicio requerida para cada sesión.

Home Subscriber Server (HSS): Base de datos central con la información que pertenece al usuario y las funciones de autenticación, validación y administración (AAA).

Application Server (AS): servidor especializado que se encarga de proveer la lógica y las funciones relacionadas con cada servicio. La señalización se hace a través del protocolo SIP con la excepción del manejo del MGW el cual es proporcionado por H.248. El medio se transporta a través de una red IP. [14]

C8.2 Funciones de IMS

Las funciones principales de IMS para proporcionar un completo despliegue de servicios incluye:

Autenticación y autorización de clientes SIP móviles y fijos

Control sobre sesiones para comunicación multimedia persona-a-persona, persona-a-grupo y contenido-a-persona

Funcionalidad *Charging* que le permite al operador aplicar el cobro a los suscriptores basado en tiempo, basado en evento o basado en contenido

La implementación de mecanismo de QoS pertinentes para los servicios IP a usarse en las sesiones de comunicaciones

La funcionalidad para conectar a los usuarios roaming al dominio principal para los servicios multimedia IP

Funciones de acceso y seguridad de dominio de red [15] [16]

C8.3 Lo esencial de IMS y SIP

El elemento más necesario para la renovación de una red principal que permita la conectividad *peer-to-peer* basada en IP es IMS. Cuando un cliente SIP emite una solicitud de búsqueda y conexión, IMS encuentra los terminales pertinentes y los conecta vía IP, como se muestra en la figura 10.

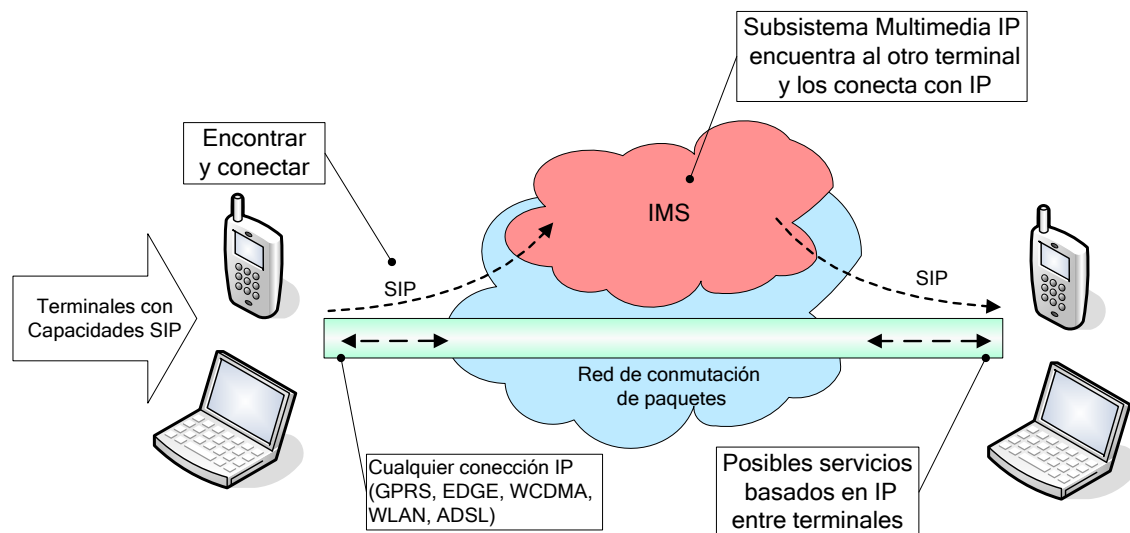


Figura 10. Establecimiento de una sesión con IMS.

IMS proporciona una colección llena de capacidades de red para la autenticación de clientes, las interfaces red-a-red y funciones administrativas como la tarificación. IMS

establece conexiones de datos de paquete entre los puntos finales en una clase portadora y la tarificación. Una vez establecida una conexión IP puede usarse para intercambiar todo tipo de medios de comunicación, incluyendo la voz, el video, contenidos y más.

IMS soporta una interfase (ISC) de control de servicios IMS estandarizada que permite una conectividad abierta hacia los servidores de aplicación SIP. Al igual que SIP, IMS es de acceso independiente, trabajando con redes de voz y datos existentes en ambos dominios fijo (por ejemplo PSTN, ISDN, WLAN e Internet) y móvil (por ejemplo GSM, CDMA y WCDMA). Sin embargo, las aplicaciones SIP implementadas en las redes móviles tienen algunas diferencias importantes comparadas con las del dominio fijo. Las más esenciales se relacionan con la gestión de la movilidad, arquitectura de seguridad y cuidado del cliente y la tarificación.

La arquitectura de seguridad de IMS consiste en seguridad de acceso y seguridad de dominio de red. Para la seguridad de acceso, IMS soporta la autenticación IETF típica para clientes SIP fijos, así como autenticación basada en SIM, que es la más favorecida para los terminales móviles. La seguridad de dominio de red proporciona seguridad entre los dominios de la red y los nodos dentro de un dominio.

SIP ya se ha implementado en redes 2G GPRS. Las redes 3G no son esenciales para las sesiones basadas en SIP, aunque los mayores anchos de banda de tecnologías como EDGE y 3G beneficiarán grandemente las aplicaciones de capacidad-intensiva como el video compartido. [17]

C9 EJEMPLOS DE APLICACIONES SIP

Las aplicaciones mas importantes que surgen hasta el momento para el mundo IP-convergado incluyen:

C9.1 Presione para Hablar

Ya implementado sobre redes GPRS, presione para hablar proporciona comunicación de voz dirigida uno-a-uno o uno-a-muchos sobre la red móvil, emulando el servicio de walkie-talkie tradicional. Las llamadas son iniciadas con la presión de un botón y la conexión es directa, de esta manera se permite un servicio de voz interactivo. Las llamadas presione para hablar tiene un medio dúplex mientras una persona habla, los otros sólo pueden escuchar.

C9.2 Video Compartido

El video compartido permite a los usuarios móviles compartir video en un único sentido en tiempo real después de que se encuentren activos en una sesión de voz.

C9.3 Compartir Contenidos

Una conexión *peer-to-peer* basada en SIP permitirá a dos o a más usuarios compartir todos los tipos de contenido. Por ejemplo, un usuario podría enviar una fotografía en un MMS (“contenido empujado”) y compartir el resto de las fotografías con sus amigos (“contenido halado”) usando compartir contenidos. El compartir archivos directamente no solo es posible entre terminales móviles sino también entre móviles y PCs o cualquier otro dispositivo de conexión IP.

C9.4 Presencia

Habilita a los usuarios móviles para que permitan a sus terminales proporcionar información dinámica de estado sobre los suscriptores, incluyendo en su llamada el estado de conexión, identidad, capacidad de los terminales y disponibilidad. La presencia es una aplicación en sí misma, pero también es un habilitador y realizador para otras aplicaciones.

C9.5 Mensajería

La mensajería se desarrollará construyéndose sobre el SMS existente, MMS y correo electrónico. Para el usuario, los servicios de mensajería pueden converger en un solo servicio de mensajería que use las diferentes tecnologías de mensajería permitidas por la red. La mensajería será manejada por los servicios del usuario en lugar de las tecnologías permitidas como es el caso hoy.

C9.6 Voz Sobre IP

Es usada ampliamente en redes fijas, usando teléfonos fijos que manejan VoIP o clientes PC de VoIP. La disponibilidad de terminales móviles capaces de soportar acceso celular y WLAN, permite a los terminales móviles usar una conexión basada en IP para la voz dentro de una zona de acceso WLAN, esto incrementa la necesidad de una solución VoIP para los operadores móviles. IMS es un elemento central en la solución de VoIP de un operador, soportando clientes SIP móviles y fijos, al igual que permite trabajar con la PSTN. [18]

C9.7 Llamada Rica

Una llamada rica integra voz, video y texto, soporte para compartir contenidos (imágenes, datos, u otra información de valor agregado) en paralelo. SIP proporciona elementos esenciales para realizar una llamada rica.

C9.8 Aplicaciones SIP Tripartidas

IMS y SIP permiten la creación de servicios abiertos, trayendo ventajas a los diseñadores de aplicaciones y los operadores. Los diseñadores pueden crear aplicaciones que se usen directamente en los terminales con capacidades SIP, tomando ventaja de las capacidades peer to peer de IMS, y los operadores permanecerán siempre al control. [19]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Siemens Communications. SIP The Session Initiation Protocol For Enterprise SIP Solutions. Octubre de 2004. https://developer.ubiquitysoftware.com/business/whitepapers/sip_in_nextgen_mobile_nets.pdf
- [2] Landaure Enrique. Estándares relacionados a la tecnología Voz sobre IP (VoIP): Su Clasificación. Diciembre de 2001. <http://www.geocities.com/elandaure/voip.html> [consulta 3 de febrero de 2006]
- [3] IETF. Session Initiation Protocol (sip). [en línea] <http://www.ietf.org>. [consulta: 10 junio de 2006].
- [4] Avaya. Enterprising with SIP A Technology Overview. Febrero de 2004. <http://www.avaya.com/master-usa/en-us/resource/assets/whitepapers/lb1842.pdf>
- [5] Poyeaux Nelson. El Protocolo SIP: propuesta del IETF para la transmisión de VoIP (parte 1). Revista electrónica Telem@tica. Octubre de 2004. año 3 No 14. <http://telematica.cicese.mx/revistatel/archivos/>
- [6] Poyeaux Nelson. El Protocolo SIP: propuesta del IETF para la transmisión de VoIP (parte 2). Revista electrónica Telem@tica. Octubre de 2004. año 3 No 15. <http://telematica.cicese.mx/revistatel/archivos/>
- [7] RADVISION. Session Initiation Protocol (SIP). Abril de 2005. http://www.sipforum.org/component/option,com_docman/task,doc_details/gid,11/Itemid,75/
- [8] Vinod K. Bhat. Voice Over IP – The SIP Way. Abril de 2001. [www\VoiceOverIP-TheSIPWay.pdf](http://www.VoiceOverIP-TheSIPWay.pdf)
- [9] Video Development Initiative. Tecnologías Colaborativas Populares. [en línea] http://www.videnet.gatech.edu/cookbook.es/list_topics.php?topic=3&sequence=0&name=Tecnolog%EDas+Colaborativas+Populares [consulta: 12 mayo de 2006].
- [10] Acosta Diego. SIP SIP Session Initiation Protocol. Julio de 2002 <http://greco.dit.upm.es/~david/TAR/trabajos2002/01-SIP-%20Diego-Acosta.pdf>

- [11] Manso Miguel. SIP: El protocolo para los servicios multimedia del futuro Resumen. Abril de 2003. <http://gauss.topografia.upm.es/~m.manso/docs/resumen-sip.pdf>
- [12] José Fabián Romo Zamudio Videoconferencia en las redes de datos, principales problemas. Octubre de 2004. leído el 02 de febrero de 2006 de <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/octubre/videoconf.htm>
- [13] D. Attal. IMS: LA TELEFONIA EN LA ERA INTERNET. Abril de 2005. www.alcatel.com/doctypes/articlepaperlibrary/pdf/ATR2005Q1/T0503-IMS-ES.pdf
- [14] M. Moreno M. Alvarez-Campana, J. Vinyes,. Propuesta de utilización de SIP como protocolo de señalización en la red de acceso radio de sistemas UMTS. <http://www.ahciet.net/comun/portales/1000/10002/10007/10299/docs/011-72-80.pdf>
- [15] Gonzales Javier. El Release 6 de UMTS. Febrero de 2005. www.coit.es/publicaciones/bit/bit149/56-58.pdf
- [16] Navarro Orlando, Urrutia Carlos. El siguiente paso en la evolución de las comunicaciones. Diciembre de 2004. <http://www.ahcietmovil.com/comun/portales/1003/10029/10083/10452/docs/42.pdf>
- [17] Nokia. IMS_white_paper.pdf IP multimedia – una nueva era en las comunicaciones. Diciembre de 2004. www.forum.nokia.com/info/sw.nokia.com/id/fa12d593-31b1-444c-bbc9-02f57cd8d4ea/IMS_white_paper.pdf.html
- [18] Almodóvar Daniel. Banda ancha en movilidad. Junio de 2004. <http://portal.astic.es/NR/rdonlyres/8262D0C0-3006-408E-AC61-E53421A68849/0/mono10.pdf>
- [19] Ericsson. IMS – IP Multimedia Subsystem The value of using the IMS architecture. Octubre de 2004. www.ericsson.com/technology/whitepapers/ims_ip_multimedia_subsystem.pdf