

# Numeración

## y las redes de nueva generación

Por MsC. Marcos Antonio Pérez García  
Técnico en Telemática, Gerencia de Coordinación y Control, DDAR, ETECSA  
marcospe@etecsa.cu

### Introducción

La convergencia de las redes tradicionales con las redes basadas en conmutación de paquetes y el proceso de migración para la integración de ambas plantea desafíos técnicos e interrogantes, entre ellos, la forma de dirigir las llamadas que pasan de un tipo de red a otro.

Es evidente que los operadores establecidos están interesados en que la significativa inversión que han realizado en la infraestructura de la Red Telefónica Conmutada Pública les sirva como base y palanca para el despliegue de las redes de conmutación a paquetes y, al mismo tiempo, que durante la transición sea mínimo el impacto sobre la red existente y sin sacrificar la disponibilidad de servicios, calidad, o comportamientos característicos de las redes tradicionales.

Para responder algunas de las interrogantes enunciadas en los párrafos precedentes, se describe en el artículo el proceso de dirigir las llamadas de la red tradicional a una red basada en paquetes. Con este objetivo se analiza el escenario de una red en transición —coexistencia de la red tradi-

cional y la red a paquetes basada en el Protocolo Internet (IP)—, se repasa brevemente y se toma como base el protocolo de señalización SIP —del idioma inglés *Session Initiation Protocol*—.

### Interconexión de la PSTN y la red IP

Los planes de numeración de las redes tradicionales de conmutación a circuitos se basan en adaptaciones locales de la Recomendación E.164 de la UIT-T. Los números E.164 acompañan a la telefonía por más de un siglo y forman parte de los hábitos de la población. Además, son únicos, sencillos y están disponibles; por lo tanto, se les valora en los Organismos Internacionales de Normalización de las Telecomunicaciones como identificador único.

Las redes basadas en el Protocolo Internet —redes IP— se fundamentan en direcciones del Protocolo Internet —también conocidas como direcciones IP—. La IANA —*Internet Assigned Number Authority*— administra las direcciones IP y, a su vez, delega grandes bloques de estas y asigna responsabilidades a los Registros de Internet Regionales —*Regional*

*Internet Registries* (RIR)—. Los RIR, por su parte, delegan bloques de direcciones a grandes redes como universidades, proveedores de Internet, grandes corporaciones, etc.

Los paquetes de datos que circulan por la Internet son encaminados con las direcciones IP de destino. Los *routers*, a través de los cuales se transmiten los paquetes, analizan las direcciones y encaminan los paquetes con la utilización de tablas de encaminamiento con las cuales determinan las mejores rutas disponibles. Para ser **visibles** los dispositivos asociados a una red de paquetes basada en el protocolo Internet, deben estar asociados a una dirección IP; de lo contrario, no pueden ser alcanzados y se dice que no están en la red.

Es un consenso mundial que las direcciones IP son difíciles de recordar; entonces se desarrolló el Sistema de Nombre de Dominio (DNS) el cual es un servicio de Internet que traduce nombres de dominio en direcciones IP. Como los nombres de dominio son alfabéticos, se utilizan como recursos nemotécnicos.

Es evidente que en la frontera entre la red PSTN y la red IP se requiere algún tipo de adaptación. La figura 1 muestra la interconexión entre ambas redes.



Figura 1 Interconexión entre la red PSTN y la red basada en IP

### Las Redes de Nueva Generación

El concepto de Red de Nueva Generación —*Next Generation Network* (NGN)— es sencillo:

- ♦ División de la estructura monolítica de las centrales de conmutación separando la parte portadora de la parte de control.
- ♦ Optimización del transporte de la portadora mediante el empleo de paquetes.
- ♦ Topología abierta que transporta igualmente voz y datos.

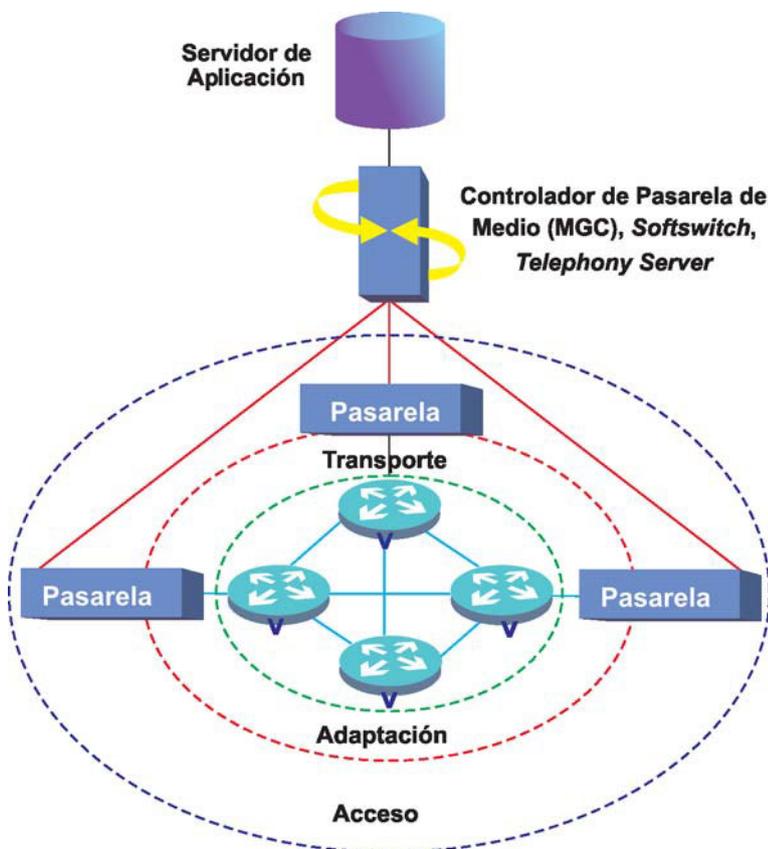


Figura 2 Representación genérica del concepto de la NGN —las líneas continuas en rojo indican las trayectorias de los protocolos de control; y las verdes, las de las portadoras—

La figura 2 representa, de forma genérica, una posible topología de la NGN. En el ejemplo se ilustran cinco capas: acceso, adaptación, transporte, control y aplicación.

En la capa de adaptación las pasarelas transforman, en el caso de la voz, la información multiplexada por división en tiempo —*Time Division Multiplexing* (TDM)— en paquetes IP y viceversa. La información IP pasa a la capa de transporte formada por *routers*, que analizan las direcciones y encaminan los paquetes con la utilización de tablas de enca minamiento, las cuales determinan las mejores rutas disponibles.

El Controlador de Pasarelas de Medio —llamado indistintamente como *Softswitch* o *Telephony Server*— analiza los protocolos de señalización usados para establecer o terminar llamadas, conlleva información requerida para localizar usuarios y negociar capacidades. Además, controla las pasarelas para que realicen su función portadora. Por último, como su nombre lo indica, la capa de aplicación es la encargada de introducir y controlar las aplicaciones.

Se evidencia que la selección de protocolo de señalización es decisiva, desde el punto de vista de la numeración, para el manejo de los aspectos de interconexión entre las numeraciones E.164 de la PSTN y las direcciones IP de la NGN.

Cuando un operador decide desplegar una Red de Nueva Generación, un primer aspecto a determinar es el protocolo de señalización que será usado, pues este determina el establecimiento y la terminación de las llamadas, conlleva la información requerida para localizar usuarios y negocia las capacidades.

Por sus perspectivas se toma como base el protocolo SIP desarrollado por la IETF —*Internet Engineer Task Force*—.

## Protocolo SIP

El SIP es un protocolo de señalización que permite el establecimiento, la modificación y la liberación de sesiones multimedia —voz, video, datos— entre uno o más usuarios. Se encuentra en el nivel de aplicación y se ha concebido de modo que admita nuevos servicios y aplicaciones. La figura 3 muestra la relación entre el SIP y varios protocolos utilizados en Internet.

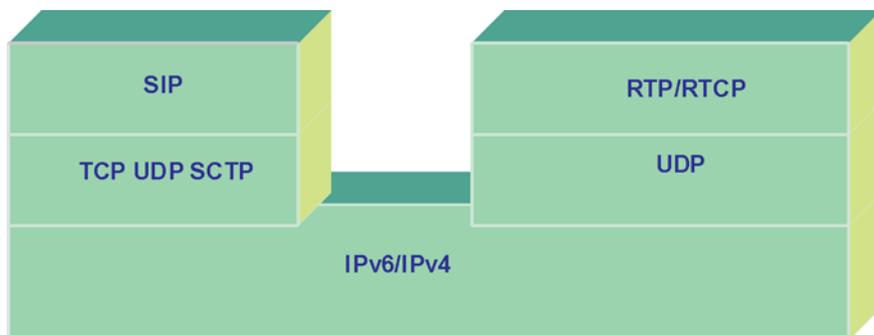


Figura 3 Relación SIP y otros protocolos utilizados en Internet

El SIP se apoya en otros protocolos como: SDP —*Session Description Protocol*— para describir la configuración de la llamada; RTP —*Real Time Protocol*— para la transmisión de la voz y los datos sobre IP; RTCP —*Real Time Control Protocol*— para la transmisión de paquetes RTP.

El SIP es neutral con relación a los protocolos de capas inferiores, por lo tanto, puede soportarse sobre TCP —*Transmission Control Protocol*—, UDP —*User Datagram Protocol*—, SCTP —*Stream Control Transmission Protocol*—, igualmente sobre IP, ATM —*Asynchronous Transfer Mode*— y FR —*Frame Relay*—.

Entre las importantes facilidades del SIP se encuentra la posibilidad de que los usuarios inicien y reciban comunicaciones y servicios desde cualquier localización y, para las redes, identificar los usuarios donde quiera que estos se encuentren.

Así, SIP analiza las peticiones de los usuarios y obtiene respuestas desde servidores dispuestos en la red a estos efectos. En este sentido, actúa como un protocolo Cliente–Servidor, las peticiones son generadas por los clientes y enviadas al servidor, el cual las procesa y responde con el envío de paquetes de datos que contienen las respuestas a los clientes. Los interlocutores se identifican mediante Indicadores de Recursos Uniformes —*Uniform Resource Identifiers* (URIs)— a los que se denominan SIP URIs.

El SIP decide el sistema que será utilizado, el medio de comunicación y los parámetros de comunicación entre las partes involucradas, también tiene en cuenta el deseo de la parte llamada de integrarse en la comunicación. El SIP, entonces, establece los parámetros en cada extremo de la comunicación, maneja la transferencia de la llamada así como su terminación.

En vez de direcciones IP, los destinos en SIP pueden representarse con indicadores de recursos uniformes —SIP–URI— que tienen el mismo formato que las direcciones e – mail:

“user@host” = “usuario@servidor”

La parte **usuario** puede ser un nombre de usuario o un número de teléfono. La parte **host** puede ser un nombre de dominio, un nombre host o una dirección IP.

marcos.perez@etecsa.cu

+53-7-266 6783@etecsa.cu

marcos.perez@192.190.132.20

Los SIP–URIs son utilizados en los mensajes SIP para indicar en relación con una solicitud origen (*from*), destino actual (*request URI*) y destino final (*to*). También para especificar direcciones de **redirección**.

Por otra parte, los campos de cabecera SIP puede que no contengan SIP–URIs, por ejemplo, en el caso de una llamada desde un teléfono convencional, circula por Internet con el empleo del protocolo SIP; entonces, la cabecera *from* puede contener un URI telefónico.

Resumiendo, el SIP soporta:

- ♦Correspondencia **mapping** de nombres y servicios de redireccionamiento.
- ♦Movilidad de usuarios y terminales.
- ♦Llamadas de múltiples interlocutores.
- ♦Servicios suplementarios y de red inteligente.
- ♦Identificación de usuarios en URIs lo que posibilita, a estos, iniciar una llamada al hacer **click** sobre un enlace Web.

### Elementos funcionales de la arquitectura SIP

Entre los elementos funcionales de la arquitectura SIP se encuentran:

El Agente Usuario —*User Agent* (UA)— o aplicación de SW que permite la comunicación de cada usuario. El UA emite peticiones SIP y puede correr sobre un **Cliente Soft** en una PC o en un **firmware** de un teléfono SIP de mesa.

El Agente Usuario Servidor —*User Agent Server* (UAS)— o aplicación que acepta las peticiones SIP y que contacta con el usuario.

Los UA y UAS pueden, por sí solos, ser capaces de soportar una comunicación básica. Sin embargo, la potencialidad del SIP se aprovecha con el empleo de servidores de red.

### Servidores de red en un ambiente SIP

Desde el punto de vista lógico, los servidores de red se clasifican como:

**Servidores Proxy**, los cuales corren un programa intermediario que actúa como servidor y como cliente —con relación al llamante se comporta como un servidor y, con respecto al llamado, se comporta como cliente—. El Proxy recibe las peticiones de clientes, que son tratadas y remitidas a otros servidores tras haber sido modificadas por el Proxy. Los servidores Proxy desarrollan el encaminamiento de los mensajes de solicitudes y respuestas SIP.

**Servidor de Redirección** —*Redirect Server*— que acepta y procesa las peticiones o solicitudes SIP —mensajes INVITE—, traduce la dirección SIP de destino en una de varias direcciones de red y las devuelve al cliente. Es decir, retorna la dirección o direcciones de la parte llamada —el SIP-URI de la parte llamada— o cómo contactar con ella.

**Servidores de Registro** —*Register Servers*— que registran las direcciones SIP —SIP-URI— y sus direcciones IP asociadas, es decir, garantizan el *mapping* o la correspondencia entre direcciones SIP y direcciones IP. Típicamente, los Servidores de Registro son una función asociada a un Servidor Proxy o a Servidores de Redirección. Aceptan sólo mensajes de solicitudes REGISTER que posibi-

litan el registro correspondiente a la localización real de los usuarios, es decir, “siguen el rastro” de estos pues, por diferentes razones, las direcciones IP pueden cambiar.

A los Servidores de Registro también se les denomina Servidores de Localización —*Location Servers* (LS)— porque son utilizados por los Servidores Proxy y de Redirección para obtener información respecto a la localización o localizaciones posibles de la parte llamada. Los LS no son servidores SIP ni entidades SIP, sino bases de datos que pueden formar parte de arquitecturas de comunicaciones que utilicen SIP.

La figura 4 refleja, en forma esquemática, una posible arquitectura de una red a paquetes IP en ambiente SIP, sus servidores y su interconexión con una red PSTN.

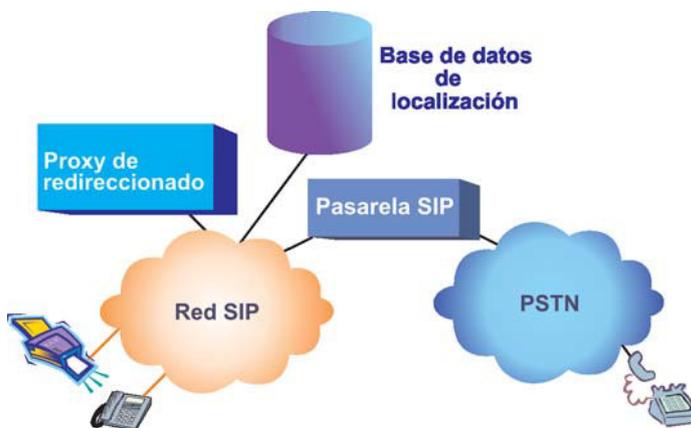


Figura 4 Representación esquemática de una posible arquitectura de red IP en ambiente SIP y su pasarela de interconexión con la red PSTN

La pasarela SIP —SIP Gateway— interconecta una red SIP a una red que utiliza otro protocolo de señalización —por ejemplo, Q.931, ISUP, etc.—.

### Filosofía SIP

Es importante señalar que la filosofía detrás del protocolo SIP es encontrar recursos y personas, independientemente de lo que estén haciendo, y conectarlos. Para eso se utiliza el concepto de *Indirection*, que es clave para conocer cómo trabaja el protocolo SIP.

En concordancia con el concepto, la localización real de un usuario está presente en el identificador permanente de usuario o URI. Así, un servidor SIP en la red relaciona el URI del usuario, de manera similar a la función de Agente Base —*Name Agent Functions*—, en una red IP móvil.

En el anexo A se relacionan algunos de los mensajes y códigos de estado del protocolo SIP.

### Establecimiento de una llamada entre abonados SIP y abonados de la red PSTN – RDSI

Para ilustrar, de modo aproximado, el escenario para el establecimiento de una llamada (Figura 5) se considera que el abonado A lo es de una red PSTN–RDSI y que, el abonado B, es un abonado de una red IP que utiliza el protocolo de señalización SIP.

De manera general, si el *soft*, que en la red SIP se encarga de las peticiones de llamadas del terminal del abonado A, no conoce la

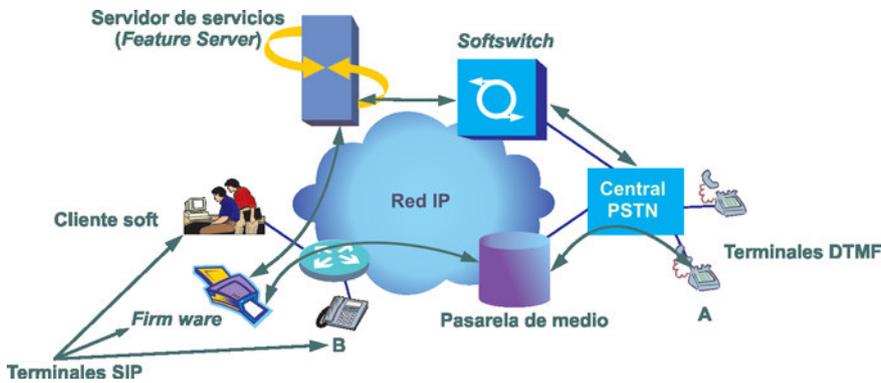


Figura 5 Escenario simplificado de una Red IP en ambiente SIP y su interconexión con una central de la red PSTN

dirección del abonado *B*, entonces envía un INVITE a un servidor de redirección que responde indicando dónde se puede encontrar la dirección de *B*, usualmente un SIP-URI. De esta manera el *soft* puede enviar un nuevo INVITE a *B*.

El uso de servidores Proxy permite a los usuarios tener un nodo en la red que realiza algunas funciones intermedias, antes de que los mensajes SIP sean encaminados a su destino en función del UA. Si tales nodos existen, los mensajes SIP que reciben son enviados a la dirección apropiada y las respuestas, de manera similar, pero en dirección inversa. En términos de señalización el Proxy aparece, ante cada extremo, como si fuera el extremo distante.

En caso de que se incluya un servidor Proxy o de redirección, puede que sea necesario consultar un servidor de localización para obtener información de la dirección SIP real del destino indicado.

La figura 6 ilustra, de forma simplificada, el intercambio de mensajes para el caso que se analiza. El abonado *A* de la PSTN desea llamar a un abonado de la red IP cuyo número E.164 es el 78622561, el cual es transportado hasta la pasarela SIP por el mensaje de señalización IAM del ISUP.

Una vez recibido el mensaje por la pasarela SIP, esta transforma el mensaje ISUP IAM en el mensaje SIP INVITE que contiene el URI del Proxy Server de **recepción**. Esto permite continuar con el proceso de establecimiento de la llamada en la red IP.

El Proxy Server de recepción interroga e intercambia mensajes con el Servidor de Localización lo que permite, al primero, conocer la dirección IP del Proxy Server al que pertenece el usuario *B* y, consecuentemente, enviarle otro INVITE.

Con el nuevo INVITE del Proxy **recibido.cu** al Proxy **etecsa.cu**, se inicia el intercambio de mensajes

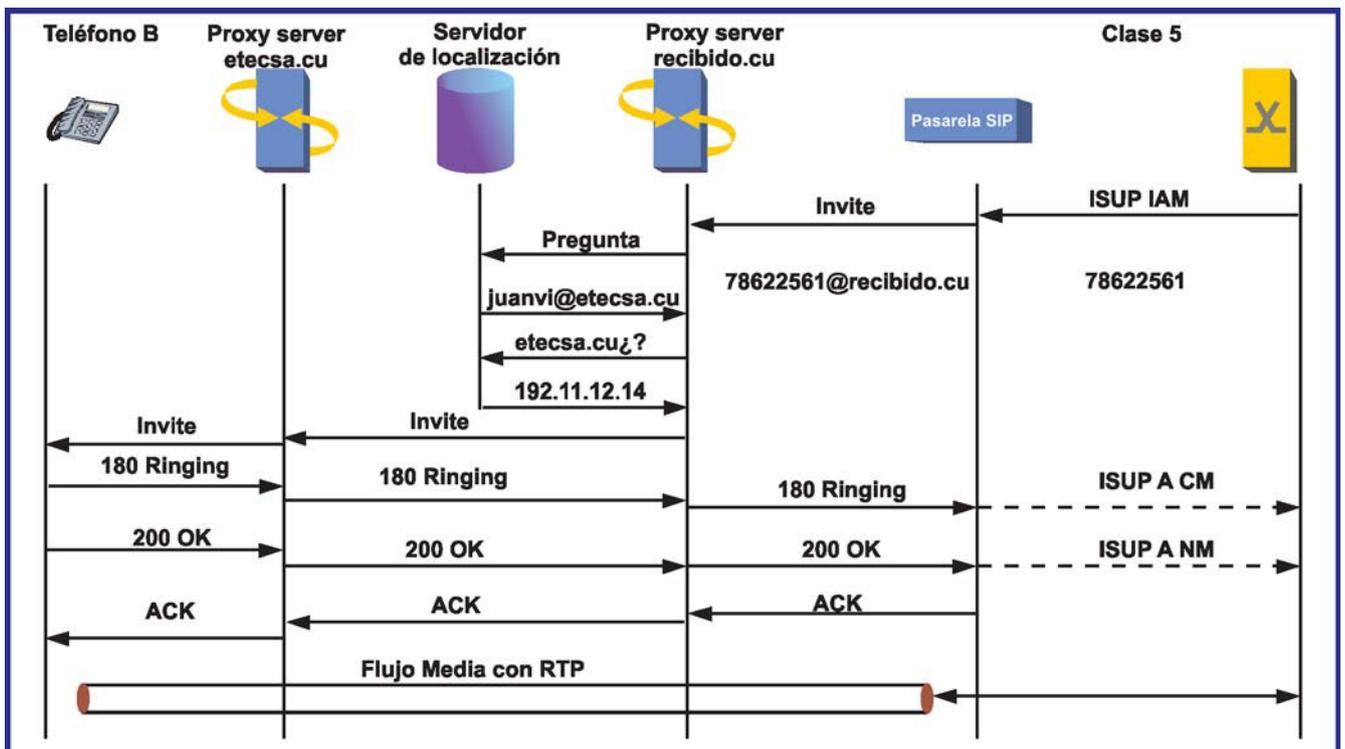


Figura 6 Intercambio de señalización para el establecimiento de una llamada entre un abonado de la red PSTN-RDSI y un abonado de una red IP con protocolo de señalización SIP

entre el terminal *B* —los Proxy Servers de la red IP—, la pasarela y la PSTN hasta el terminal del abonado *A* y, así, hasta el establecimiento de la llamada.

## Conclusiones

Es evidente que, con el advenimiento de las Redes de Nueva Generación, los operadores establecidos están interesados en que la significativa inversión que han realizado en la infraestructura de la red PSTN, les sirva como base y palanca para el despliegue de la nueva red.

El despliegue de la Red de Nueva Generación será un proceso paulatino que, entre los desafíos técnicos que plantea en el camino hacia la convergencia con las redes tradicionales, se encuentra la forma de dirigir las llamadas que pasan de un tipo de red a otro.

Es un consenso, en los organismos mundiales de normalización, que los números E.164 serán utilizados como identificador único. Consecuentemente, algún tipo de adaptación debe lograrse para insertarlos en las nuevas redes basadas en el protocolo IP. En este sentido, y como se ha demostrado en el artículo, un factor esencial a definir, antes del despliegue de la

nueva red, es la selección del protocolo de señalización que se empleará en la red IP.

El protocolo SIP tiene la probabilidad de convertirse en estándar mundial, en cuya filosofía se encuentra la localización real de un usuario mediante su identificador permanente. 

## Bibliografía

Granström, P.; Olson, S.; Peck, Mark. "The Future of Communication Using SIP". *Ericsson Review*, no. 1(2003): 28–35.

IETF Session Initiation Protocol (SIP) Working Group. Disponible en: <http://www.ietf.org/html.charters/sip-charter.html> (Consultado: diciembre de 2005).

IETF, RFC 1034 –Domain Names– Concepts and Facilities. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1034.txt> (Consultado:diciembre de 2005).

IETF, RFC 2396 – Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396> (Consultado:diciembre de 2005).

IETF, RFC 2916 – E.164 Number and DNS. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt> (Consultado: noviembre de 2006).

IETF, RFC 3261, SIP: Session Initiation Protocol. Disponible en: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt> (Consultado: noviembre de 2006).

International Engineering Consortium. "Simplifying Global Internetworking: The Economics of a Paced Approach toward Trae Voice and Data Convergence". Disponible en: <http://www.iec.org> (Consultado: diciembre de 2005).

Moreno, M.; Álvarez, M.; Vinyes, Joan. "Una primera aproximación al protocolo SIP". *Revista AHCIET*, no. 91(abril–junio, 2002): 70–80.

UIT–T Recomendación E.164 (02/05): The International Public Telecommunication Numbering Plan.

UIT-T Recomendación Y.2001 (12/04): General Overview of NGN.

UNITEC, SIP VoIP Network Protocol. Disponible en: <http://www.voip-voice-over-ip.com/technology?gaw=0787136533> (Consultado: enero de 2006).

3 COM, White Paper, Understanding IP Addressing. Disponible en: <http://www.cybertelecom.org/dns/lp.htm> (Consultado: enero de 2006).

## Anexo

### Mensajes, solicitudes y respuestas SIP

Los mensajes SIP, solicitudes (métodos) y respuestas —códigos de estado—, emplean el formato de mensaje genérico establecido en los protocolos definidos por IETF: RFC 822 y RFC 2543. Se describen algunas peticiones y códigos de estado.

### Solicitudes —métodos SIP—

INVITE permite el establecimiento de una sesión.

ACK confirma la respuesta a un mensaje INVITE.

BYE permite la liberación de una sesión previamente establecida.

OPTIONS se utiliza para solicitar las capacidades y el estado de un User Agent o de un Servidor.

CANCEL se utiliza para anular las peticiones INVITE en curso.

REGISTER permite registrar un UA. De esta forma el Servidor de Registro conoce la localización del usuario.

Respuestas SIP —códigos de estado—	Código significado	Ejemplo
1xx	Informativo	180 RINGING
2xx	Solicitud exitosa	200 OK
3xx	Redireccionado más acciones para completar una solicitud	302 MOVED TEMPORARILY
4xx	Error de cliente	404 NOT FOUND
5xx	Error de servidor	501 NOT IMPLEMENTED
6xx	Fallo global	600 BUSY EVERYWHERE