

1. Introducción

El presente proyecto contiene el diseño y configuración de dos plataformas de interfonía sobre redes IP¹, ambas instaladas por Revenga Ingenieros S.A. y actualmente en funcionamiento. Una de ellas sustenta el sistema de información disponible al usuario acerca del moderno sistema de control de accesos por videovigilancia instalado en el Barrio de las Letras de Madrid. La otra, el sistema de información y emergencias de la recientemente inaugurada estación de Bailén, en el Metro de Valencia.

Un sistema de interfonía no es sino un sistema de telefonía en el que algunos terminales presentan funcionalidad reducida: los interfonos. En éstos, para generar una llamada bastará con pulsar un simple botón. Así, de cara al público usuario, no será necesario marcar ni conocer ningún número de teléfono o abonado, lo cual es fundamental para que el sistema de comunicación sea cómodo y sencillo: atractivo para su uso en esos escenarios.

Debido a la popularidad del mundo IP, las grandes empresas y conglomerados públicos están desplegando unas redes IP por fibra de una capacidad aún desaprovechada. Esto, sumado a la fiabilidad cada día mayor en las redes de datos, hace que ya actualmente se opte por una conmutación de las comunicaciones de interfonía, tradicionalmente analógica, por vía IP.

Se puede decir que actualmente nos encontramos en la era de la digitalización de las comunicaciones, gracias a la que pueden desarrollarse fácilmente importantes capacidades computacionales sobre estas comunicaciones. El desarrollo de servicios avanzados que aprovechen estas capacidades es fruto de una necesidad de avance no sólo científico y tecnológico, sino también humano.



¹ IP: *Internet Protocol*, protocolo de Internet.

1.1 Introducción tecnológica

1.1.1 Tecnologías de VoIP

La voz sobre IP son las tecnologías que permiten comunicaciones de voz sobre el cada vez más extendido protocolo IP, lo cual, en particular, permite que el servicio de telefonía pueda ofrecerse a través de Internet [1].

Estas tecnologías se basan en múltiples protocolos y servicios, entre los cuales se destacarán los siguientes:

- **COPS:** el *Common Open Policy Service*, RFC² 2748 [2], de la IETF³ [3], describe un modelo cliente-servidor que gestiona políticas de control para protocolos que permitan QoS⁴.
- **ENUM:** *Electronic Numbering*, RFC 3761 [4], en el que se describe la traducción de números E.164⁵ a esquemas de direccionamiento IP (como son direcciones H.323, SIP o de correo electrónico).
- **IMS:** *IP Multimedia Subsystem* [5], aún en desarrollo, comenzó como parte de la tecnología seleccionada para el diseño de la tercera generación de telefonía móvil desarrollada en el 3GPP⁶, pero posteriormente se ha desarrollado como un estándar en sí mismo. Está basado en SIP.
- **MGCP:** *Media Gateway Control Protocol* [6], protocolo de señalización y control para conexiones VoIP.
- **PINT:** *PSTN/Internet Interworking*⁷, RFC 2848 [7], protocolo de invocación de servicios de telefonía adicionales, habitualmente usado como una extensión de las capacidades de SIP.
- **SCCP:** *Cisco Skinny Client Control Protocol*, protocolo propietario de Cisco para la comunicación entre los servidores Cisco CallManager y sus teléfonos VoIP.
- **SCTP:** *Stream Control Transmission Protocol*, RFC 3286 [8] de la IETF, es un nuevo protocolo de transporte IP, equivalente a UDP⁸ y TCP⁹, y que incluye múltiples funciones adicionales para el transporte de telefonía IP.
- **T.37 y T.38:** de la ITU¹⁰ [9], y en la RFC 3362 [10] su equivalente de la IETF, para la transmisión de fax sobre IP.

² RFC: *Request for Comments*, documentos base para estándares y publicaciones tecnológicas.

³ IETF: *Internet Engineering Task Force*, organismo internacional de estandarización.

⁴ QoS: *Quality of Service*, calidad de servicio.

⁵ La E.164 es una conocida recomendación de la ITU-T para la definición de un plan de numeración internacional.

⁶ 3GPP: *3rd Generation Partnership Project*, acuerdo de colaboración para definir los estándares que regulen la tercera generación de teléfonos móviles.

⁷ PSTN: *Public Switched Telephonic Network*, red pública de telefonía conmutada.

⁸ UDP: *User Datagram Protocol*.

⁹ TCP: *Transmission Control Protocol*.

¹⁰ ITU: *International Telecommunications Union*, organismo estandarizador internacional.

- **TRIP**: *Telephony Routing over IP*, RFC 3219 [11], se trata de un protocolo entre servidores interdominio, que publica la alcanzabilidad y las características de los destinos de telefonía asociados a esos dominios, independientemente del protocolo de señalización utilizado.

Sin embargo, y en cuanto a protocolos no propietarios, los más importantes y extendidos protocolos de comunicaciones para VoIP son H.323 y SIP:

- **H.323**, de la ITU, es un conjunto de estándares para la comunicación multimedia sobre redes de paquetes que no proporcionan calidad de servicio (QoS), soportando así conferencias no sólo de audio, sino también de vídeo y de datos [12].

Entre estos estándares se encuentra H.323 propiamente dicho, el cual describe el uso de las especificaciones H.225.0 y H.245, así como el de otros documentos relacionados con el transporte de servicios de conferencia multimedia basados en paquetes. En la especificación H.225.0 se describen los protocolos de señalización: RAS (*Registration Admission Status*), y el protocolo *Call Signaling* (de señalización de llamada), extraído de la Q.931. Y en la especificación H.245 se describe el protocolo de control multimedia. Estas especificaciones básicas ya se incluyen desde la versión 1.

En la versión 2, el estándar se amplía con la inclusión de las especificaciones H.235 para seguridad y H.450 para servicios suplementarios, y con la integración de T.120 para comunicaciones de datos. Y en las versiones 3, 4 y 5 se añaden diversos anexos para comunicaciones interdominio, extensibilidad e incluso movilidad.

Para el transporte, usa RTP¹¹ (RFC 3550 [13]).

Además, define una serie de elementos de red que soportan cierta funcionalidad, como son el Gatekeeper, encargado del direccionamiento, y las MCUs, encargadas de habilitar y gestionar multiconferencias.

Pero la característica clave de la arquitectura H.323 es la definición, en el mismo documento de la especificación, de máquinas de estado explícitas para cada servicio particular.

Este protocolo es el que soporta actualmente la mayoría de las comunicaciones de VoIP, entre otros motivos por haber sido el primero en desarrollarse.

- **SIP**, RFC 3261, de la IETF, *Session Initiation Protocol*, no es sino un protocolo de la capa de sesión, que sirve para crear, modificar y terminar sesiones entre uno o más participantes [14]. Sus funciones principales son:
 - Localización de recursos/participantes.
 - Invitación a sesiones de servicio.
 - Negociación de parámetros de sesión.

¹¹ RTP: *Real-Time Transport Protocol*, protocolo de transporte para tiempo real.

Su funcionamiento se parece mucho al de HTTP: es un protocolo modo texto, que funciona en un esquema *request-response*, y que, en su especificación base, comporta un conjunto muy reducido de métodos. La descripción de los contenidos de cada método se consigue mediante el uso del protocolo *SDP Session Description Protocol*, RFC 2327 [15]. Como el contenido de las sesiones es transparente a SIP, podrá describirse cualquier tipo de sesión: desde llamadas de teléfono hasta juegos online o comunicaciones de realidad virtual. Para el transporte se usa típicamente RTP (al igual que H.323).

En definitiva, se trata de un protocolo cuya filosofía principal es la modularidad y generalidad, orientado a Internet, y que ha pasado a formar parte de la 3G móvil bajo el IMS¹². Sin embargo, esta generalidad ha hecho que sus extensiones, desarrolladas para servir a múltiples aplicaciones de servicio, resulten difíciles de compatibilizar.

1.1.2 Comparación H.323 - SIP

Mucho se ha escrito en lo referente a la bondad de uno u otro protocolo [16]. H.323 presenta una arquitectura cerrada, en la que se define exhaustivamente cada servicio y cada elemento de la red, desde la forma de codificación (ASN.1¹³) hasta las máquinas de estado. Por el contrario, su desarrollo y ampliación resulta difícil y costoso.

SIP, en cambio, presenta una arquitectura modular, fácilmente ampliable, que se adecúa a un formato HTTP¹⁴, adaptándose así directamente a Internet (frente al desarrollo de H.323 más orientado a redes locales, debido en parte a su temprano uso). Bajo esta arquitectura, cada desarrollador puede escoger no sólo su particular forma de ofrecer el servicio sino también de definirlo y de ampliarlo. También permite una fácil integración con cualquier otro servicio de Internet.

Por otro lado, suele caracterizarse a SIP por tener raíces en la comunidad IP, habiendo sido estandarizado y gobernado por el IETF; mientras que a H.323, desarrollado en el seno de la ITU, se le asocia un origen más en el seno de la industria de las telecomunicaciones. A pesar de que las dos organizaciones han participado de alguna forma en la definición de ambos protocolos.

Quizás esta última premisa haya sido la responsable de la aparición de muchos detractores del protocolo H.323; pero sus razones no siempre son suficientes:

- Ante la afirmación de que H.323 es un protocolo anticuado, no puede menos que recordarse que se encuentra en constante revisión y desarrollo.
- Ante la observación de que resulta demasiado complejo, puede afirmarse que H.323 resuelve perfectamente la inclusión de vídeo en las comunicaciones y los esquemas de tarificación de llamadas; que muchas implementaciones del protocolo SIP resultan

¹² IMS: *Internet Multimedia Subsystem*, parte de la 3GP móvil que trata de definir unas redes de telefonía móvil basadas en IP.

¹³ ASN.1: *Abstract Syntax Notation 1*, lenguaje de definición de una sintaxis abstracta para la representación de datos de manera independiente de la máquina.

¹⁴ HTTP: *HyperText Transfer Protocol*, lenguaje de transferencia hipertexto para las comunicaciones *World Wide Web*.

tremendamente pesadas, que en efecto el hecho de que la implementación no esté definida hace que en muchos casos éstas no sean estables, o que SIP puede no resultar tan liviano al tener que compartir muchísimos códigos de estado HTTP.

- Ante el comentario de que H.323 ha intentado erróneamente traspasar la arquitectura PSTN a las redes de paquetes, se argumenta que su interoperabilidad con ella es mucho mejor que la que ofrece SIP. Ante la afirmación de que SIP es mucho más flexible y escalable que H.323, responden que SIP es, tan sólo, más simple. Y ambos poseen librerías de código abierto en continuo desarrollo [17].

H.323 define sus extensiones del protocolo en nuevas y complejas versiones (por supuesto, siempre compatibles con las versiones anteriores), que van apareciendo en función de las necesidades de la VoIP con el transcurso del tiempo. Desde luego, para que los nuevos servicios introducidos en las versiones más recientes tengan aplicación en una red H.323 es necesario que todos sus componentes las compartan; pero, debido al refinamiento de las capacidades ofrecidas por las últimas versiones, no es habitual encontrarse con equipos que permitan actualizaciones de *firmware* para las versiones nuevas.

Por otro lado, las extensiones del protocolo en SIP definen nuevas cabeceras, nuevos métodos o nuevos códigos de respuesta [18]. Pero el hecho de que no haya especificación explícita para la definición de servicios suplementarios ha hecho que el IETF, desde diversos grupos de trabajo (*Working Groups*), se haya dedicado a publicar numerosos trabajos:

- Creación de un marco de trabajo para el control de llamada [19].
- Concreción el servicio de transferencia de llamada [20].
- Interoperabilidad con la PSTN (con todo un grupo de trabajo, el PINT) [21]
- Incluso ha propuesto (paralelamente con la ITU, que lo utiliza para H.323 desde su versión 4) la integración con MEGACO para la descripción de arquitecturas de pasarelas.
- Todo esto, además de otros trabajos destinados a aclarar algunas situaciones, como la confiabilidad de respuestas provisionales [22], o la relación entre las preferencias del origen y las capacidades del destino de las sesiones [23].

Las consecuencias son que, en realidad, implementaciones muy completas del protocolo SIP presenten una complejidad similar a la ofrecida en H.323, y que parezca, incluso, que ambos protocolos puedan tender a hacerse muy similares con el paso del tiempo.

Actualmente, la inmensa mayoría de los sistemas VoIP activos y en funcionamiento usan H.323; y, mientras durante un tiempo los productos SIP fueron mucho más económicos que los H.323, debido a la enorme complejidad del protocolo H.323 frente a la simplicidad de SIP a la hora de implementar las características básicas de las comunicaciones de voz, hace poco que los precios comienzan a equipararse, gracias a la especificación de terminal simple de la versión 3 de H.323. Pero, por otro lado, existe una mayor parte de los operadores de VoIP en Internet que, cuando operan con protocolos de código abierto, utilizan SIP. Y también es muy importante el detalle de la inclusión de SIP en el IMS. Actualmente, aún se encuentra el mercado por decidir.

1.2 Estado del arte



1.2.1 Interfonía IP

Hoy en día, la primera respuesta de Google (y fuera de los enlaces patrocinados) ante la entrada “interfonía IP” es el sistema Interfonic de Revenga Ingenieros S.A., para el que se ha desarrollado el presente proyecto.

En efecto, mientras coexisten múltiples posibilidades y opciones en el mercado de la telefonía IP, la interfonía, bastante más restrictiva por el requerimiento de un terminal lo más sencillo posible (el interfono), no se ha desarrollado aún sobre IP, a pesar de sus variadas posibilidades de uso:

- Por ejemplo, con interfonos inteligentes, que permitan la programación interna de la llamada en función de parámetros de red, esta interfonía podría instalarse en entornos residenciales:
- Por ejemplo, teléfonos IP para la tercera edad, que resuelvan una comunicación por ejemplo de emergencia con una o varias personas, en función de la franja horaria o del estado de ocupación de los posibles destinos de la llamada. Esta programación podría ser actualizada por gestores de red que, en este caso, podrían ser los mismos destinatarios de la llamada; por ejemplo, con programación por páginas web.
- Otro ejemplo sería su uso en porteros automáticos por IP que se integrasen con redes telefónicas y que pudieran, en función de la franja horaria, establecer una llamada hacia un teléfono móvil, varias llamadas simultáneas, etc. Y aún podrían sumarse capacidades de vídeo.

De cualquier forma, para todo esto parece fundamental la integración en un estándar internacional. Así la plataforma de interfonía permitiría futuras interoperabilidades, ampliaciones o reducciones, independientes de la empresa con la que se contrata el producto (dejando aparte el soporte técnico imprescindible).

Actualmente sólo existen en el mercado soluciones integrales y propietarias de interfonía IP, orientadas a satisfacer desde comunicaciones directas entre secretarías y jefes hasta grandes conglomerados de servicios (entornos ferroviarios, aeropuertos) [24]. Ejemplos de este tipo

de equipamiento y de sus sistemas de comunicaciones se muestran en las figuras 1 y 2, respectivamente.



Figura 1: Gama de accesorios de interfonía de Digital Acoustics.

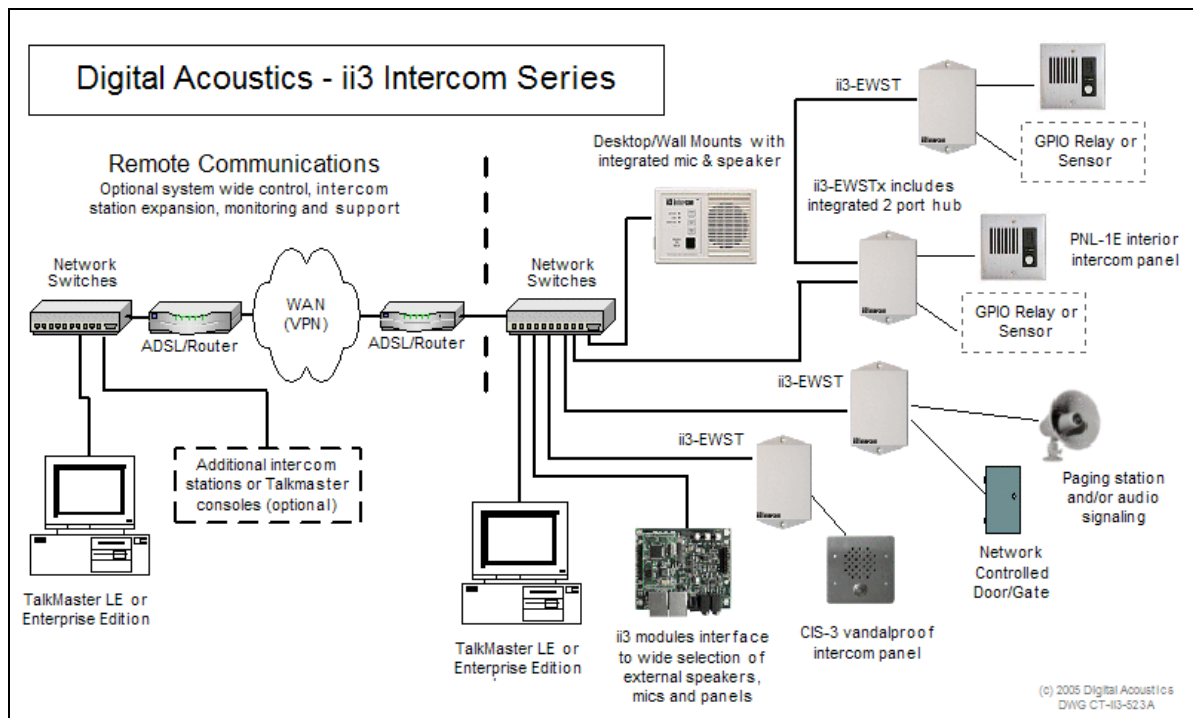


Figura 2: Esquema de comunicaciones de interfonía sobre protocolo propietario de Digital Acoustics.

Mientras, en el marco de la telefonía IP las funcionalidades más impresionantes se encuentran en pleno desarrollo. Para verlas en detalle, elaborando al mismo tiempo algunos esquemas de sus causas o posibles significados a nivel de mercado, se pasará a continuación al estudio del estado del arte de la Voz sobre IP. Este estudio proporcionará un mucho mayor grado de detalle y perspectiva; y, en la medida en que la VoIP engloba a la telefonía IP, también englobará a la interfonía IP.

1.2.2 VoIP

La Voz sobre IP es un concepto que se reduce a la transmisión de voz por redes de datos sobre el protocolo IP. De esta forma pueden, además, atravesar Internet.

La VoIP ha traído consigo dos características que han superado a las redes tradicionales de telefonía: el aumento de la funcionalidad y la reducción de costes.

Pero no sólo eso: también ha aparejado una modificación fundamental en el espectro de mercado de las telecomunicaciones: la transición hacia un modelo de negocio basado en provisión de servicios sobre banda ancha.

1.2.2.1 Aumento de la funcionalidad

El aumento de la funcionalidad, con respecto al servicio ofrecido por el POTS¹⁵ y las GSTN¹⁶, podría parecer quizás aún incipiente, debido a su lenta penetración.

Pero es que, por ejemplo, con **Skype** [25], el servicio VoIP de Internet pionero, *peer-to-peer*, gratuito y ahora además de código abierto [26], se permiten cómodas multiconferencias, además de chat, intercambio de archivos y comunicaciones de vídeo mediante webcam, sin dejar de subrayar la movilidad del usuario hasta allí adonde llegue Internet.



En cuanto a consumibles, en el mercado pueden encontrarse:

- Desde teléfonos IP inalámbricos que funcionan sobre una cuenta Skype [27] o Vonage [28], hasta teléfonos IP de lujoso diseño con pantalla táctil [29] (figura 3).
- Desde mínimas pasarelas de un solo puerto FXS¹⁷ para transformar el teléfono analógico al mundo IP [30], hasta fabricantes de TDMoIP para encapsular TDM¹⁸ en protocolos VoIP [31].
- Y, además, las múltiples opciones de teléfonos software, con o sin vídeo, para PC o PocketPC, en plataformas de desarrollo abiertas o con tecnologías propietarias [32].

¹⁵ POTS: *Public Old Telephony Service*, antiguo servicio público de telefonía.

¹⁶ GSTN: *General Switched Telephone Networks*, entre las que se incluyen tanto las PSTN como las redes privadas analógicas.

¹⁷ FXS: *Foreign eXchange Subscriber*, interfaz analógica dirigida hacia un usuario. Por una FXS debe suministrarse tono de marcado al descolgarse (entonces el circuito analógico queda abierto), voltaje para el tono de llamada, tonos de marcado y de proceso de la llamada (en frecuencias), y corriente para suministrar batería durante la comunicación.

¹⁸ TDM: *Time Division Multiplexing*, forma de multiplexado habitual en redes de circuitos.



Figura 3: El teléfono IP de pantalla táctil i.Picasso 6000.

Por otro lado, una de las corporaciones líder en el desarrollo de soluciones VoIP orientadas a empresa, **Cisco Systems**, ofrece entre sus productos más avanzados el **Cisco Customer Voice Portal**¹⁹ [33], una aplicación AVVID²⁰ para las redes propietarias SCCP de Cisco.

Este portal, integrando reconocimiento de voz (ASR²¹) y capacidades TTS²², constituye una potentísima herramienta para la gestión automatizada de centros de llamadas (*call centers*). Y permite, por ejemplo, pagos de facturas, compra y reserva de productos, o petición de información, sin la participación de operadores humanos, además, por supuesto, de soluciones híbridas en las que la participación de estos operadores resulte necesaria. Todo esto, con unas opciones de seguridad en la red de proceso impresionantes. Un esquema general de la infraestructura CCVP se muestra en la figura 4:

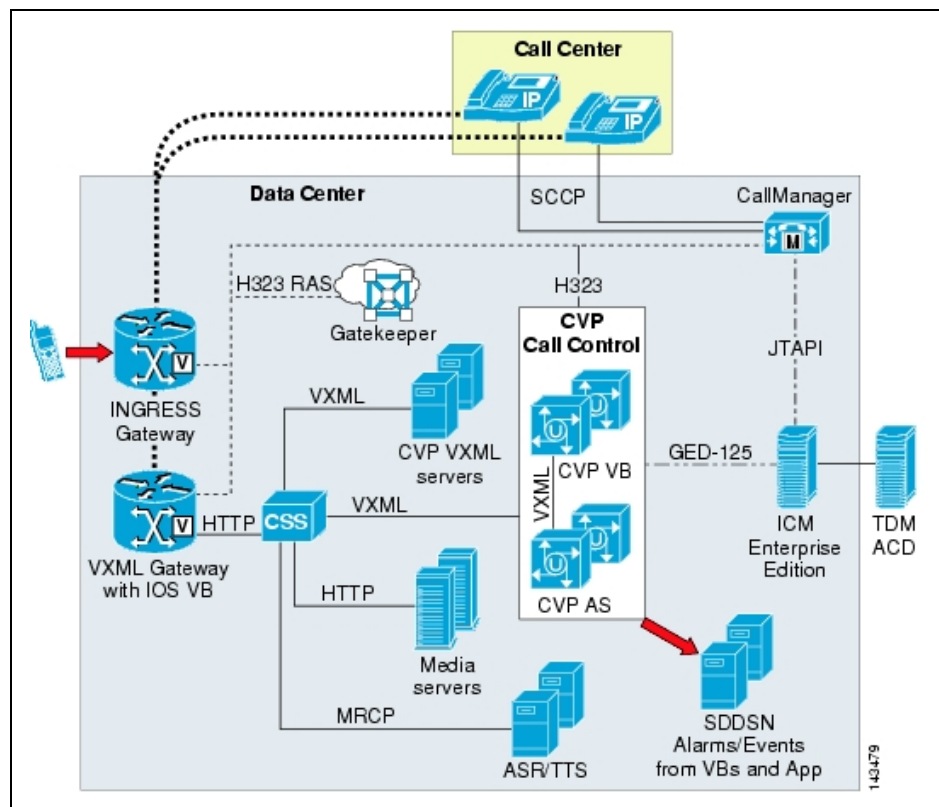


Figura 4: Esquema de aplicación del Cisco Customer Voice Portal (CCVP).

¹⁹ Cisco Customer Voice Portal: un portal de voz personalizado, de Cisco.

²⁰ AVVID: Architecture for Voice, Video and Integrated Data, arquitectura por voz, vídeo, y datos integrados.

²¹ ASR: Automatic Speech Recognition, reconocimiento de voz automático.

²² TTS: Text To Speech, traducción de textos escritos a voz.

Radicalmente opuestas a la solución Cisco se encuentran las centralitas VoIP de código abierto sobre plataformas libres, como es el caso de la célebre **Asterisk** [34], la cual, junto con su manual de configuración, se adjunta en el CD, en la carpeta Archivos Adjuntos\Varios\Asterisk. Esta centralita, aunque aún no ofrece *Authomatic Speech Recognition*, sí que ofrece, entre otras capacidades:



- IVR²³.
- TTS.
- Reproducción de música para llamadas en espera.
- Grabación de conversaciones.

Además, estas centralitas se basan en estándares internacionales (SIP, H.323, MGCP).

Esto permite la ampliación de sus redes de control y gestión mediante el desarrollo de aplicaciones integrables en el sistema, como servidores SNMP, etc; así como la integración con elementos de red compatibles como teléfonos IP, servidores de direccionamiento o pasarelas de los distintos fabricantes que se acojan a los mismos estándares.

Confrontando las dos posibilidades anteriores, una solución propietaria de uno de estos gigantes multinacionales ofrecerá muchas ventajas en cuanto a fiabilidad y soporte técnico, e incluso en cuanto a tiempo de puesta en marcha, aunque el precio resulte tremendamente más elevado. Claro, que este coste habría que añadirsele, en comparación con la solución ofrecida por centralitas libres y gratuitas, en:

- Auditorías de red.
- Integración.
- Pruebas.
- Tolerancia a fallos.
- Mantenimiento.
- Y además, el personal cualificado capaz de llevar todas estas tareas a cabo.

Es posible que, en definitiva, la primera opción resulte óptima para una gran corporación, mientras que la segunda parece más adaptable a entornos PYMEs²⁴.

Por otro lado, todas las soluciones anteriormente expuestas permiten la integración con las redes de telefonía tradicionales:

- Skype mediante la asignación de un número de teléfono de momento sólo norteamericano.
- Asterisk mediante interfaces FXS y FXO.
- Cisco también con tecnologías TDM.

²³ IVR: *Interactive Voice Response*, respuesta a dígitos marcados mediante grabaciones de voz.

²⁴ PYME: Pequeña Y Mediana Empresa: hasta 150 trabajadores.

Y es que la PSTN aún funciona bastante mejor que la VoIP, pues, a pesar de que las conexiones analógicas entre el abonado y la central presentan una respuesta ante el ruido que en muchos casos puede distorsionar enormemente la señal, las transmisiones TDM asignan un *slot* de información fijo a cada usuario, en los grandes enlaces telefónicos entre centrales: es decir, que no suceden pérdidas de paquetes [35].

Las redes de paquetes aún no pueden ofrecer esta calidad de servicio *carrier class*²⁵ por dos motivos:

- El primero, porque se obvian las planificaciones de ancho de banda necesarias para que las comunicaciones en tiempo real sobre estas redes dispongan de holgado rendimiento, (es decir, auditorías de red, que en algunos casos necesitarían ser periódicas, y en otros incluso continuas).
- Y el segundo, porque no se ofrece una QoS, en los equipos de LAN²⁶ y, sobre todo, en las redes WAN²⁷, que ya comienza a ser imprescindible para diferenciar tipos de tráfico.

1.2.2.2 Reducción de costes

En este sentido, podría esperarse que los proveedores de servicio en Internet ofrecieran diferentes tarifas por tráfico (BW²⁸ por ejemplo) en función de la calidad de servicio contratada.

Porque, en efecto, la reducción de costes aparejada a la VoIP proviene del hecho de que las redes de datos no tarifiquen por volumen de datos transmitidos, sino por ancho de banda contratado. En efecto, con el modelo de tarifa plana, todas las llamadas sobre VoIP resultan “gratuitas” una vez se han pagado las cuotas de inscripción en el servicio. Algo totalmente opuesto al modelo de tarificación tradicional PSTN y de telefonía móvil, basado en tiempo de conexión, en el tiempo de ocupación de un circuito. Ahora, de hecho, existen muchos operadores de telefonía VoIP que, con sedes en distintos países, sólo tienen que conmutar las llamadas internacionales por IP a las redes nacionales, ahorrándose unos costes que les permiten ofrecer económicas soluciones de voz con tarjetas de prepago para este mercado de la telefonía internacional.

1.2.2.3 Modificación del modelo de negocio de telefonía

Y es que, por un lado, es posible que se esté desbancando el modelo de negocio tradicional, basado en las redes propietarias de telefonía fija y en la tarificación por tiempo de conexión: este modelo parece sustituirse por el de una tarifa plana de conexión a Internet sobre la que la telefonía se ofrecería como un servicio adicional.

²⁵ *Carrier class*: la clase portadora se refiere a hardware y software usado en redes de alta velocidad. Implica transferencias extremadamente fiables, bien testeadas y probadas. También reciben el nombre de *carrier grade*.

²⁶ LAN: *Local Area Network*, redes de area local.

²⁷ WAN: *Wide Area Network*, redes de area extensa.

²⁸ BW: *Band Width*, ancho de banda.

En este sentido, ya existen numerosas empresas intentando consolidarse en este escenario: Skype, VoipBuster, VoipStunt, Gizmo, P4Gphone, DialPad, Sip2Go, Vonage, NetZeroVoice, VoiceEclipse, Skypho, Stanaphone, TotalCall, o Jajah, son sólo algunos ejemplos de proveedores de servicio de VoIP en Internet [36], muchos usando tecnologías propietarias, otros trabajando bajo estándares como SIP. Y la mayoría de ellas, además de ofrecer comunicaciones PC → PC gratuitas, reducen ostensiblemente los costes de las comunicaciones, unidireccionales (es decir, PC → PSTN), a nivel internacional. Incluso ya el nuevo gran gigante de las tecnologías de la información, Google, se ha introducido en el mercado con su sistema VoIP GoogleTalk [37].

No en vano, ya todas las empresas de telecomunicaciones del territorio nacional ofrecen, acompañando a sus ofertas de acceso a Internet, todas las llamadas nacionales entre teléfonos fijos gratuitas. Esto es producto, sencillamente, del aprovechamiento de una pequeña parte del bucle desagregado para tales efectos, por parte de las compañías no propietarias de la red fija. En España, el 72% de las empresas y el 15% de los hogares dispone de conexión a Internet por banda ancha [38]. Los ingresos por telefonía para los operadores de telefonía fija, en lo que respecta a estos usuarios se han reducido a las comunicaciones internacionales (por otro lado mucho más baratas mediante telefonía IP y proveedores de servicio en Internet, como ya se ha comentado), y, sobre todo, a las comunicaciones con la telefonía móvil. Además, los servicios de telecomunicaciones requieren cada día más ancho de banda, y, a pesar de que en España la banda ancha genera muchísimas quejas entre los consumidores [39], nuestro país se sitúa en el onceavo puesto mundial en cuanto a penetración de la banda ancha (figura 5), habiendo experimentado un crecimiento del 48% durante todo el pasado 2005 [40]. En la figura 5, la primera barra representa las conexiones por DSL, y la segunda el resto (en millones de conexiones):

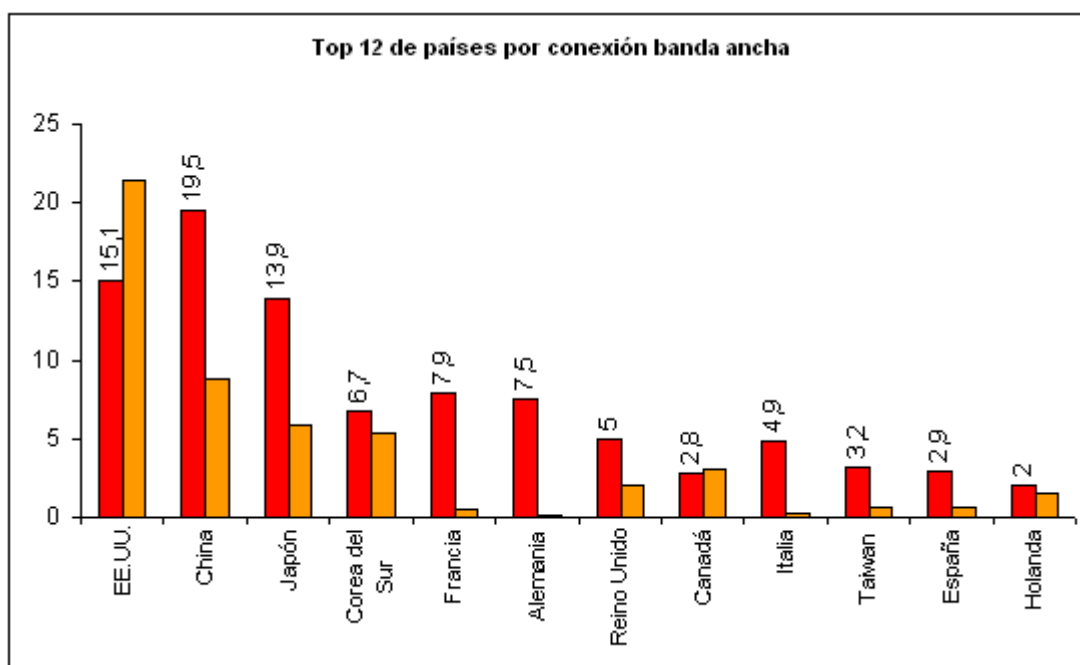


Figura 5: Top 12 de países por conexión a Internet en banda ancha.

Es, por otro lado, la regulación de la VoIP un escollo a salvar para la definición del mercado. Ya se discutía, allá por el año 2004, tanto en el marco internacional como en el nacional [41], y en España aún no se han concluido las actuaciones, entre otras cosas, por la

confrontación con la definición de servicio universal asociada al servicio de telefonía disponible al público. Aunque ya muchos otros países han tomado resoluciones provisionales al respecto [42].

Como consecuencia, aún no resulta fácil recibir una llamada en un PC desde un teléfono de la PSTN. Pero es que ya existen operadores de VoIP internacionales que ofertan llamadas gratuitas hacia teléfonos fijos españoles [43], y que, una vez establecido este marco regulatorio nacional, podrían desplazar a los operadores tradicionales de telefonía fija nacionales, al menos en cierta cuota de mercado [44].

Y tampoco podría dejar de augurarse que, en cuanto se consolide la 3G móvil, esta telefonía podría orientar su modelo de negocio a una definición de acceso de datos móvil basada también en tarifas planas sobre las que, una vez estas tarifas resulten competitivas con el mercado fijo [45], comiencen a usarse aplicaciones de VoIP (sin olvidar el compromiso del UMTS²⁹ de basar en el estándar SIP su núcleo IMS).

Más allá, ¿se basará la tarificación de la NGN³⁰ (en cuya definición se ofrece QoS independiente de la tecnología de transporte) en múltiples opciones de contrato, cada una orientada a un servicio distinto, o en un *pack* completo y una factura única? En relación con esto, ha de reseñarse la actual tendencia de las grandes multinacionales a fusionarse entre sí, y en cuanto a telecomunicaciones, de ofrecer *triple play*: televisión, teléfono e Internet, en una única factura [46].

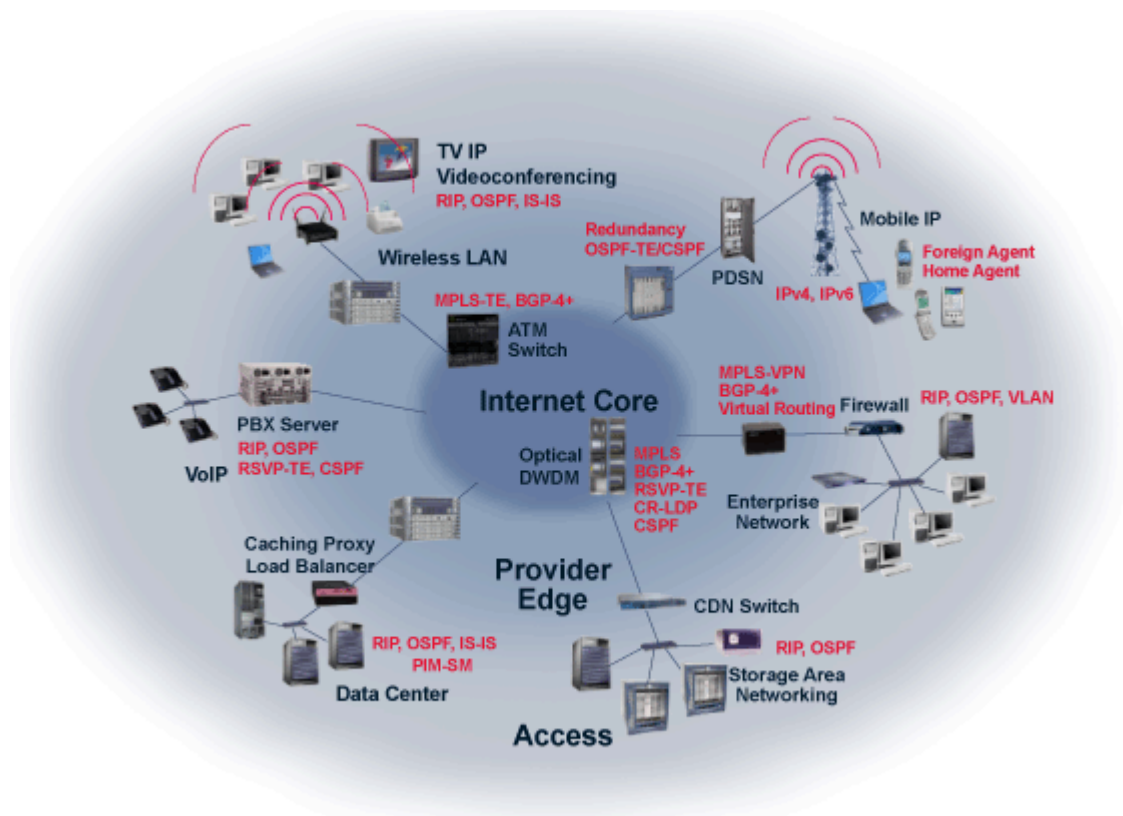


Figura 6: Esquema de la NGN.

²⁹ UMTS: *Universal Mobile Telecommunications System*, estándar para la definición de la tercera generación de telefonía móvil.

³⁰ *Next Generation Networks*, las redes futuras.

1.2.2.4 El futuro de la VoIP

En efecto, la VoIP ha significado un enorme avance en las tecnologías de servicios. Y es que la tecnología IP ha superado en intensidad, sobre todo debido al impresionante auge de Internet, a cualquier otra. Pero la VoIP también ha significado un fuerte impulso a otras comunicaciones de datos en tiempo real, como por ejemplo las videoconferencias (que ya se integran en numerosas aplicaciones de telefonía IP).

La televisión interactiva ha comenzado a participar del mercado de las telecomunicaciones: Telefónica ofrece Imagenio [47], que utiliza una conexión telefónica para realimentar la interactividad. Entre los operadores de cable, ONO presentó su nuevo servicio de Vídeo bajo demanda, llamado OJO [48]. Y también hay que resaltar la puesta en funcionamiento, por parte de uno de los proveedores de servicio de banda ancha más importantes de nuestro país, Jazztel, de un proyecto piloto para ofertar televisión a través de ADSL³¹ [49]. Todo esto en competencia con la nueva oferta de TDT³², en el apartado de radiodifusión.

Cada jugador hace su apuesta, pero ¿llegará el momento en el que el *broadcast* se sustituya por el acceso interactivo? Mientras, parece que el mercado de FTTH³³ se consolida en Japón, donde se pueden contemplar velocidades de acceso a Internet de 100Mbps [50].

Pero esto no es todo: aún quedan muchas tecnologías por aparecer, por entrar en juego: como los servicios relacionados con las instalaciones domóticas, de telecontrol vía portal doméstico, con relación a la NGN. Y, un poco más adelante, y en cuanto a tiempo real, la realidad virtual.

Piensen por ejemplo en la definición de un espectro olfativo, con un vector gigante de selección de sustancias olfativas, acompañado a continuación de datos de intensidad para cada una de las sustancias que existan en cada instante de codificación. O en un sistema de codificación de impulsos nerviosos, mediante el cual puedan comunicarse los nervios del sistema humano que se activen, cada uno representando una información de carácter electromagnético y/o químico, en cada instante de tiempo. Imaginen las necesidades de ancho de banda para este tipo de señales.

De cualquier forma, no cabe duda de que la VoIP ha variado el mercado de las telecomunicaciones, quizás marcado por una globalización tan potenciada por Internet, en donde las empresas compiten a un nivel directamente internacional, y en el que muchas empresas se han quedado fuera de juego, a pesar de que la tecnología y el nicho de mercado eran nuevos. Y es que las nuevas tecnologías no pueden dejar de contemplarse desde el punto de vista del mercado, porque en realidad son los usuarios quienes deciden su avance, su utilidad.

Mientras ya se habla de un 13% de todas las comunicaciones de voz, en el mercado residencial de Europa Occidental, para el 2008 [51], ya se pueden advertir de alguna forma las pautas de desarrollo de una tecnología de nueva entrada en un ámbito estrictamente global como es Internet. No cabe duda de que las nuevas tecnologías orientadas al público general requieren de una aceptación por parte de este público, que depende entre otras cosas de la facilidad del uso de estas tecnologías, o en el interés que esta sensación de progreso

³¹ ADSL: *Asymmetric Digital Subscriber Line*, línea digital de alta velocidad que se apoya en el par trenzado del bucle de abonado de las redes de telefonía tradicionales.

³² TDT: Televisión Digital Terrestre.

³³ FTTH: *Fiber To The Home*, fibra hasta el hogar, tecnología de bucle de abonado basada en fibra óptica.

despierta en cada particular entramado cultural. De hecho, y en cuanto a su relación con lo anterior, la entrada de la VoIP depende de dos factores:

- Uno, la familiaridad con el servicio de telefonía, vigente desde finales del siglo XIX, y que se ha mostrado crucial en el espectacular desarrollo de la telefonía móvil.
- Y otro, los accesos de banda ancha, y el uso de los servicios de acceso en Internet.

¿Podría esperarse una analogía entre el comportamiento de esta banda ancha, y de todos los servicios a ella asociados –VoIP, videoconferencias, portales domóticos, TV-, y el *boom* de la telefonía móvil?

La decisión de lo que hace falta y de lo que no, se rompió con la telefonía móvil. Pero, ¿cómo entonces definir un servicio universal? ¿Lo es la televisión, lo es la banda ancha? Y, además, ¿dónde se encuentra la saturación del cliente? ¿Nos estamos saliendo de las necesidades naturales del ser humano, en cuanto a telecomunicaciones?

Nuestro cometido, como creadores de telecomunicaciones, consiste en saldar esas necesidades. Y, también, en crearlas.