

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
PROYECTO FIN DE CARRERA**

**“IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TELEFONÍA IP BASADO EN SIP y H.323”**

AUTOR: María Sánchez Labrador
TUTOR: Dr. José Ignacio Moreno Novella

Índice

1. Descripción del Proyecto	2
1.1 Origen	2
1.2 Objetivo	3
1.3 Desarrollo.....	4
1.3.1 Estudio de la oferta comercial	4
1.3.2 Desarrollo de la maqueta	5
1.4 Conclusiones.....	7
2. Originalidad del Tema.....	8
3. Resultados Obtenidos	10
4. Aplicabilidad Práctica	13
4.1 Viabilidad del Proyecto	15
4.2 Viabilidad Económica.....	15
5. Anexo	16
6. Glosario de Términos	18

1. Descripción del Proyecto

1.1 Origen

Como alumna de Ingeniería de Telecomunicación, disfruté de una beca en la empresa Soluziona¹, en el departamento de Comunicaciones Convergentes. Como proyecto de Investigación y Desarrollo surge la posibilidad de desarrollar una maqueta que integra tres tecnologías diferentes de comunicación como son SIP, H.323 (ambos protocolos de VoIP) y la red telefónica conmutada tradicional. El propósito final es implantar este tipo de tecnologías en el entorno empresarial.

Actualmente se están dando nuevas modalidades de comunicación aparte de las llamadas telefónicas, como son las multiconferencias, la videoconferencia, el correo electrónico, las comunicaciones móviles, la mensajería instantánea, etc. Se persigue una convergencia de las comunicaciones en las que la voz, el vídeo y los datos se transportan a través de IP, proporcionando nuevas formas de conexión, comunicación y colaboración. Al tener voz y datos integrados en una sola estructura de red, resulta más sencillo su mantenimiento y gestión, permitiendo un ahorro de costes a las compañías. Es entonces cuando surge la Voz sobre IP (VoIP) y como aplicación de esta tecnología, aparece la Telefonía IP, que permite la realización de llamadas telefónicas sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando PCs, gateways, teléfonos IP y tradicionales, etc.

Por otro lado, también se está produciendo un importante incremento de la movilidad que hace que se busquen nuevas formas de comunicación de tal forma que se quiera contactar con una persona y no con un número concreto. No importa dónde se encuentre el usuario, importa que independientemente de su ubicación, sea capaz de comunicarse.

Junto con la telefonía IP se pueden desarrollar nuevas aplicaciones y servicios que la telefonía tradicional no presentaba como son la Mensajería Unificada, Centros IP de Atención al cliente, Aplicaciones de movilidad y teletrabajo, Aplicaciones en la pantalla de los teléfonos, etc.

Hay muchas razones que explican el auge de la VoIP. La más importante es el ahorro de costes en las empresas que se obtiene mediante la convergencia del tráfico de voz y datos en una sola estructura de red. Por otra parte, resulta más sencillo mantener y gestionar redes convergentes de voz y datos. Además, la VoIP proporciona nuevos servicios y aplicaciones que la telefonía tradicional no presentaba. Numerosos estudios de compañías analistas de mercados y tendencias económicas como Frost & Sullivan, IDATE, Probe Research, etc, muestran el importante mercado que tiene la VoIP y el gran crecimiento que tendrá en los próximos años, sobre todo en el mundo empresarial, como se puede observar en la figura 1:

¹ <http://www.soluziona.es>

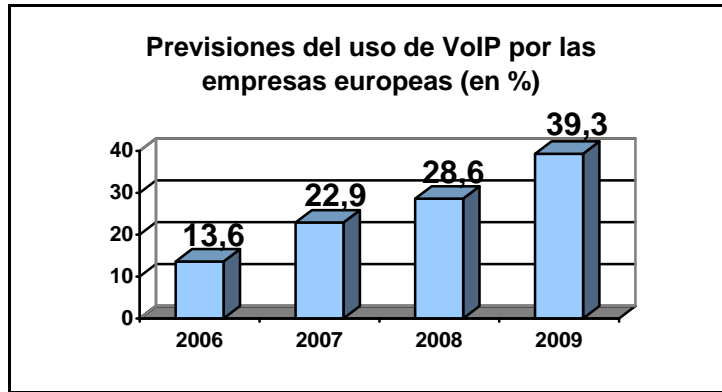


Figura 1 - Previsiones VoIP (Fuente: [Idate])

Tras ver el mercado existente para la VoIP, la viabilidad tanto económica como técnica y las posibilidades de negocio que presenta, resulta interesante investigar acerca de esta tecnología. De este modo, surgen preguntas acerca de qué es exactamente la VoIP, qué arquitectura presenta, cuáles son los protocolos más utilizados o convenientes, cómo se puede implementar en un entorno corporativo y qué ventajas ofrece frente a otras tecnologías actuales.

Este proyecto fue concebido para responder a las preguntas planteadas y adquirir conocimiento en el camino hacia las comunicaciones convergentes.

1.2 Objetivo

Teniendo en cuenta el entorno en el que se desarrolla el proyecto, el objetivo del mismo consiste en adquirir el conocimiento y la capacidad para desarrollar un proyecto de ingeniería y poder implantar un sistema de VoIP en un entorno empresarial.

Para conseguir ese objetivo, se realiza un diseño inicial que integra las tres tecnologías más importantes de telefonía (SIP, H.323 y RTC) y a partir de él se desarrolla y configura la maqueta de VoIP en el laboratorio. Se analizan los protocolos, las funcionalidades y retardos y se extraen conclusiones del montaje. Una vez que la maqueta ha sido probada y configurada en el laboratorio, se trata de extender ese conocimiento adquirido a un entorno corporativo, explicando cómo se dimensiona el sistema y cuáles son las ventajas que ofrece una implantación de este tipo en un entorno empresarial.

1.3 Desarrollo

Este proyecto consta de varias fases:

- En primer lugar se realiza un estudio de la situación actual de la tecnología: se analizan los protocolos más importantes relacionados con la VoIP como son SIP y H.323. Se consideran los principales riesgos y amenazas que pueden afectar a un sistema de telefonía IP incluyendo distintas propuestas para solucionar los problemas de seguridad.
- Se realiza un diseño que integre las tres tecnologías involucradas (SIP, H.323 y RTC) y se desarrolla una maqueta en el laboratorio que integra y comprueba la interoperabilidad entre los protocolos. Al tratarse de un proyecto de I+D, varios de los equipos se encontraban aún en fase de desarrollo y no estaban disponibles en el mercado. El acceso a los mismos fue facilitado por la estrecha relación que mantenía la empresa Soluziona con alguno de sus partners (en concreto, Avaya²).
- Se comprueba la correcta interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes y mediante un analizador de protocolos, se estudia la forma de establecer, gestionar y finalizar sesiones de comunicación de los principales protocolos involucrados en el sistema. De igual forma, se analizan los nuevos servicios y funcionalidades que ofrece SIP. Se realizan medidas de retardo en el establecimiento y gestión de las comunicaciones para analizar qué protocolo es más rápido y carga menos la red.
- Una vez estudiada y analizada la maqueta desarrollada, se extiende ese conocimiento al mundo empresarial, realizando un diseño de cómo se debería implementar un sistema de Telefonía IP en un entorno corporativo. Atendiendo a las necesidades de la empresa, sus patrones de llamadas, ubicación de las sedes, etc, se dimensiona el sistema, seleccionando los equipos más adecuados de entre la oferta comercial existente. Todo ello teniendo en cuenta los mecanismos de seguridad necesarios para que la integración de la telefonía con los datos no suponga una amenaza para la seguridad de la red de la empresa.

1.3.1 Estudio de la oferta comercial

Se estudiaron distintas soluciones, como la de SIP Express Router (SER), Cisco, Nortel y Avaya entre otras. Tras comparar y evaluar las distintas arquitecturas, se consideró que la oferta de Avaya era la más viable y óptima, puesto que era el sistema que mejores prestaciones y aplicaciones presentaba, así como aspectos de soporte técnico, seguridad e integración con la telefonía ya existente. Por lo tanto, los componentes fundamentales de la arquitectura serían de este fabricante.

² <http://www.avaya.com>

1.3.2 Desarrollo de la maqueta

La maqueta desarrollada en el laboratorio se divide en dos entornos:

- Un **entorno H.323** que se comunica con la RTC tradicional, y que da servicio a los terminales IP, Wireless, Digitales y Analógicos.
- Un **entorno SIP** que se comunica de forma transparente con el servidor del entorno H.323 para establecer las comunicaciones con aquellos terminales que no sean SIP.

Cada uno de los entornos puede operar independientemente el uno del otro, pero con esta conexión, se pretende probar además la interoperabilidad entre las distintas tecnologías. La arquitectura de la maqueta se muestra en la figura 2:

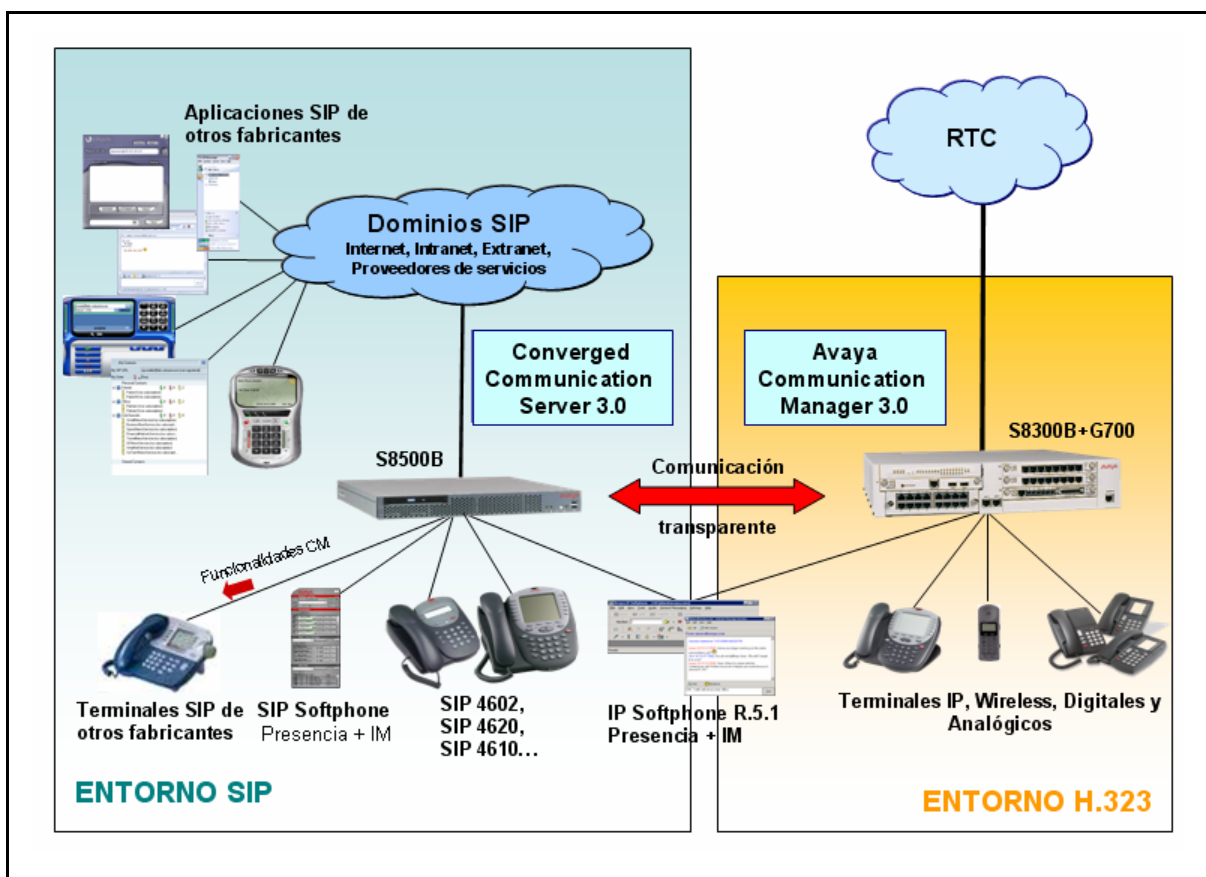


Figura 2 - Maqueta SIP, H.323 y RTC

- La arquitectura de la maqueta se compone de un entorno H.323 que se conecta con la RTC a través de un gateway. Este gateway está integrado con el servidor Avaya Communication Manager (ACM) que es el encargado de gestionar las comunicaciones H.323. Hay distintos tipos de terminales, como son los teléfonos IP, wireless, digitales y analógicos. Además existe el IP Softphone que es un software que se instala en el ordenador y funciona como un teléfono.
- Un segundo entorno es el basado en SIP, cuyo componente principal es el servidor denominado Converged Communication Server (CCS). Este servidor soporta los siguientes servicios de SIP:

- **Proxy Server:** enruta los mensajes SIP.
- **Registrar:** registro y direccionamiento.
- **Location Service:** mapeos entre URIs SIP y direcciones de contacto. Esta información es utilizada por lo proxies para enrutar peticiones.
- **Presence Server:** recibe y distribuye información de presencia.

Contra este servidor se registran terminales SIP del mismo u otros fabricantes del servidor, softphones y otras aplicaciones SIP. Este servidor, además de permitir las comunicaciones SIP en este entorno, también ofrece presencia y mensajería instantánea. Además, el IP Softphone del entorno H.323 se conecta contra este servidor para disponer de presencia y mensajería instantánea.

- La comunicación entre los entornos H.323 y SIP se realiza a través del servidor SIP y el servidor de H.323, de tal forma que un terminal de un entorno se puede comunicar con el de otro de forma transparente para el usuario.

A continuación se muestran unas fotos de la maqueta del laboratorio:



Figura 3 - Maqueta SIP-H.323 y RTC



Figura 4 - Maqueta SIP-H.323 y RTC



Figura 5 - Servidores

1.4 Conclusiones

Una vez configurados los elementos de la maqueta, para poder analizar el protocolo SIP en profundidad y estudiar los mecanismos de seguridad que soporta el mismo, se capturan las tramas enviadas al intentar establecer una comunicación, al registrar un usuario en el servidor, al iniciar una sesión de mensajería instantánea, etc. Además, se realizan pruebas de movilidad de sesiones, novedad importante de este protocolo. Gracias a la transferencia de sesiones, será posible que una comunicación que se está manteniendo, por ejemplo en una PDA, se pueda transferir a un ordenador de mesa, al teléfono de escritorio, etc. Así mismo, se analizó el retardo del establecimiento de las comunicaciones SIP y se comparó con el retardo de una comunicación H.323.

Con la implementación y análisis de esta maqueta en el laboratorio, se ha podido probar la correcta interoperabilidad entre tres tecnologías diferentes como son SIP, H.323 y la RTC. Esta interoperabilidad ayuda a que el despliegue y utilización de la telefonía IP sea viable en prácticamente cualquier entorno tradicional, haciendo posible las comunicaciones convergentes.

2. Originalidad del Tema

SIP cobra una vital importancia desde el momento en que se convierte en el estándar para la tercera generación de móviles. Gracias a IMS y a los terminales duales móvil/WLAN cada vez se hace más real la convergencia de las comunicaciones. SIP es el protocolo más adecuado para terminales duales móvil/WLAN ya que:

- Ofrece un entorno para creación de servicios convergentes.
- Permite ofrecer servicios innovadores para la empresa y para el sector residencial.
- Integra de forma nativa mecanismos de registro, autenticación y ubicación de servicios de comunicaciones.
- Se trata de un interfaz basado en estándares entre los terminales y los servicios.
- SIP es el corazón de la arquitectura IMS para redes de nueva generación. Los productos existentes actualmente (WiFi/GSM) son el primer paso hacia una solución unificada (WLAN/UMTS) basada en SIP.

IMS (IP Multimedia Subsystem) es un estándar que especifica características de interoperabilidad e interconexión entre redes fijas y móviles. Se trata de una arquitectura horizontal que proporciona un entorno de creación de servicios estandarizado y es independiente del acceso (WCDMA, GPRS, CDMA2000, banda ancha, WLAN). La interoperabilidad es imprescindible para el desarrollo de nuevos servicios. IMS constituye el estándar clave para que operadores fijos y móviles proporcionen servicios multimedia de forma eficiente e integrada.

Por lo tanto, parece que una línea de trabajo puede ser trabajar en desarrollar nuevos servicios y aplicaciones sirviéndose de información de presencia y localización exacta del usuario. SIP e IMS juegan un importante papel en el servicio Push-to-Talk over Cellular (PoC), que consiste en la transmisión half-dúplex de voz. La convergencia fijo-móvil es otro de los campos que más proyección de futuro presenta.



Figura 6 - Nuevas Aplicaciones (PoC, Aplicaciones en pantallas de teléfonos, etc)

En el momento de la realización del proyecto no existía en España ninguna empresa que tuviera implantada estas tres tecnologías de comunicación (SIP, H.323 y RTC). La importancia de SIP radica en las funcionalidades y nuevos servicios que puede aportar, pero las empresas que tenían implantado VoIP hasta el momento era bajo el protocolo H.323. Por lo que resulta importante una evolución paulatina hacia el protocolo SIP y la arquitectura propuesta era escalable y con una gran rapidez de despliegue, ya que se reutilizan las redes de datos existentes, con una migración y expansión sencilla.

3. Resultados Obtenidos

Durante la realización de la maqueta, se han analizado las funcionalidades de SIP y se han capturado los mensajes enviados por los componentes de la arquitectura SIP. De esta forma, se analizaba la forma de establecer, gestionar y finalizar las sesiones de comunicación del protocolo, comprobando que cumplieran el estándar. Algunas pruebas realizadas fueron:

- Registro de usuarios en el servidor.
- Establecimiento de una comunicación a través del proxy.
- Transferencia de comunicaciones de uno a otro usuario.
- Análisis de movilidad:
 - Realizando transferencia de sesiones de un mismo usuario, transfiriendo la sesión activa entre distintos dispositivos (por ejemplo, desde la PDA al softphone del PC).
 - Además, se ha comprobado que un mismo usuario se puede registrar en diferentes dispositivos, pudiendo asociar una misma dirección o identificador con distintas direcciones IP correspondientes a cada uno de los dispositivos desde los que se registra (teléfono, ordenador, PDA, etc.).
- Y por último se han analizado nuevos servicios que ofrece SIP como son la presencia y la mensajería instantánea.

En cuanto a las características del retardo en el envío de mensajes SIP, y comparando con H.323, se observa que los tiempos de establecimiento, gestión o liberación de las conexiones son menores en el caso de SIP. En el caso de establecer una comunicación desde el entorno SIP al entorno H.323, observamos en la figura 7 que SIP tiene un tiempo de establecimiento menor que H.323. A estos retardos de establecimiento hay que añadir el tiempo necesario por el servidor para realizar la conversión de paquetes de un entorno a otro y poder establecer la comunicación.

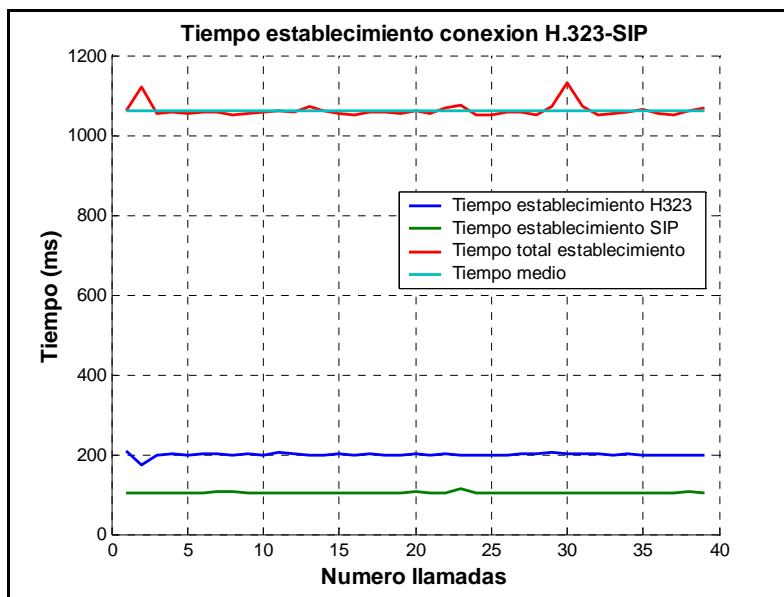


Figura 7 - Tiempo de Establecimiento SIP-H.323.

De la gráfica CDF (Cumulative Distribution Function) se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Sin tráfico en la red, el 45% de las llamadas tienen un retardo menor de 440 ms.
- Cuando la red está cargada con tráfico UDP, el tiempo de establecimiento es menor que si está cargada con tráfico TCP. Esto es debido a que TCP reenvía los mensajes que no se han recibido, mientras que UDP no, por lo que se congestiona más aún la red.

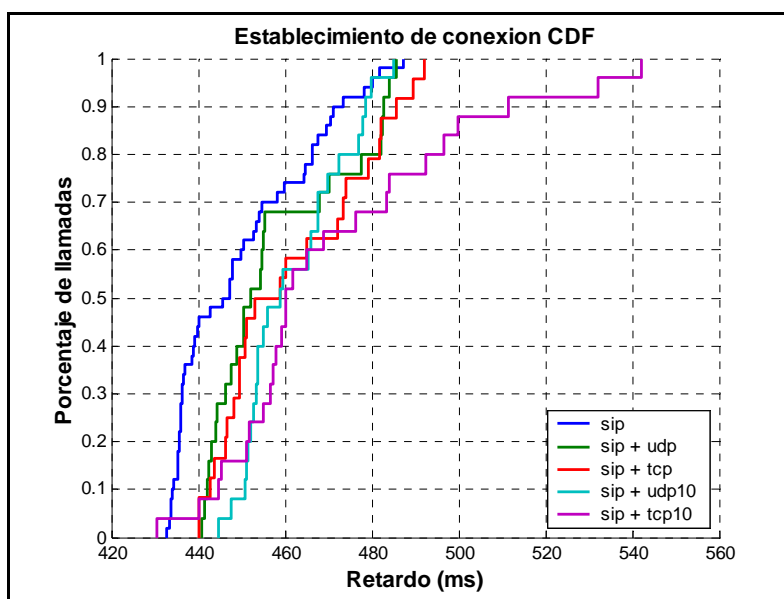


Figura 8 - CDF

Gracias a la plataforma elegida (Avaya), el mundo H.323 otorga a SIP una serie de funcionalidades de telefonía no definidas en el protocolo SIP, por lo que se consigue una completa integración con más funcionalidades que con un protocolo individual.

En resumen, estudiando el funcionamiento de esta maqueta de telefonía IP, se podría concluir lo siguiente:

- Se ha probado la correcta interoperabilidad entre tres tecnologías diferentes como son SIP, H.323 y la RTC. Esta interoperabilidad ayuda a que el despliegue y utilización de la telefonía IP sea viable en prácticamente cualquier entorno tradicional.
- Los equipos construidos bajo el estándar SIP son perfectamente compatibles entre ellos.
- La calidad de la voz percibida entre llamadas es similar a la de la telefonía tradicional.
- Se ha analizado el protocolo SIP en profundidad y se ha estudiado su comportamiento en situaciones de movilidad y transferencia de sesiones, haciendo posible las comunicaciones convergentes.
- SIP añade nuevas funcionalidades y servicios a la telefonía tradicional, como la presencia, la mensajería instantánea, movilidad de sesiones entre distintos tipos de terminales, etc. Además, utilizando SIP, la red se congestiona menos, ya que los

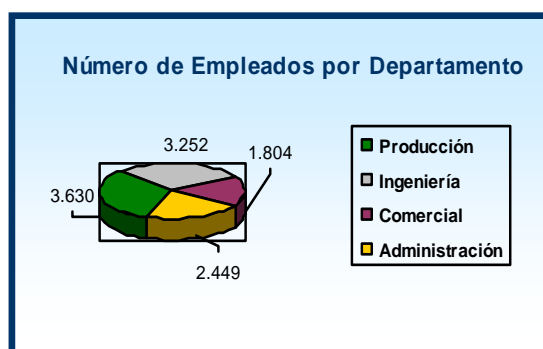
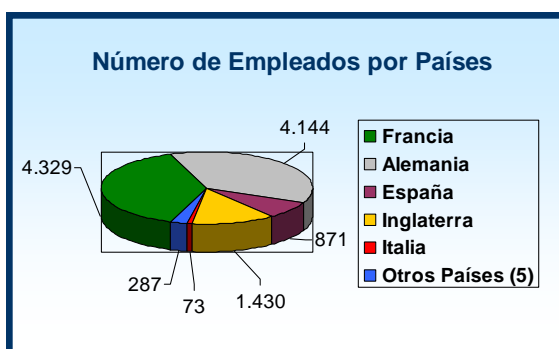
mensajes de señalización transmitidos son más sencillos que con H.323 y los retardos son menores.

- En esta solución, H.323 complementa a SIP en cierto modo, añadiendo funcionalidades telefónicas extras.
- Resulta interesante comentar que el desarrollo y configuración de la maqueta es sencillo y escalable, de tal modo que se puede comenzar por implementar el entorno H.323 y posteriormente ampliarlo con el entorno SIP.

4. Aplicabilidad Práctica

El interés en la VoIP ha crecido en gran parte porque esta tecnología puede ayudar a las compañías a reducir sus costes utilizando una sola red IP que soporte aplicaciones de voz, vídeo y datos. El coste no es el único factor por el que la VoIP está creciendo. Los proveedores de servicios también se ven atraídos por los beneficios que esta tecnología puede proporcionar. Los operadores pueden utilizar las redes de VoIP para desarrollar nuevas aplicaciones y servicios de valor añadido. Por lo tanto, resulta interesante realizar el diseño de cómo implantar un sistema completo de VoIP en un entorno corporativo, como aplicabilidad práctica de este proyecto. Hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Vamos a suponer que se quiere implantar un sistema de telefonía IP basado en SIP y H.323 similar al estudiado en el laboratorio.
- Supondremos el caso de una empresa con varias ubicaciones en distintos países que quiere implementar telefonía IP en sus delegaciones. El sistema ha de soportar teléfonos analógicos, digitales, IP, etc. Además, el sistema soportará, del mismo modo que la maqueta desarrollada y analizada, los protocolos H.323, SIP y la telefonía tradicional (RTC).
- La empresa está ubicada principalmente en los países de Francia, Alemania, España, Inglaterra e Italia, con varias sedes en alguno de los países.
- Dependiendo del departamento al que pertenezcan, los empleados tendrán diferentes patrones de llamadas (no realiza el mismo número de llamadas un empleado de producción que un comercial).



Figuras 9 y 10 - Datos de la empresa.

A la hora de diseñar el sistema hay que tener en cuenta una serie de factores y necesidades de la empresa, como son:

- Número total de empleados.
- Patrones de llamadas que variarán dependiendo del departamento:
 - Porcentaje de empleados que realizan llamadas durante la Busy Hour (Hora Cargada).
 - Duración media de las llamadas (para ver cuántas llamadas se realizan en esa hora).

- Porcentaje de las llamadas con origen/destino en la RTC (para evaluar el número de conexiones que son necesarios y dimensionar bien el número de gateways)
- Número de sedes y ubicación de las mismas.
- Hemos de fijar una calidad de servicio ofrecida, que vamos a suponer del 99.99 %, de tal modo que tan solo 1 llamada de cada 10.000 no es cursada.
- El diseño se debe hacer con redundancia de los equipos críticos, para que el sistema se pueda recuperar ante posibles fallos.
- Por otro lado, hay que tener en cuenta mecanismos de seguridad para proteger la red de ataques.

De acuerdo con los anteriores factores, se dimensiona la red de la siguiente manera:

- Con los patrones de llamadas, porcentajes de llamadas a la RTC, etc., se calcula el tráfico en Erlangs y el número de enlaces primarios necesarios para cada una de las sedes. Con el número de enlaces primarios, se calcula el número de gateways necesarios para esa ubicación.
- Atendiendo al número de usuarios y ubicaciones se calcula el número de servidores SIP y H.323, teniendo en cuenta opciones de supervivencia y redundancia.
- A la hora de ubicar los servidores, se elige una configuración distribuida en lugar de configuración en estrella. Es decir, en lugar de tener un servidor en la sede principal y que las demás ubicaciones accedan a esas funcionalidades a través de la WAN, cada sede va a disponer de su propio servidor.
- Para estimar el ancho de banda necesario para las redes LAN y WAN se van a tener en cuenta los códecs utilizados para digitalizar la señal de voz y se va a considerar el protocolo de compresión RTP. Los códecs utilizados son:
 - G.711 para la LAN: velocidad 64 kbps.
 - G.729 para la WAN: velocidad 8 kbps.
- Además, el ancho de banda se calcula con un margen de un 20-25 % para incluir tráfico multicast, de enrutamiento (RIP, OSPF), etc.
- Se estudian equipos para ofrecer telefonía inalámbrica IP y firewalls adecuados (de Juniper) que entiendan protocolos de voz y que no expongan la red de la empresa a riesgos innecesarios.

4.1 Viabilidad del Proyecto

De acuerdo con lo explicado anteriormente, se diseña una arquitectura como la mostrada a continuación:

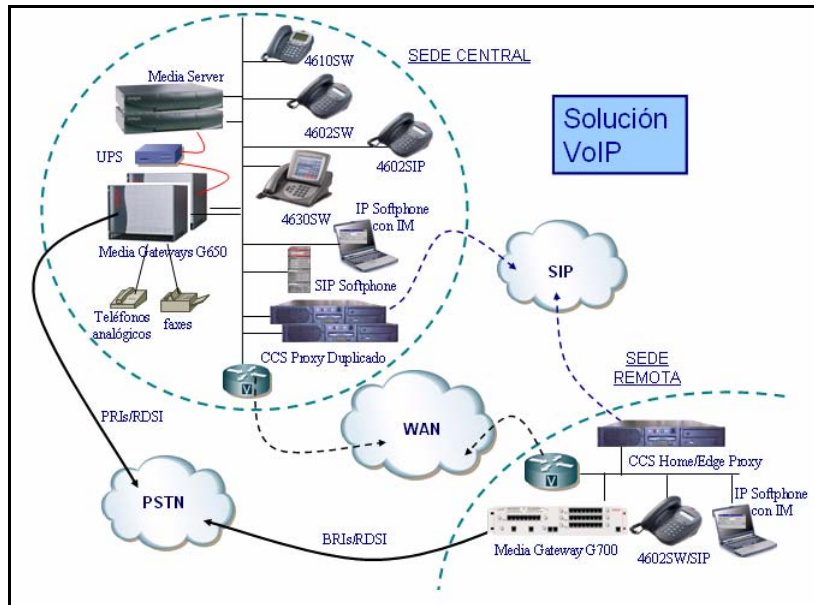


Figura 11: Arquitectura final VoIP en entorno corporativo

- Las ubicaciones dentro de cada país se pueden dividir en ubicaciones grandes (sede central) y sedes remotas.
- Todas están interconectadas entre sí gracias a la WAN.
- Todas disponen de servidores SIP, H.323 y gateways de acceso a la RTC. De esta forma, pueden acceder a la telefonía tradicional, aunque se caiga la WAN (ventaja de configuración distribuida frente a configuración en estrella contra la sede principal)
- Por motivos económicos, y para no encarecer demasiado el proyecto, en la sede principal se van a duplicar los equipos mientras que en las sedes remotas no.

4.2 Viabilidad Económica

La reducción de costes asociada a la implantación de la VoIP en una empresa, se debe principalmente a dos factores:

1. La reducción de enlaces a la RTC para las llamadas realizadas entre sedes.
2. La reducción de costes en las llamadas internacionales.

Se ha comprobado que el desembolso inicial en la compra de equipos para el sistema de VoIP es elevado pero, debido al gran ahorro en facturas telefónicas, esta inversión resulta amortizada en menos de dos años. Por otro lado, al integrarse la voz y datos en una única red, los gastos de mantenimiento y administración se simplifican, reduciendo aún más los costes asociados.

5. Anexo

A continuación se detalla el presupuesto de la inversión que la empresa en estudio debería realizar en esta solución propuesta.

Empresa

Implantación Voz sobre IP

FABRICANTE	MATERIALES	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Media Server S8500				
AVAYA	S8500B MEDIA SERVER	31	3.070,04 €	95.171,24 €
AVAYA	CP AHF110 BUS TERMINATOR	31	92,62 €	2.871,22 €
AVAYA	S9RM MODEL 1000VA 230V W/SNMP	31	1.065,85 €	33.041,35 €
Software Communication Manager, con licencias para 11.000 extensiones				
AVAYA	CM3 S8500 SFTW LIC	31	0,00 €	0,00 €
AVAYA	CM3 ENTPRS INTRO PER USER SFTW LIC	11.000	111,92 €	1.231.120,00 €
AVAYA	CM3 ENTPRS ED PER USER SFTW LIC 101-300	200	191,88 €	38.376,00 €
AVAYA	CC R3.0 BASIC	31	0,00 €	0,00 €
AVAYA	CM3.0 LINUX UNITY SFTW CD NEW SYS	31	51,16 €	1.585,96 €
Plataforma SIP para ACM (11.200 usuarios)				
AVAYA	CONVERGED COMM SRVR SFTW R3.0	36	16,15 €	581,40 €
AVAYA	SIP ENABLEMENT SERVICES COMBO LIC	36	0,00 €	0,00 €
AVAYA	SIP ENABLEMENT SERVICES USER LIC	11.200	14,41 €	161.392,00 €
AVAYA	EC500 OUTBOARD PROXY SIP LIC:NU	11.200	0,00 €	0,00 €
AVAYA	S8500B MEDIA SERVER	36	2.768,23 €	99.656,28 €
AVAYA	512MB DIMM FOR x306 SRVR	36	92,28 €	3.322,08 €
AVAYA	S9RM MODEL 1000VA 230V W/SNMP	36	994,80 €	35.812,80 €
AVAYA	USB MODEM V.92 58K	36	144,18 €	5.190,48 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	36	4,16 €	149,76 €
AVAYA	CABLE GREEN 5 METER	36	29,52 €	1.062,72 €
Media Gateway 700				
AVAYA	G700 R3 AC/DC MEDIA GATEWAY GRAY	21	3.748,68 €	78.722,28 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	21	4,16 €	87,36 €
AVAYA	MM710 E1/T1 MMOD GRAY	21	1.730,15 €	36.333,15 €
AVAYA	CSU CABLE 50FT H600383G2	21	13,84 €	290,64 €
Media Gateway G650 con doble fuente de alimentación				
AVAYA	G650 AC/DC PWR SUPPLY 655A	17	1.381,51 €	23.485,67 €
AVAYA	G650 MEDIA GATEWAY	17	1.995,52 €	33.923,84 €
AVAYA	G600/G650 TDM LAN CABLE KIT	17	76,75 €	1.304,75 €
AVAYA	CP TN771DP MAINT TEST	17	869,84 €	14.787,28 €
AVAYA	IP MEDIA PROC CIRCUIT PACK TN2302	17	4605,06 €	78.286,02 €
AVAYA	C-LAN INTF CIRCUIT PACK TN799DP	17	639,59 €	10.873,03 €

AVAYA	CP TN2312BP IPSI2	17	3.709,63 €	63.063,71 €
AVAYA	CP TN744E CALL CLASS DET	17	980,36 €	16.666,12 €
AVAYA	LINUX MS MOD USB V.92 58K	17	159,90 €	2.718,30 €
AVAYA	COMPACT FLASHCARD 128MB	17	76,75 €	1.304,75 €
AVAYA	COMPACT FLASH READER W/FLSHCRD	17	115,13 €	1.957,21 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	17	4,60 €	78,20 €
AVAYA	CABLE GREEN 5 METER	17	32,75 €	556,75 €
Terminal IP de Gama Baja				
AVAYA	IP TERMINAL 4602SW D02A-2001	9.000	188,69 €	1.698.210,00 €
AVAYA	POWER SUPPLY 1151B1 AND CAT 5 CABLE	9.000	30,35 €	273.150,00 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	9.000	4,60 €	41.400,00 €
Terminal IP de Gama Media				
AVAYA	IP TERMINAL 4610SW GRY	2.000	252,64 €	505.280,00 €
AVAYA	POWER SUPPLY 1151B1 AND CAT 5 CABLE	2.000	30,35 €	60.700,00 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	2.000	4,60 €	9.200,00 €
Terminal IP de Gama Alta				
AVAYA	IP PHN 4630 SCRNPHN 4630D02A(90)-052A	200	491,14 €	98.228,00 €
Terminal IP Conference				
AVAYA	SPKRPH 4690IP WITHOUT MICS	50	927,90 €	927,90 €
Baterías Teléfonos				
AVAYA	POWER SUPPLY 1151B1 AND CAT 5 CABLE	11.200	30,35 €	339.920,00 €
AVAYA	PWR CORD 98IN EUROPE 12013S	11.200	4,60 €	51.520,00 €
Teléfonos IP WiFi				
AVAYA	Avaya™ 3616 Wireless Enterprise Telephone.	400	360,04 €	144.016,00 €
AVAYA	Enterprise Wireless Telephone Battery Pack	400	33,29 €	13.316,00 €
AVAYA	3616 Enterprise Wireless Desktop Battery Charger	400	33,29 €	13.316,00 €
AVAYA	Power Supply for Desktop Chargers	400	10,19 €	4.076,00 €
Licencias IP Softphone				
AVAYA	IP SOFTPHONE R5 RTU ONE LIC	10.000	66,17 €	661.700,00 €
Seguridad				
JUNIPER	Firewall Juniper VoIP	25	20.550,00 €	513.750,00 €
JUNIPER	NetScreen-ISG I/O Module	25	7.093,86 €	177.346,50 €
SUBTOTAL ACM y Software Communication Manager				1.402.165,77 €
SUBTOTAL Servidor SIP				307.167,52 €
SUBTOTAL Gateways				364.439,06 €
SUBTOTAL Terminales				3.914.959,90 €
SUBTOTAL Seguridad				691.096,50 €
Costes de Instalación				1.603.158,90 €
TOTAL sin IVA				8.015.794,50 €
TOTAL con IVA (16 %)				9.298.321,62 €

Tabla 1: Presupuesto de los equipos para la implantación de un Sistema de VoIP

6. Glosario de Términos

ACM	Avaya Communication Server
CCS	Converged Communication Server
CDMA	Code Division Multiple Access
IM	Instant Messaging
IMS	IP Multimedia Subsystem
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
RTC	Red Telefónica Conmutada
SIP	Session Initiation Protocol
SRTP	Secure Real Time Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TLS	Transport Layer Security
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voice over Internet Protocol
WCDMA	Wideband CDMA
WiFi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless LAN