

SISTEMAS DE TELEFONIA IP CORPORATIVOS BASADOS EN VIRTUALIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE

Antonio Sierra Rodríguez

Algoritmo Ingeniería, S.L.

Universidad Politécnica de Cartagena

asierra@algoritmoingeniera.com

Esteban Egea López

Universidad Politécnica de Cartagena

esteban.egea@upct.es

1. Introducción

El gasto de telefonía, tanto en el servicio telefónico básico, como en servicios de valor añadido, es uno de los principales gastos fijos de cualquier empresa. De hecho, los servicios de telefonía corporativa han evolucionado desde la telefonía interna básica para poder realizar comunicaciones entre usuarios mediante el uso de extensiones telefónicas, hasta otros más avanzados tales como la música en espera, colas de llamadas u operadoras automáticas IVR (*Interactive Voice Response*), que incluyen reconocimiento de voz o pulsaciones de teclado, de manera que el flujo de llamadas se dirige hasta el destino sin la intervención humana. Hoy en día, esta gama de servicios se basa todavía mayoritariamente en el uso de centralitas telefónicas PBX (*Private Branch Exchanger*), basadas en *hardware* propietario. A su vez, dichas centralitas son una evolución de las antiguas centralitas analógicas, que han ido incorporando tecnologías y adaptándose a medida que se han ido introduciendo estas nuevas tecnologías, desde la Red Telefónica Básica (RTB) hasta la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), pero en esencia usando siempre tecnologías de conmutación de circuitos más o menos sofisticadas.

Parece claro, por otra parte, que la tendencia en comunicaciones es el tránsito hacia el *All-IP*, es decir, orientar el funcionamiento de todos los sistemas y servicios de comunicaciones hacia el uso de redes de conmutación de paquetes IP e Internet. En este sentido, en el ámbito de la telefonía, la tecnología de *Voz sobre IP (VoIP)* [1] está presente desde hace más de una década y parece que ha alcanzado un punto de madurez apropiado para su uso en un entorno productivo. Sin embargo no se observa todavía un uso masivo de la misma en el ámbito empresarial. Las causas de esta falta de implantación de la tecnología VoIP son variadas, pero entre ellas, parece destacar la percepción de que el cambio de infraestructura es complejo y costoso [1].

En este artículo se pretende analizar brevemente algunos de los pros y contras de la VoIP en el entorno empresarial y describir una sencilla solución práctica para una implantación rápida y barata, que permita además la convivencia con la solución de telefonía existente. La solución práctica consiste en un sistema VoIP basado en el software libre Asterisk [2] que se integra en la infraestructura TIC existente de la empresa, sin necesidad de recurrir a cambios drásticos. Debido a sus características y flexibilidad, se comprueba que esta solución es especialmente atractiva para PYMES con capacidad limitada de inversión en tecnología.

Se realiza por tanto, un estudio de las diferentes ventajas y posibles problemas de la solución propuesta, así como un estudio comparativo de costes, para demostrar que con esta alternativa se obtiene un coste menor que con las soluciones tradicionales y puede ser muy atractiva para los entornos empresariales, y que además, estas ventajas se consiguen mediante una solución sencilla y fácil de implantar.

2. Voz sobre IP y Telefonía IP

La voz sobre IP, VoIP (Voz sobre Internet Protocol) o VoIP (*Voice over Internet Protocol*) [1] se constituye mediante un conjunto de aplicaciones y protocolos para transporte de audio específico (voz humana) sobre redes IP. Estos protocolos se encargan básicamente de codificar la voz, empaquetarla, y transportarla sobre IP, incluyendo en los paquetes la información de señalización necesaria para poder proporcionar adecuadamente el servicio.

Los términos de VoIP y Telefonía IP se suelen utilizar indistintamente, pero ambos no se refieren al mismo concepto. Podemos definir la Telefonía IP, como un sistema avanzado de comunicaciones que utiliza el protocolo IP como medio de transporte para proporcionar un sistema telefónico con todas las funciones de la telefonía tradicional, pero que además agrega nuevas posibilidades. Es decir, mientras que la VoIP técnicamente se limitaría a proporcionar el servicio de comunicaciones de voz, el concepto de Telefonía IP abarca otras tecnologías y aplicaciones que permiten proporcionar una serie de servicios asociados adicionales, como por ejemplo, el enrutamiento inteligente de llamadas o la operadora automática.

3. Ventajas de la Telefonía IP

En esta sección se analizan las ventajas genéricas del uso de la Telefonía IP, para después estudiar, mediante un caso de uso, las ventajas concretas de su implantación en entornos corporativos. Entre las principales se pueden destacar las siguientes:

- **Reducción de costos en instalación y mantenimiento:** con el modelo planteado se integra toda la infraestructura de datos y de telefonía en una única infraestructura, con el consecuente ahorro en su diseño, instalación y mantenimiento.

- **Reducción de costos de llamadas:** además de una mayor oferta de proveedores de servicios, los costes de las llamadas por Internet suelen ser sensiblemente inferiores a los que ofrecen los proveedores tradicionales, especialmente para llamadas internacionales.

- **Máxima movilidad:** la Telefonía IP facilita la movilidad, ya que se puede disponer de la extensión telefónica empresarial en cualquier lugar. Por ejemplo, con un ordenador portátil o *smartphone* en una ubicación remota con conexión a Internet, se puede tener registrada nuestra extensión remota, y así las llamadas hacia/desde nuestra oficina serán enrutadas por Internet hasta el equipo en cuestión. En realidad, no se trata de un simple desvío de llamada, sino que se puede acceder a todos los servicios proporcionados por el servidor, como por ejemplo, el buzón de voz o la agenda telefónica. Es decir, se accede al entorno habitual de trabajo y se disfruta de las tarifas contratadas por la empresa.

- **Seguridad:** la seguridad y privacidad de llamadas queda totalmente garantizada gracias a las tecnologías de autenticación y cifrado de datos que se proporcionan, lo que en la mayoría de los casos resulta en un entorno mucho más seguro que el de la telefonía convencional basada en teléfonos analógicos.

- **Escalabilidad:** la Telefonía IP posee una arquitectura que es escalable y muy flexible. Permite una instalación simple y rápida, su configuración y reconfiguración conforme a las necesidades que surgen y una ampliación de capacidades muy barata. Piénsese por ejemplo en los costes y problemas que supone la ampliación del número de líneas de una centralita PBX hardware tradicional, comparado con el proceso necesario en el caso de telefonía IP: en muchos casos es suficiente con la instalación de un punto de acceso inalámbrico y una simple reconfiguración del software.

- **Compatibilidad:** es compatible con hardware de diferentes fabricantes/proveedores al estar basada en estándares abiertos y reconocidos por organismos internacionales .

- **Integración:** como ya se ha indicado anteriormente, la Telefonía IP facilita la integración de los servicios de telecomunicaciones, voz, vídeo y datos en aplicaciones corporativas tales como ERP (*Enterprise Resource Planning*) o CRM (*Customer RelationShip Management*).

3.1 Ventajas en entornos corporativos

En este apartado se exponen los costes y cargas que supone la telefonía convencional en un caso típico de uso en empresa. Se supone una empresa de tamaño medio o pequeño, con unos 4 a 20 puestos o empleados. La solución tradicional consiste en el cableado de los puestos y la instalación de una centralita PBX hardware. Las funcionalidades básicas que requiere esta empresa serían: la respuesta centralizada, la transferencia de llamadas y la comunicación interna entre usuarios.

Las centralitas PBX hardware actuales tienen unos costes que para la limitada funcionalidad que proporcionan se pueden considerar altos. Una centralita típica de 4 extensiones ya instalada puede tener un precio de entre 900 € a 1500 €, siendo imprescindible añadir la mano de obra especializada. En cambio, el coste de la centralita software, al estar basada en software libre, que no tiene coste de propiedad, puede ser considerado cero. Además, no suele ser necesaria la compra de hardware adicional (un servidor de altas prestaciones) ya que un ordenador común (superior a un Pentium IV con 1 Gb de RAM) suele ser suficiente para dar el servicio. Ni siquiera es necesario el cambio de sistema operativo (la solución que se propone originalmente funciona con Linux) ya que con las actuales técnicas de virtualización se puede instalar la solución de manera transparente e inmediata sobre el sistema operativo corporativo. En principio, puede ser necesario pagar el servicio para la primera instalación y configuración de la centralita. Pero, aunque siempre es recomendable su configuración por profesionales, la sencillez de las diferentes herramientas y paquetes que incluyen las soluciones software disponibles, permitiría incluso que cualquier usuario con conocimientos básicos pueda configurar sus funcionalidades a través de una intuitiva interfaz Web.

Las ventajas sólo en la instalación inicial son ya apreciables. Concretando un poco más el ejemplo, supóngase que la infraestructura básica consiste en un puesto de operadora, veinte extensiones y conexión de hasta tres líneas analógicas a la red telefónica pública (*Public Switched Telephone Network*, PSTN). A continuación se compararán las ventajas de la telefonía IP en este escenario corporativo respecto a las métricas y necesidades habituales:

Escalabilidad. En una centralita analógica, si la empresa crece y necesita 8 extensiones más, por ejemplo, es probable que se tenga que cambiar la propia centralita, o en el mejor caso, adquirir un módulo adicional para esas nuevas extensiones. Lo mismo ocurre con las funcionalidades que ofrecen: la mayoría son modulares y permiten añadir ciertas funcionalidades adquiriendo nuevos módulos (normalmente no muy económicos), propietarios y limitados siempre a la centralita base inicial. Los fabricantes se aseguran así la fidelidad del comprador. La centralita software, en cambio, no tiene estas limitaciones de escalabilidad impuestas por los fabricantes.

Costos de instalación y mantenimiento. Aunque se han descrito cualitativamente en el ejemplo inicial, ahora se mostrarán cuantitativamente. Más concretamente en la Figura 1, se han incluido dos presupuestos de los costos aproximados del hardware necesario para poder crear dicha infraestructura telefónica. La infraestructura analógica se ha basado en precios públicos de productos de la reconocida marca Panasonic, y su coste sin contar con impuestos, transporte ni instalación ya es casi el doble que el hardware necesario para la solución con Telefonía IP.

Funcionalidad. La centralita analógica del ejemplo ha alcanzado casi su máxima capacidad sólo permitiendo 2 extensiones más, ninguna línea más, y ninguna nueva funcionalidad. En

contraposición, para la centralita por software, se pueden añadir tantas extensiones como equipos admita la red local, y se puede ampliar su funcionalidad simplemente instalando módulos software adicionales, de los que hay multitud en Internet y se siguen desarrollando nuevos continuamente.

COMPONENTES CENTRALITA ANALÓGICA PANASONIC



KX-TES824



Panasonic T7730



Panasonic KX-T7550



KX-T7730SP

Modelo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
KX-TES824	Centralita KX-TES824	1	494,50 €	494,50 €
KX-TE82483NE	T.Exp. 3 lin y 8 ext. analógicas	1	405,00 €	405,00 €
KX-TE82474NE	T.Exp. 8 ext. analógicas	2	325,00 €	650,00 €
KX-TE82491NE	Amp. 1c y 180sg mens. Op.Automática	1	135,00 €	135,00 €
KX-TE82492NE	Buzón de voz 2 canales	1	345,00 €	345,00 €
KX-TE82493NE	Id.llamada ent. 3 l.analógicas	1	160,00 €	160,00 €
KX-T7730	T.Operadora KX-T7730	1	138,00 €	138,00 €
KX-T7740	C.Operadora para KX-T7730SP	1	129,00 €	129,00 €
KX-T7550	Teléfono KX-T7550	20	102,00 €	2.040,00 €
			TOTAL	4.496,50 €

COMPONENTES TELEFONÍA IP CISCO-LINKSYS



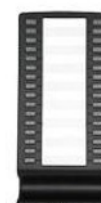
Linksys SPA-3102



Linksys SPA-922



Linksys SPA-962



Linksys SPA-932

Modelo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
SPA-3102	Router VoIP FXO-FXS	3	65,00 €	195,00 €
SPA-962	Teléfono Linksys Operadora Pant. Color	1	209,00 €	209,00 €
SPA-932	Módulo de Teclado de 32 Botones	1	65,00 €	65,00 €
SPA-922	Teléfono Linksys SPA-922	20	99,00 €	1.980,00 €
			TOTAL	2.449,00 €

Figura 1: Comparativa Costes Analógica-Telefonía IP

Compatibilidad. El mayor coste en la solución analógica es el de los teléfonos, además de que el abanico de posibilidades de elección es escaso por incompatibilidades entre diferentes marcas. En el caso de VoIP podemos utilizar cualquier teléfono que cumpla los estándares de VoIP, e incluso se pueden utilizar *softphones* (teléfonos por software) de software libre con un coste de propiedad cero, aunque en este caso se precisaría que en cada puesto existiera un PC con micrófono y altavoces, los cuales normalmente se encuentran ya integrados.

Flexibilidad. De hecho, la falta de compatibilidad y de oferta en la elección del equipamiento es

uno de los mayores lastres de la solución analógica, ya que los fabricantes tienden a emplear soluciones propietarias y exclusivas. Por tanto, la flexibilidad, no sólo en el abanico de posibilidades de compra, es uno de los grandes beneficios de los sistemas de VoIP basados en software: mayor flexibilidad, funcionalidad y capacidad (física y lógica). Además esta flexibilidad redundante en el coste, ya que, el coste de configuración de una centralita de VoIP será aproximadamente el mismo para una empresa que utilice sólo unas pocas extensiones que para otra que utilice varias decenas: la configuración de estas extensiones es cuestión de minutos y se puede realizar de forma sencilla y rápida mediante una interfaz Web.

Movilidad. Se pueden habilitar extensiones móviles, asociadas a dispositivos móviles (teléfonos, por ejemplo) con WiFi integrado, que son cada vez más comunes. Lo que facilita a las empresas la movilidad de sus trabajadores, manteniendo las comunicaciones y los servicios de su puesto de trabajo de forma transparente y sin incrementar el coste, siempre que se disponga de una conexión a Internet. Por ejemplo, un trabajador desplazado puede realizar llamadas gratuitas a la oficina desde la conexión a Internet de su hotel o una llamada al extranjero enrutada a través de la centralita corporativa, aprovechando una tarifa más competitiva para la empresa.

Ventaja Competitiva. De nuevo, la flexibilidad y variedad del software disponible permite adaptar los servicios a las necesidades de la empresa. Por ejemplo, es casi inmediato crear una IVR (Interactive Voice Response), es decir, un menú de respuesta automática con reconocimiento de las pulsaciones para automatizar la atención telefónica, con la posibilidad de grabar mensajes personalizados por los propios usuarios en diferentes idiomas, en función de variables tales como horarios, números entrantes, selecciones por teclado del cliente, etc. Adicionalmente, se pueden integrar estos servicios con los sistemas de información de la empresa: ERP, CRM y otros.

Coste de las llamadas. Otro de los beneficios, en especial para las empresas con proyección internacional, es el ahorro que se puede obtener al utilizar VoIP, ya que las tarifas suelen ser sensiblemente inferiores. Es también posible contratar servicios locales y nacionales competitivos, debido a que la oferta de operadores es mayor, al tener acceso a cualquier operador, nacional o internacional que ofrezca tráfico de llamadas de VoIP a través de Internet.

	Telefónica	VoIPCheap	Min/Mes	Coste Telefónica	Coste Voipcheap
España Fijo**	0,00 €	0,00 €	600	0,00 €	0,00 €
España Móvil	0,20 €	0,10 €	600	120,00 €	60,00 €
UK Fijo*	0,06 €	0,00 €	100	6,00 €	0,00 €
UK Móvil*	0,20 €	0,08 €	100	20,00 €	8,00 €
EEUU Fijo*	0,05 €	0,00 €	200	10,00 €	0,00 €
EEUU Móvil*	0,05 €	0,00 €	200	10,00 €	0,00 €
Sede UK***	0,06 €	0,00 €	120	7,20 €	0,00 €
Sede EEUU***	0,05 €	0,00 €	120	6,00 €	0,00 €
Cuota de Línea	13,97 € + 3 €	0,00 €			
TOTAL				196,17 €	68,00 €

*Se aplica la Tarifa Mini Internacional de Telefónica que tiene un coste de 3 € mensuales. Voipcheap incluye 300 minutos gratis semana y se pueden tener varias cuentas para tener más minutos gratis, por lo que podríamos cubrir casi todo el consumo a 0 €

** Se entiende que tenemos contratada una ADSL con telefónica que incluye las llamadas locales

*** La comunicación entre sedes se hace directamente a través Internet y nuestra centralita, no es necesario abonar nada con VoIP

Figura 2: Comparativa Costes

Como ejemplo ilustrativo, en la Figura 2, se muestra una comparativa para una empresa caso con tres sedes: España, Reino Unido y EEUU. Esta comparativa es una aproximación ya que si el volumen de llamadas es muy grande, es posible que la empresa se pueda acoger a descuentos y planes de precios. La comparación se ha hecho con los precios base que ofrece Telefónica de España y VoipCheap que es el operador de VoIP utilizado en la implementación propuesta.

En definitiva, por las razones anteriormente expuestas podemos concluir que la Telefonía IP es una opción competitiva y atractiva como solución de comunicaciones para entornos corporativos. Aunque no todo son ventajas, evidentemente. Examinaremos a continuación los principales inconvenientes de esta tecnología.

3.2 Desventajas de la VoIP en entornos corporativos

Las principales desventajas que subyacen al contar con telefonía IP en entornos corporativos son las siguientes:

Necesidad de ancho de banda con calidad de servicio: la naturaleza de las redes IP y la ausencia de políticas de calidad de servicio (*Quality of Service*, QoS) [3] por parte de los operadores de Internet es el principal inconveniente al que se enfrenta la implantación de la Telefonía IP, con lo que la calidad de la llamada que percibe el usuario puede degradarse. En la práctica este problema se presentará con las llamadas hacia el exterior. Es decir, la infraestructura de una red local de oficina suele ser más que suficiente en la mayoría de los casos para obtener un servicio de calidad. Sin embargo, el ancho de banda de Internet contratado habitualmente por una pequeña o mediana empresa, es decir, una conexión ADSL o de cable similar, no garantiza un servicio de calidad si el volumen de tráfico es grande. Más aún teniendo en cuenta que el ancho de banda no es simétrico, y que en este caso, es necesario un ancho de banda de subida suficiente.

Falta de legislación adecuada: debido al rápido desarrollo de estas tecnologías y su integración, existen todavía vacíos normativos [4]. Un ejemplo de ello es que las numeraciones específicas para VoIP (numeración nómada) no están legisladas aun en algunos países. Otro ejemplo es que al enrutar las llamadas por un operador de VoIP, el número del llamante (*CallerID*), no se muestra en destino al tener que atravesar diferentes redes y no poder asegurar el origen de la llamada.

Necesidad de alimentación: a diferencia de los teléfonos tradicionales, el hardware de VoIP requiere de alimentación eléctrica, por lo que tendremos que proteger nuestros sistemas ante una posible caída de dicha alimentación eléctrica.