

ElastixTech

www.elastixtech.com

Fundamentos de Telefonía IP e Introducción a Asterisk/Elastix



Este manual forma parte del contenido Teórico del **Curso de Entrenamiento Elastix**. Su contenido puede ser copiado y distribuido libremente sin ninguna restricción.

Nefta Anaya.

Director

www.elastixtech.com



"Todos somos ignorantes. Lo que ocurre es que no todos ignoramos las mismas cosas." – Einstein

INTRODUCCION

Hasta antes de inicios del siglo XXI, las empresas han venido usando sistemas de centrales telefónicas convencionales, los cuales requieren redes separadas para comunicaciones de voz y datos. Pero con la nueva revolución de la Voz sobre IP (VoIP), las empresas se están moviendo rápidamente a sistemas telefónicos IP, los cuales ofrecen la gran ventaja al reunir las redes de voz y datos en una misma infraestructura, dando como resultado las Redes Convergentes y la simplificación en el diseño e implementación de las redes empresariales. Los sistemas de telefonía IP proveen movilidad a los empleados, flexibilidad cuando una empresa se expande, son mucho más fáciles de administrar que una central tradicional, y puede también reducir considerablemente los costos de administración de telefonía.



El paso de la telefonía tradicional a la telefonía IP, ha permitido dar un salto cualitativo en la tecnología de comunicación, lo que ha llevado a unificar las comunicaciones acercando más a las personas sin importar la distancia. La telefonía IP facilita el envío de la voz y el video a través de las redes IP e Internet, sin embargo los conceptos básicos de la telefonía tradicional se mantienen, es por esto la importancia de su conocimiento y estudio.

Con este manual deseo dar los conocimientos y conceptos necesarios de Telefonía, las diferencias entre la Telefonía tradicional analógica/digital con la Telefonía IP, los componentes que forman e intervienen en la comunicación de la Voz sobre IP (VoIP) y la arquitectura de Asterisk/Elastix.

CONTENIDO:

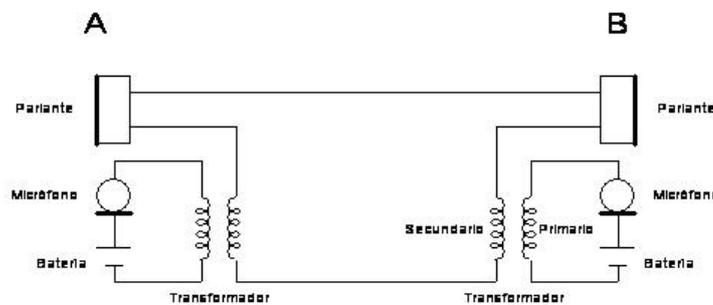
1. Fundamentos de Telefonía Análoga y Digital
2. Funcionamiento de la VoIP y/o la Telefonía IP
3. Funcionamiento del Protocolo SIP
4. Codecs de VoIP
5. Protocolos de VoIP
6. Introducción a Asterisk/Elastix



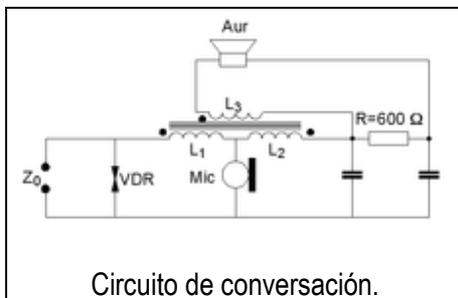
CAPITULO 1

FUNDAMENTOS DE TELEFONIA ANALOGA Y DIGITAL

Los sistemas de telefonía tradicional están guiados por un sistema muy simple pero ineficiente denominado conmutación de circuitos. La conmutación de circuitos ha sido usada por las operadoras tradicionales por más de 100 años. En este sistema cuando una llamada es realizada la conexión es mantenida durante todo el tiempo que dure la comunicación. Este tipo de comunicaciones es denominada "circuito" porque la conexión esta realizada entre 2 puntos hacia ambas direcciones. Estos son los fundamentos del sistema de telefonía convencional.



Un teléfono está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, que es la parte analógica, y el circuito de marcación, que se encarga de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como las de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el mismo par de hilos; a esto a veces se le llama "señalización dentro de la banda (de voz)". La impedancia característica de la línea es 600Ω . Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de sólo 2 hilos. Para poder combinar en una misma línea dos señales (ondas electromagnéticas) que viajen en sentidos opuestos y para luego poder separarlas se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).



Circuito de conversación.

La "**Bobina híbrida telefónica**", es un ingenioso invento del siglo XIX que permite transmitir las señales correspondientes a una conversación telefónica utilizando un solo par de hilos de cobre (la línea telefónica). La bobina híbrida telefónica original es un transformador multibobinas que permite que la señal que se genera en el micrófono se inyecte preferentemente a la línea y la señal que llega por la línea se dirige al auricular.



Sistemas de Marcación Telefónica

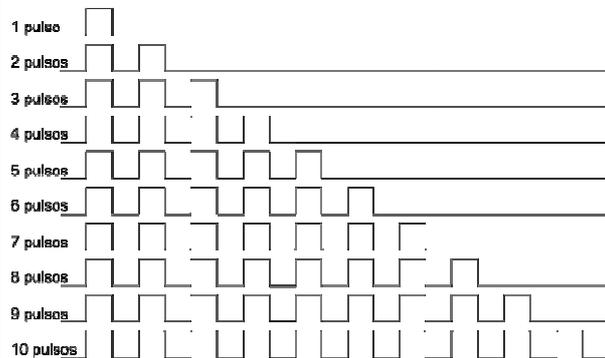
Básicamente existen dos sistemas de marcación telefónica:

- 1.- Marcación decádica por pulsos
- 2.- Marcación por tonos o DTMF

Marcación decádica por pulsos

La marcación decádica por pulsos se ha venido utilizando en exclusividad desde los orígenes de la telefonía automática hasta tiempos relativamente recientes.

La **marcación decádica por pulsos** consiste en el envío por el teléfono de la información numérica, en forma de pulsos, a la central telefónica automática (PBX) para que esta le conecte con el teléfono destino deseado.



Los pulsos los genera el teléfono mediante un dispositivo mecánico denominado disco de marcar, el cual consiste en un disco giratorio provisto de diez agujeros, de aquí lo de decádica, numerados del 0 al 9.



Marcación por Pulsos: Los primeros teléfonos utilizaban un disco para la marcación, sistemas conocidos como **Marcación por Pulsos**, se utilizaba el circuito de marcación mecánico, formado por el disco, que, cuando retrocede, acciona un interruptor el número de veces que corresponde al dígito o número marcado. El cero tiene 10 pulsos. El timbre va conectado a la línea a través del "**gancho**", que es un interruptor que se acciona al descolgar. Una tensión alterna de 75 V en la línea hace sonar el timbre.

En la actualidad, aunque las modernas centrales digitales siguen aceptando este tipo de marcación, se utiliza mayoritariamente la marcación por tonos multifrecuencia (DTMF), mucho más eficiente que la marcación por pulsos. También existe la marcación de pulsos en teléfonos de dígitos, que no se oyen como los tonos sino como pequeñas pulsaciones.



Marcación por tonos o DTMF

En telefonía, el sistema de **marcación por tonos**, también llamado sistema multifrecuencial o **DTMF** (Dual-Tone Multi-Frequency), consiste en lo siguiente:

Cuando el usuario pulsa en el teclado de su teléfono la tecla correspondiente al dígito que quiere marcar, se envían dos tonos, de distinta frecuencia: uno por columna y otro por fila en la que esté la tecla, que la central descodifica a través de filtros especiales, detectando instantáneamente que dígito se marcó.

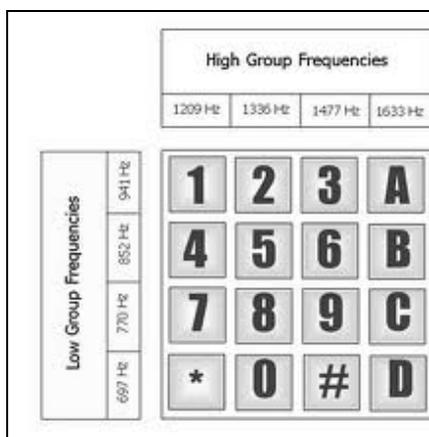
La Marcación por tonos fue posible gracias al desarrollo de circuitos integrados que generan estos tonos desde el equipo terminal, consumiendo poca corriente de la red y sustituyendo el sistema mecánico de interrupción-conexión (el anticuado disco de marcar).

| | f1 | f2 | f3 |
|----|----|----|----|
| f4 | 1 | 2 | 3 |
| f5 | 4 | 5 | 6 |
| f6 | 8 | 7 | 9 |
| f7 | * | 0 | # |

Ejemplo:

9 = f3 + f6

0 = f2 + f7



Marcación por tonos: Como la línea alimenta el micrófono a 48 V, esta tensión se puede utilizar para alimentar, también, circuitos electrónicos. Uno de ellos es el marcador por tonos. Tiene lugar mediante un teclado que contiene los dígitos y alguna tecla más (* y #), cuya pulsación produce el envío de dos tonos simultáneos para cada pulsación. y añaden nuevas prestaciones, como repetición del último número (*redial*) o memorias para marcación rápida, pulsando una sola tecla.

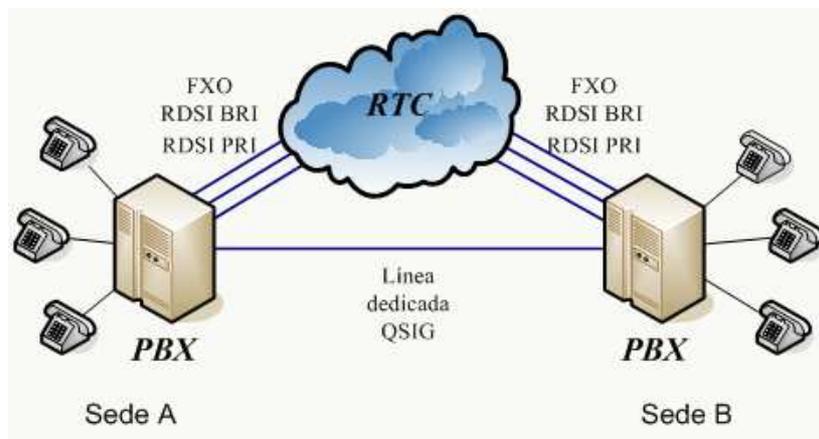
Este sistema supera al de marcación por pulsos por cuanto disminuye la posibilidad de errores de marcación, al no depender de un dispositivo mecánico. Por otra parte es mucho más rápido ya que no hay que esperar tanto tiempo para que la central detecte las interrupciones, según el número marcado.

No obstante, las modernas centrales telefónicas de conmutación digital, controladas por computadora, siguen admitiendo la conexión de terminales telefónicos con ambos tipos de marcación.



Centrales Telefónicas PBX

Los sistemas de telefonía tradicionales están basados en las llamadas centrales **PBX** (*Private Branch Exchange*). Estos equipos integran todo lo necesario para dar servicio a los terminales telefónicos. Así los teléfonos se conectan mediante un cable telefónico RJ11 a los puertos de que dispone la central. También se encarga de centralizar las conexiones con la red pública telefónica (RTC o PSTN), permitiendo concentrar líneas públicas de diferentes tipos y tecnología: Analógicas (FXO) y digitales (*BRI RDSI* y *PRI RDSI*), para ello existen diferentes tarjetas con los interfaces apropiados. Al igual que nos ofrece conectividad con la red pública, también es posible establecer la interconexión de varias centrales, mediante enlaces analógicos o digitales utilizando protocolo **QSIG**.



Es también la PBX, el que, por medio de configuración y programación, se encarga de decidir hacia donde dirigir cada llamada, y como señalar la misma. También provee de corriente eléctrica a los teléfonos de los usuarios

De forma adicional es posible incluir funcionalidades más avanzadas de servicio de telefonía (IVR, ACD, encolamiento de llamadas...), ya sea por medio de configuración, o mediante tarjetas y módulos dedicados.

Los componentes incluidos en la arquitectura de toda RTC/PSTN son:

- Teléfono y línea telefónica de abonado (Usuario o Cliente final)
- Centrales de Conmutación de circuitos (PBX y Centrales Telefónicas)
- Sistema de transmisión (Líneas de Distribución Telefónica)
- Sistema de Señalización (Protocolos Analógicos y Digitales)

Para poder transmitir datos por una Red Telefónica Conmutada, se necesita añadir otro elemento, la disponibilidad de líneas, en tantos sitios de la infraestructura de la RTC, la constituye en la solución más apropiada para introducir rápidamente cualquier Servicio de Telecomunicación nuevo.



Las Características esenciales de la RTC o PSTN son:

- Ofrece a cada usuario un circuito para señales analógicas con una banda base de 4KHz para cada conversación entre dos domicilios. Esta banda incluye espacios para banda de guarda anti-traslape (*anti-aliasing*) para eliminación de interferencias provenientes de las líneas de «Distribución domiciliar de potencia eléctrica»
- Única red con cobertura y capilaridad, donde por capilaridad se entiende la capacidad que tiene la red para ramificarse progresivamente en conductores que llevan cada vez menor tráfico.
- Capacidad de interconexión con las redes móviles. Es decir, la telefonía básica es entre aparatos fijos.
- El costo para el usuario por la ocupación del circuito depende de la distancia entre los extremos y la duración de la conexión (Larga Distancia, Llamadas Locales, Internacionales.)
- Normalización para interconexión de RTCs
- Consta de Medios de transmisión y Centrales de conmutación.

Los Medios de transmisión entre centrales se conocen como **Troncales**, y en la actualidad transportan principalmente señales digitales sincronizadas, usando tecnologías modernas, sobre todo ópticas. En cambio, los medios de transmisión entre los equipos domiciliarios y las centrales, es decir, las **líneas de acceso** a la red, continúan siendo pares de cobre, y se les sigue llamando líneas de abonado (*abonado* proviene del Francés y significa *subscriber*). Las demás formas de acceder del domicilio a la central local, tales como enlaces inalámbricos fijos, enlaces por cable coaxial o fibra óptica, u otros tipos de líneas de abonado que trasportan señales digitales (como *ISDN* o *xDSL*), no se consideran telefonía básica.

¿Qué es un sistema telefónico PBX?

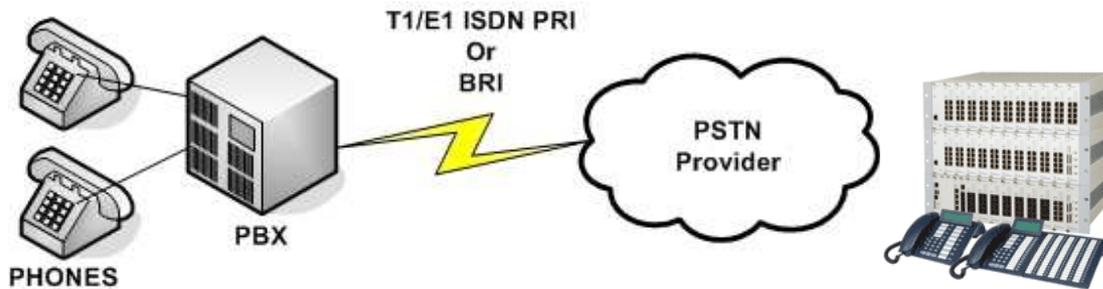
PBX son las siglas en inglés de “**Private Branch Exchange**”, la cual es la red telefónica privada que es utilizada dentro de una empresa. Los usuarios del sistema telefónico PBX comparten un número definido de líneas telefónicas para poder realizar llamadas externas. El sistema PBX conecta las extensiones internas dentro de una empresa y al mismo tiempo las conecta con la red pública conmutada, conocida también como PSTN (**Public Switched Telephone Network**).

Dicho en palabras simples; **PBX** es lo que comúnmente conocemos como Planta Telefónica o Central Telefónica. Existen desde pequeño tamaño (2X8 o 3X8) donde ingresan 2 o 3 líneas troncales de la red pública y conectan de 4 a 8 teléfonos en oficinas pequeñas; hasta de gran tamaño o escala donde ingresan cientos de troncales y conectan hasta miles de teléfonos en grandes corporaciones. Los PBX de gran escala, instalados en grandes oficinas funcionan como dispositivo físico que administra el tráfico de llamadas, incluso contabiliza las llamadas para uso financiero y de facturación.

El uso de un PBX evita conectar todos los teléfonos de una oficina de manera separada a la red de telefonía local pública (RTC/PSTN), evitando a su vez que se tenga que tener una línea propia con salidas de llamadas y cargos mensuales hacia la central telefónica que regresan nuevamente para



establecer comunicación interna. En oficinas pequeñas se utilizan los teléfonos con líneas directas a la central pública, o con una central híbrida; los costes de instalación de los equipos PBX serían muy altos y las funciones de ésta no serían aprovechadas del todo, por ejemplo, no habría necesidad de realizar llamadas internas en caso de ser muy pequeña físicamente.



Generalmente en sistemas telefónicos de gran tamaño, empresas grandes y corporaciones, los usuarios conectan el PBX por un único enlace digital, como **E1** ó **T1**, utilizando tan sólo 2 pares de cables en lugar de $2n$ hilos para las n líneas externas contratadas. Generalmente estos enlaces tienen capacidad de portar hasta 30 líneas sin llegar a comprimir la información de la voz lo suficiente como para degradarla, más 2 líneas más, que ocupan para el envío y recepción de información, para señalización y sincronización.

Se tiende hoy en día a dejar configurado el acceso de llamadas entrantes al PBX por 2 métodos principalmente:

Acceso por número único: En PBX de mediana escala, el usuario contrata n cantidad de líneas conectadas en los puertos de entrada del PBX. Generalmente, a esta n cantidad de líneas se les asocia un único número con el fin de evitar tener n números distintos. Por ejemplo, que una compañía tenga como número único el 555000. Al llamar desde el exterior a este número, podrá contestar una grabación de bienvenida (IVR) indicando que marque el número de extensión; o por otro lado contestar directamente una operadora (normalmente la recepcionista) quien transferirá la llamada a la extensión correspondiente tras la petición del llamante.

Acceso directo a extensiones: Se puede contratar con la compañía telefónica una *serie telefónica*, de manera que cada extensión tenga manera de recibir llamadas mediante un número directo, y no necesariamente pasar por el número conmutador o la recepcionista. Por ejemplo, en una compañía todos los números pueden empezar con 555xxxx y los cuatro últimos dígitos completados con x representarían la extensión marcada. Si se desea marcar la extensión 1234, uno marcaría desde fuera 5551234. No obstante, los usuarios con esta modalidad siempre tienen como número principal el de la operadora, entonces la otra forma de llamar podría ser marcar 5550000 y al contestar la locución de bienvenida, marcar a continuación 1234 o marcando directamente 5551234. Este sistema de asignación de números telefónicos se le conoce como DID.



DID – Direct Inward Dialing (también llamado DDI en Europa), es un servicio ofrecido por las compañías telefónicas para usar con los sistemas PBX de los clientes., en donde la compañía telefónica (telco) asigna un rango de números asociados con una o más líneas telefónicas.



DID requiere que se contrate una línea RDSI (ISDN) o Digital y que se pida a la compañía telefónica que asigne un rango de números. Luego se necesita en sus instalaciones el equipo respectivo, el cual consiste de tarjetas **BRI, E1** o **T1** o pasarelas.

Llamadas salientes: Por lo general se marca un código de acceso que es **9** con el estándar del continente americano, y **0** en Europa. Marcar este código *abrirá* y conmutará una línea externa libre en orden aleatorio (salvo restricciones predefinidas) con el usuario desde cualquier extensión. Una vez marcado, se escuchará otro tono de marcado (no necesariamente) que corresponde a la línea externa (o troncal). En los PBX con enlace digital no se "abre" ninguna línea, el PBX simula otro tono (a veces distinto del primero para diferenciarlos) para posteriormente enviar la solicitud al procesador central de llamadas de la RTC una vez terminado de marcar todos los dígitos del número a marcar.

Llamadas internas: Son llamadas gratuitas, ya que es la propia compañía la dueña del PBX que controla los dispositivos. El usuario marca directamente la extensión deseada sin pasar ésta por ninguna línea externa. En caso de cadenas de oficinas nacionales e internacionales, se podría optar a anteponer el código de la sucursal antes de la extensión de la misma empresa, ya que pueden haber las mismas extensiones en sucursales distintas, o el usar extensiones distintas requeriría varios dígitos de extensiones.

El sistema E1 se creó hace muchos años para interconectar troncales entre centrales telefónicas y después se le fue dando otras aplicaciones hasta las más variadas que vemos hoy en día. La trama **E1** consta en **32** divisiones (time slots) PCM (pulse code modulation) de **64k** cada una, lo cual hace un total de **30 líneas de teléfono** normales mas **2 canales de señalización**, en cuanto a conmutación. Señalización es lo que usan las centrales para hablar entre ellas y decirse que es lo que pasa por el E1.

El ancho de banda se puede calcular multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal:

$$canales \times (\text{ancho por canal}) = 32canales \times 64kb = 2048kb$$



Resumiendo, un **E1** equivale a 2.048 kilobits (2 Mbits) en el vocabulario tecnológico convencional. Hoy contratar un **E1** significa contratar el servicio de **30 líneas telefónicas** digitales para nuestras comunicaciones. Se usa en todo el mundo excepto Canada, Estados Unidos y Japón.

Estándar de la ITU-T/G.711A para la transmisión, fundamentalmente, de señales de voz, que especifica una cuantificación de 8 bits por muestra, y un ancho de banda máximo de la señal de audio de 4 Khz (suficiente para telefonía), para generar como resultado una señal de frecuencia de 8 Khz, según el cálculo:

$$(8 \text{ bits} / \text{muestra}) * (8000 \text{ muestras} / \text{segundo}) = 64 \text{ Kbit/s}$$

El sistema T1 es enteramente digital, usando código de modulación por pulso (PCM) y multiplexación de división de tiempo. El sistema utiliza cuatro hilos y proporciona la capacidad a dos vías (dos hilos para recibir y dos para enviar en el mismo tiempo). La corriente digital T-1 consiste en **24 canales** de 64-Kbps multiplexados dando un total de 1.544 kb. (El canal estándar de 64 Kbps se basa en el ancho de banda necesaria para una conversación por voz.). Hoy contratar un **T1** significa contratar el servicio de **24 líneas telefónicas** digitales para nuestras comunicaciones. Se usa en Canada, Estados Unidos y Japón.

Los cuatro hilos utilizados en los **E1** y **T1** eran originalmente un par de cables de cobre trenzado, pero ahora pueden también incluir cable coaxial, la fibra óptica, la microonda digital, y otros medios.

Telefonía Digital

En los años 70 se produjo un creciente proceso de digitalización influyendo en los sistemas de transmisión de voz, en las centrales de conmutación de la red telefónica, manteniendo el bucle de abonados de manera analógica. Por lo tanto cuando la señal de voz, señal analógica llega a las centrales que trabajan de manera digital aparece la necesidad de digitalizar la señal de voz.

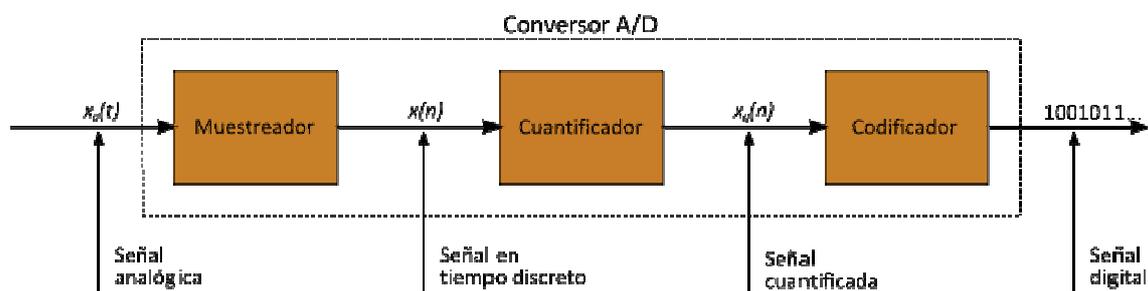
El sistema de codificación digital utilizado para digitalizar la señal telefónica fue la técnica de modulación por pulsos codificados (PCM), cuyos parámetros de digitalización son:

- Frecuencia de muestreo: 8000 Hz
- Número de bits: 8
- Ley 7.11A (Europa)
- Ley 7.11 μ (USA y Japón)

El tratamiento que se aplica a la señal analógica es: filtrado, muestreo y codificación de las muestras.

La **conversión analógica-digital (CAD)** consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.





La **digitalización** o **conversión analógica-digital** (conversión A/D) consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud (tensión) de una señal (por ejemplo, la que proviene de un micrófono si se trata de registrar sonidos), redondear sus valores a un conjunto finito de niveles preestablecidos de tensión (conocidos como niveles de cuantificación) y registrarlos como números enteros en cualquier tipo de memoria o soporte. La conversión A/D también es conocida por el acrónimo inglés **ADC** (*analogue to digital converter*).

En esta definición están patentes los cuatro procesos que intervienen en la conversión analógica-digital:

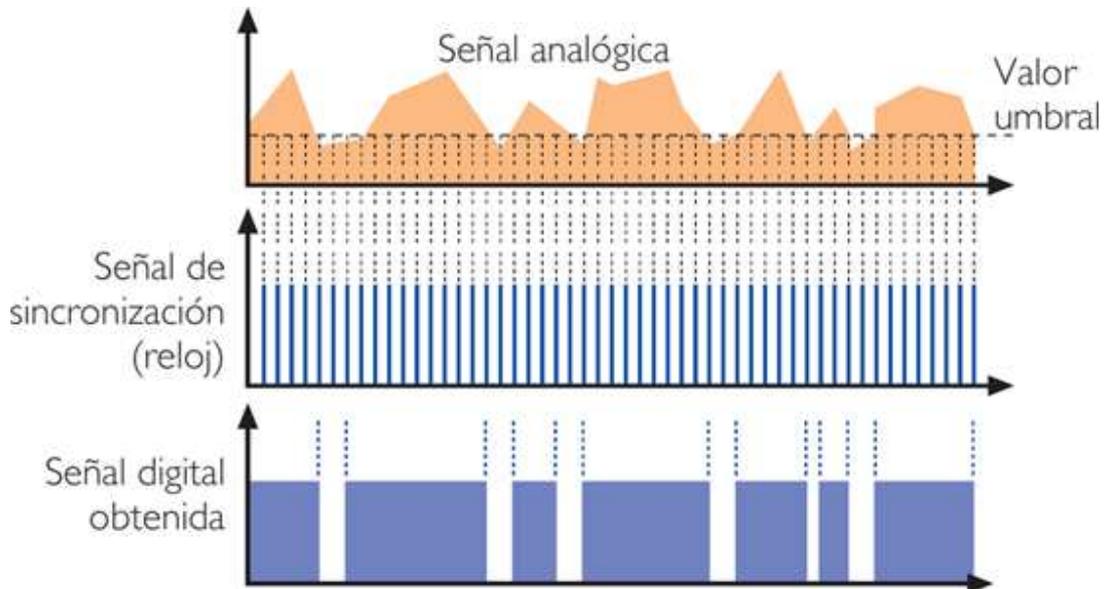
1. **Muestreo:** el muestreo (en inglés, *sampling*) consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. La velocidad con que se toma esta muestra, es decir, el número de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo.
2. **Retención** (en inglés, *hold*): las muestras tomadas han de ser retenidas (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.
3. **Cuantificación:** en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.
4. **Codificación:** la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital. Los cuatro procesos tienen lugar en un convertor analógico-digital.

En la gráfica inferior se observa una señal analógica, que para ser interpretada en un sistema digital ha de modificarse mediante digitalización. Un medio simple es el muestreo o *sampleado*. Cada cierto tiempo se lee el valor de la señal analógica.

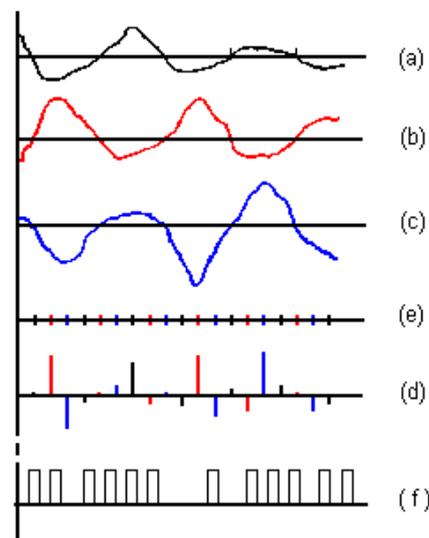


1. Si el valor de la señal en ese instante está por debajo de un determinado umbral, la señal digital toma un valor mínimo (0).
2. Cuando la señal analógica se encuentra por encima del valor umbral, la señal digital toma un valor máximo (1).



Recuperación de la señal analógica

En la recuperación se realiza un proceso inverso, con lo que la señal que se recompone se parecerá mucho a las originales (a), (b) y (c), si bien durante el proceso de cuantificación, debido al redondeo de las muestras a los valores cuánticos, se produce una distorsión conocida como *ruido de cuantificación*. En los sistemas normalizados, los intervalos de cuantificación han sido elegidos de tal forma que se minimiza al máximo esta distorsión, con lo que las señales recuperadas son una imagen casi exacta de las originales. Dentro de la recuperación de la señal, ya no se asignan intervalos de cuantificación en lugar de ello son niveles, equivalentes al punto medio del intervalo IC en el que se encuentra la muestra normalizada.



Estas conversiones analógico-digitales son habituales en adquisición de datos por parte de un sistema digital y en la modulación digital para transmisiones y comunicaciones de voz.

RDI Red Digital Integrada

RDI es el siguiente paso en la evolución de las redes telefónicas, y surgió por la necesidad de ofrecer un mejor servicio a los usuarios, ya que la transmisión a través de señales analógicas tiene numerosos inconvenientes. En esta red la comunicación entre centrales se va a realizar a través de líneas digitales, siendo el bucle de abonado el único elemento que mantendrá la estructura analógica.

Hacia el final de la década de los sesenta y principios de los setenta las telecomunicaciones se limitaban a la comunicación mediante la voz (a través del teléfono) y a la comunicación escrita (por medio de teletipos).

Ambos servicios tenían características distintas, por lo que disponían de redes diferentes para la transmisión de la información. Pero con el avance de la tecnología en la década de los setenta llegaron las computadoras, y se planteó el problema de la comunicación de datos entre computadoras. Este problema ha sido una de las causas de la evolución desde las transmisiones analógicas de la red telefónica conmutada a las transmisiones digitales de la RDSI, pasando por la RDI (red digital integrada).

Uno de los problemas que presentó la red telefónica análoga, era que estaba diseñada para transmitir señales analógicas en unas frecuencias limitadas que, naturalmente, englobaban la mayor parte de los sonidos emitidos por la voz humana (400 Hz – 4 KHz). Esta limitación de frecuencias suponía una restricción importante para la transmisión de datos digitales, ya que la conversión a datos analógicos debía realizarse dentro de ese rango de frecuencias, hecho que limitaba la velocidad de la transmisión, es decir, el número de datos que podían transmitirse por la red telefónica en una unidad de tiempo. Las señales analógicas también presentaban otros problemas, entre los que cabe destacar los siguientes:

El ruido que se introducía en los enlaces, cuya eliminación resultaba difícil. Un ejemplo de ruido en la red telefónica son las interferencias o cruces de líneas que se producen a veces.

El almacenamiento y tratamiento de las señales analógicas requerían técnicas complicadas y equipos sofisticados y, por tanto, caros.

Estas dificultades, entre otras, hacen que la tecnología analógica no sea la más adecuada, a esta motivación tecnológica (problemas de las señales analógicas) se ha unido el abaratamiento de los equipos digitales, que ha reforzado la digitalización de las redes telefónicas, que todavía continúa actualmente para ofrecer un mejor servicio a los usuarios. Este proceso de digitalización empieza por la digitalización de la comunicación entre centrales, de tal forma que la comunicación va a ser analógica a través del bucle de abonado y digital entre centrales. A este estado de las redes telefónicas se le llama **Red Digital Integrada**.



Funcionamiento de la Red Digital Integrada

Dado que la comunicación entre centrales es ahora digital, la comunicación entre usuarios se va a realizar de la siguiente manera:

- 1.- La transmisión desde el domicilio de los abonados, por el bucle local, hasta la central local a la cual está conectado se hace en forma analógica.
- 2.- En dicha central se realiza una conversión de la señal analógica a una señal digital, y desde la central local del usuario hasta la central local destino, la transmisión en las centrales se hace de forma digital.
- 3.- Cuando la información llega a la central destino, ésta convierte la señal digital a una señal analógica, y la transmisión se realiza con tecnología analógica a través del bucle local del usuario destino.

Esto es así para un porcentaje alto de las comunicaciones (dependiendo del estado de digitalización de la correspondiente red telefónica).

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN en inglés) Es la red que procede por evolución de la Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados.

Antes de la RDSI, el sistema telefónico era visto como una forma de transporte de voz, con algunos servicios especiales disponibles para los datos. La característica clave de la RDSI es que integra voz y datos en la misma línea, añadiendo características que no estaban disponibles en el sistema de teléfono clásico.

Se puede decir entonces que la RDSI o ISDN, es una red que procede por evolución de la red telefónica existente, que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere.

Los siguientes servicios y prestaciones únicamente se pueden lograr con RDSI o ISDN:

- Telefonía a 7 kHz (En analógica es de 3.4 kHz)
- Facsímil Grupos 2 y 3 Facsímil Grupo 4
- Teletex, Videotex, Videotelefonía.
- Suplementarios:
 - Grupo Cerrado de usuarios.
 - Identificación del usuario llamante.
 - Restricción de la identificación del usuario llamante.
 - Identificación de usuario conectado.
 - Restricción de la identificación de usuario conectado.



- Identificación de llamada en espera.
- Marcación directa de extensiones.
- Múltiples números de abonado.
- Marcación abreviada.
- Conferencia a tres.
- Desvío de llamadas.
- Transferencia de llamadas dentro del bus pasivo.
- Información de Tarificación.

La RDSI actual, también conocida como RDSI de banda estrecha, está basada en una de las dos estructuras definidas por CCITT:

Acceso Básico

El acceso básico, conocido también por las siglas inglesas **BRI** (Basic Rate Interface), consiste en dos canales B full-duplex de 64 kbps y un canal D full-duplex de 16 kbps. Luego, la división en tramas, la sincronización, y otros bits adicionales dan una velocidad total a un punto de acceso básico de 192 kbps.

2B+D+señalización+framing

- Acceso simultáneo a 2 canales de 64 Kbps., denominados canales B, para voz o datos.
- Un canal de 16 Kbps., o canal D, para la realización de la llamada y otros tipos de señalización entre dispositivos de la red.
- En conjunto, se denomina 2B+D, o I.420, que es la recomendación CCITT que define el acceso básico. El conjunto proporciona 144 Kbps para la transmisión voz o datos.

Acceso Primario

El acceso primario, también conocido por las siglas inglesas **PRI** (Primary Rate Interface) está destinado a usuarios con requisitos de capacidad mayores, tales como oficinas, empresas con PBX digital o red local. Debido a las diferencias en las jerarquías de transmisión digital usadas en distintos países, no es posible lograr un acuerdo en una única velocidad de los datos.

Estados Unidos, Japón y Canadá usan una estructura de transmisión basada en 1,544 Mbps, mientras que en Europa la velocidad estándar es 2,048 Mbps. Típicamente, la estructura para el canal de 1,544 Mbps es 23 canales B más un canal D de 64 kbps y, para velocidades de 2,048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 kbps:



- **E1:** 30B(64)+D(64)+señalización+framing(64) - 2 048 kbps - Europa.
- **T1:** 23B(64)+D(64)+señalización+framing(8) - 1 544 kbps - Estados Unidos, Japón y Canadá.

· Acceso simultáneo a 30 canales tipo B, de 64 Kbps., para voz y datos.

· Un canal de 64 Kbps., o canal D, para la realización de la llamada y la señalización entre dispositivos de la red.

· En conjunto, se referencia como 30B+D o I.421, que es la recomendación CCITT que define el acceso primario. el conjunto proporciona 1.984 Kbps.

· En algunos países (US), sólo existen 23 canales tipo B, por lo que se denomina 23B+D. El total corresponde a 1.536 Kbps.

Evidentemente, las comunicaciones vía RDSI, han de convivir con las actuales líneas, por lo que es perfectamente posible establecer una llamada, por ejemplo, entre un teléfono RDSI y un teléfono analógico o viceversa.

La información en los canales tipo B, operando en modo de conmutación de circuitos, una vez que ha sido establecida la llamada, se transmite de un modo totalmente transparente, lo que permite emplear cualquier conjunto de protocolos como SNA, PPP, TCP/IP, etc.

El canal de control de la llamada, o canal D, también denominado de señalización, permite, como su nombre indica, el establecimiento, monitorización y control de la conexión RDSI, y es el responsable de generar incluso los timbres de llamada. Está definido por la recomendación CCITT Q.931 (I.451), aunque en la actualidad, algunos países siguen normas propietarias. La señalización dentro de la red se realiza mediante la norma SS#7 (Signalling System Number 7) del CCITT, la misma empleada para la operación sobre líneas analógicas.

La instalación de un usuario de acceso básico a la RDSI se caracteriza por la existencia de un equipo de transmisión de red (TR o TR1), que hace de separación entre la transmisión a dos hilos de TR1 a central telefónica, la transmisión a cuatro hilos entre TR1 y los equipos terminales (ET o TR2)

Resumen del Capítulo-1:

Las PBX-Análogas Digitales se encargan de todas las funciones relativas al servicio de telefonía:

- Concentrador (*Switch*) de líneas de usuarios.
- Pasarela (*Gateway*) hacia la red pública PSTN u otras centrales PBX.
- Gestión de la señalización de las llamadas (Digitalización, Sincronismo, *Call agent*).

Se trata por tanto de una estructura muy rígida de difícil evolución, en la que cualquier cambio es un proceso largo y tedioso, como puede ser el simple traslado de un aparato telefónico, ya que cada extensión está asociada unívocamente a un puerto físico de la PBX.

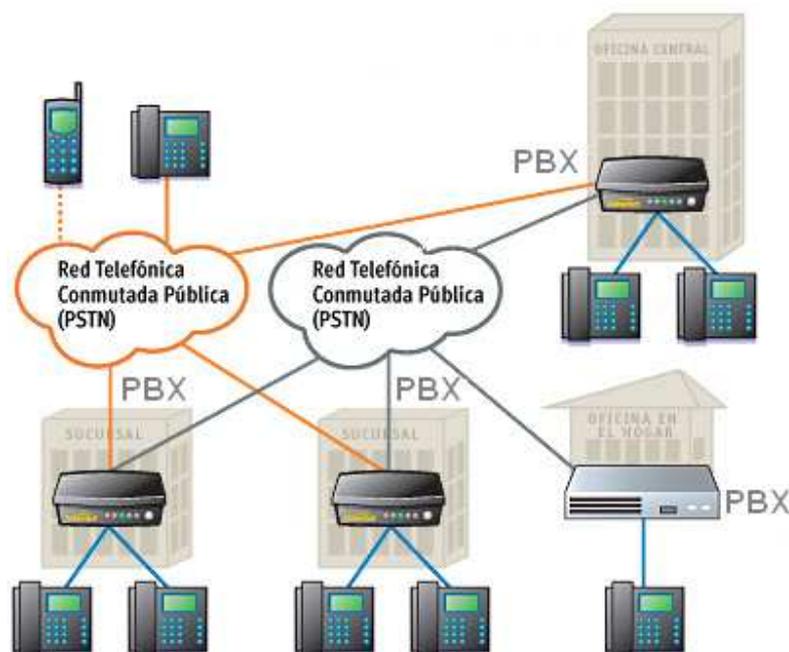


Otra desventaja es que en un entorno de varias sedes interconectadas, es necesario replicar los servicios en cada una de esas sedes, ya que solo pueden ser accedidos localmente.

Por último cada llamada utiliza en exclusiva y durante todo el tiempo que dure la llamada el recurso correspondiente a un canal de voz, ya sea a nivel local en la propia PBX, o a la hora de realizar llamadas externas. Esto impide hacer una gestión eficaz y óptima de los anchos de banda de los circuitos contratados.

Así es como funciona una llamada típica en un sistema de telefonía convencional:

1. Se levanta el teléfono y se escucha el tono de marcado. Esto deja saber que existe una conexión con el operador local de telefonía.
2. Se disca el número de teléfono al que se desea llamar.
3. La llamada es transmitida a través de la central telefónica conmutada (switch) del operador apuntando hacia el teléfono marcado.
4. Una conexión es creada entre su teléfono y la persona que se está llamando, entremedio de este proceso el operador de telefonía utiliza varios conmutadores (centrales telefónicas) para lograr la comunicación entre las 2 líneas.
5. El teléfono suena a la persona que estamos llamando y alguien contesta la llamada.
6. La conexión abre el circuito.
7. Uno habla por un tiempo determinado y luego cuelga el teléfono.
8. Cuando se cuelga el teléfono el circuito automáticamente es cerrado, de esta manera liberando la línea y todas las líneas que intervinieron en la comunicación.



Actualmente se está desarrollando en el mundo del software libre, programas que realizan las funciones de una central PBX bajo Windows y Linux, tal es el caso del programa Asterisk o FreeSWITCH o Elastix (como alternativa a una comunidad en español). Con estos sistemas es posible integrar esta y más funciones en un solo computador que brinda comunicación telefónica, Internet, fax, etc.

Asterisk o FreeSWITCH puede reemplazar completamente a una PBX, ya que estos programas realizan todas sus funciones y más, sin costes de licencia asociados. Pero deben lidiar con la seguridad y además con la calidad del audio que aun no iguala al telefónico tradicional.

Tanto como el fax, o el módem, o grupos de teléfonos de picos, u otros dispositivos de comunicación pueden ser conectados a un PBX. Generalmente estos dispositivos se relacionan como extensiones.

Una PBX IP o Central telefónica IP es un equipo telefónico diseñado para ofrecer servicios de comunicación de voz/video a través de las redes de datos. Utilizan la red IP, aunque esta no fue diseñada para este uso, muchas compañías están ensamblando sistemas de IP cada vez más confiables. Las corporaciones internacionales han sido muy receptivas a esta tecnología ya que no se encuentran limitadas ni en número, ni en ubicación de usuarios dándoles una libertad importante de expansión a nivel mundial. La buena noticia es que todas las funciones extra que pueden darle las IP PBX, pueden tenerlas con las PBX tradicionales, con tan solo conectar módulos donde se incorpora la tecnología IP, todo a precios muy razonables. El consumidor ya se acostumbró a la confiabilidad y a la fácil configuración de las PBX tradicionales, cosa que debe continuar con esta nueva tecnología. Cada vez más, las PBX dejan de ser un equipo limitado a las grandes empresas, ahora la vemos en medianas y pequeñas empresas y además en muchos hogares, en donde se ha convertido en un elemento indispensable de la vida cotidiana.

EL PRESENTE Y EL FUTURO DE LAS COMUNICACIONES UNIFICADAS ES:



CAPITULO 2**FUNCIONAMIENTO DE LA VoIP Y DE LA TELEFONIA IP**

Una de las tendencias más recientes en telefonía es la **Telefonía IP**. Básicamente la Telefonía IP o VoIP es un método por el cual tomando señales de audio analógicas de las que se escuchan cuando uno habla por teléfono se las transforma en datos digitales que pueden ser transmitidos a través de Internet o una red de datos, hacia una dirección IP determinada.

La Voz sobre IP (VoIP) permite la unión de dos mundos históricamente separados, el de la transmisión de voz y el de la transmisión de datos. Entonces, la VoIP no es un servicio sino una tecnología. VoIP puede transformar una conexión Standard de Internet, en una plataforma para realizar llamadas gratuitas por Internet. En el pasado, las conversaciones mediante VoIP solían ser de baja calidad, esto se vio superado por la tecnología actual y la proliferación de conexiones de banda ancha, hasta tal punto llegó la expansión de la telefonía IP que existe la posibilidad de que usted sin saberlo ya haya utilizado un servicio VoIP, por ejemplo, las operadoras de telefonía convencional, utilizan los servicios del VoIP para transmitir llamadas de larga distancia y de esta forma reducir costos.

Se sabe que va a llevar algún tiempo pero es seguro que en un futuro cercano desaparecerán por completo las líneas de teléfono convencionales que utilizamos en nuestra vida cotidiana, el avance tecnológico indica que estas serán muy probablemente reemplazadas por la telefonía IP.

Las comunicaciones unificadas son posibles con la tecnología de voz sobre IP, ya que permite la integración de otros servicios disponibles en la red de Internet como son video, mensajes instantáneos, correo electrónico, fax, etc.

Las Comunicaciones Unificadas son definidas como el proceso en el cual todos los sistemas y aparatos de comunicación de una empresa se encuentran completamente integrados. Esto permite ventajas para los usuarios ya que pueden mantenerse en contacto con cualquier persona, donde quiera que estén y en tiempo real.

El objetivo de las Comunicaciones Unificadas es el de optimizar los procedimientos laborales, mejorar las comunicaciones entre personas y simplificar procesos que benefician las ganancias de los negocios.

Integra las redes de datos y voz., Esto permite a las empresas de hoy simplificar los procesos de transmisión de información y asegurar su sencilla utilización.



La Telefonía IP consiste en, además de convertir la voz en datos (VoIP) proporcionar todas las facilidades existente en la telefonía analógica/digital y otras adicionales que es imposible tener en la telefonía convencional, a través de la red IP. De esta forma, voz y datos comparten la misma red. Es lo que se denomina **convergencia** y es la llave que abre un mundo de nuevos servicios y posibilidades.

La transmisión de voz sobre IP (VoIP) puede facilitar muchos procesos y servicios que normalmente son muy difíciles y costosos de implementar usando la tradicional red de voz PSTN:

- Se puede transmitir más de una llamada sobre la misma línea telefónica. De esta manera, la transmisión de voz sobre IP hace más fácil el proceso de aumentar líneas telefónicas cuando llegan nuevos empleados a la empresa.
- Funcionalidades que normalmente son facturadas con cargo extra por las compañías de teléfonos como: identificación de la persona que llama, transferencia de llamadas o remarcado automático, son fáciles de implementar con la tecnología de voz sobre IP - y sin costo alguno.

Estas y muchas otras ventajas están haciendo que las empresas de hoy adopten sistemas telefónicos IP, para sus negocios. Montando PBX basada en Voz IP a un paso apresurado.

Es muy importante diferenciar entre Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP.

- **VoIP** es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en definitiva *la tecnología* que permite comunicar voz sobre el protocolo IP.
- **Telefonía IP** es el servicio telefónico disponible al público, por tanto con numeración, realizado con tecnología de VoIP.

Beneficios de la Telefonía IP

Entre los muchos beneficios que nos aporta la Telefonía IP podemos destacar los siguientes:

Disminuyen los costes de instalación. Integrando voz y datos en una única red de comunicaciones se puede ahorrar hasta un 50% de los costes iniciales de instalación de las infraestructuras de comunicaciones al realizar un sólo cableado en vez de dos. Así como ahorro en los costes de mantenimiento de dicha red.

Disminuye los costes de explotación. Es posible utilizar tanto las líneas telefónicas tradicionales como los nuevos servicios ofrecidos por operadores de telefonía por Internet, seleccionándose de modo automático aquel que sea más económico en función de la llamada que se va a realizar. Se puede disponer de varios números de teléfono sin necesidad de contratar líneas a su operador de telefonía tradicional ni pagar cuotas mensuales, pagando solo el consumo realizado. Esto ayuda también a mejorar la imagen de las pequeñas y medianas empresas.



Permite la conexión de múltiples delegaciones, tanto nacionales como internacionales, y la de los teletrabajadores y las llamadas gratuitas entre ellas.

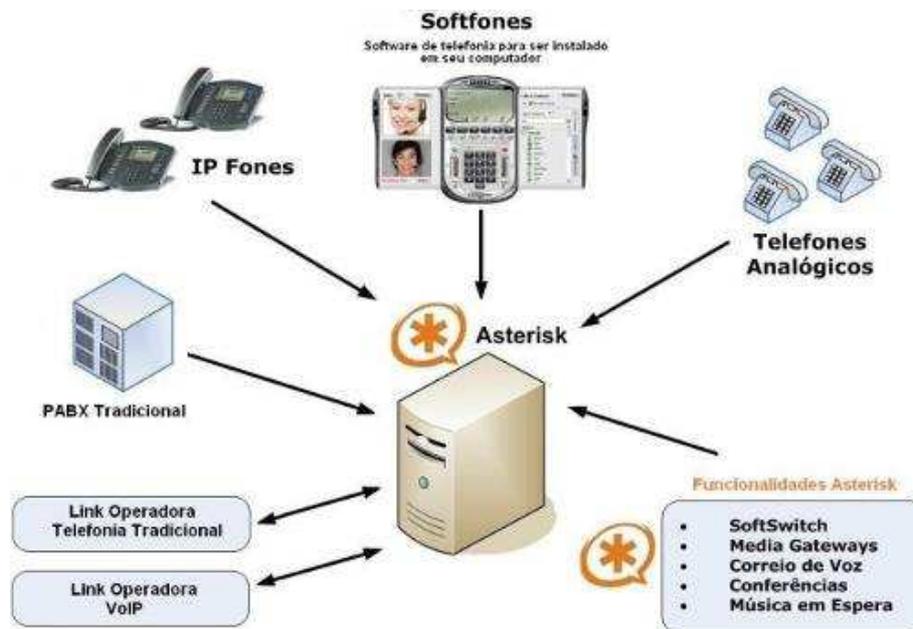
Permite disponer de las funcionalidades de los grandes sistemas de telefonía a un precio considerablemente menor.

¿En qué se diferencia la Telefonía IP de la telefonía normal?

En una llamada telefónica normal, la central telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que se utiliza para llevar las señales de voz. En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet o Red de Datos a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino para llegar, están compartiendo un medio, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz.

Central PBX IP: ¿Cómo funciona una central IP/un sistema telefónico VOIP?

Un sistema Telefónico de VOIP o IP, se conforma por uno o más teléfonos IP (Genéricos SIP o Proprietarios), un servidor de central IP (IP-PBX) y opcionalmente una Pasarela VOIP (Gateway VoIP). El servidor de central IP (IP-PBX) es similar a un servidor Proxy, los teléfonos SIP, bien se trate de teléfonos virtuales (Softphone) o de teléfonos físicos basados en hardware, se registran en el servidor de la central IP y cuando desean realizar una llamada, le solicitan a la central IP que establezca la conexión. La central IP posee un directorio de todos los teléfonos/usuarios y su correspondiente dirección SIP y por ello puede conectar una llamada interna o encaminar una llamada externa a través de una pasarela VOIP o un prestador de servicios VOIP.



Para entenderlo bien, veamos primero el funcionamiento de una instalación tradicional:

Cuando conectamos un nuevo teléfono, lo hacemos a un par de hilos de cobre (la línea telefónica) que transportan nuestra voz en forma de una señal eléctrica hacia un equipo de comunicación (la central PBX). Este elemento es realmente el que establece la comunicación conectando una extensión con otra o con el exterior. Uno de los aspectos esenciales de esta forma de telefonía es que ese par de hilos son dedicados, es decir, transportan exclusivamente la voz.

Si observamos un puesto de trabajo normal de una oficina, veremos que la computadora se conecta a la red interna de la empresa a través de un conector diferente, el de LAN. Por él van datos, nuestro correo electrónico, las páginas Web que visitamos o la información de las aplicaciones informáticas que utilizamos.

Pero ¿por qué esta duplicidad? ¿Por qué deben existir dos tipos de cables? ¿No sería posible utilizar uno solo para todo?. La respuesta a esta pregunta es SI: con la Telefonía IP.

Es evidente que el hecho de tener una red en vez de dos, es beneficioso para cualquier operador que ofrezca ambos servicios, gastos inferiores de mantenimiento, personal cualificado en una sola tecnología. En la telefona IP el cambio fundamental se produce en la red de transporte: ahora esta tarea es llevada a cabo por una red basada en el protocolo IP, de conmutación de paquetes, por ejemplo Internet. En cuanto a la red de acceso, puede ser la misma que en el caso anterior, físicamente hablando (bucle de abonado).

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas vocales a traves de una red IP dependen en gran medida de que tipo de teléfonos se utiliza en ambos extremos de la conversación. Estos pueden ser terminales IP o no IP.

- Entre los primeros esta el teléfono IP, una computadora multimedia, un fax IP,...
- Entre los segundos esta un teléfono convencional, un fax convencional,...

Los primeros son capaces de entregar a su salida la conversación telefónica en formato de paquetes IP, además de ser parte de la propia red IP, mientras que los segundos no, por lo que necesitan de un dispositivo intermedio que haga esto antes de conectarlos a la red IP de transporte.

Tipos de Medios de Comunicación en la Telefonía IP

Utilizando VoIP existen mas de una forma de realizar una llamada, cada una de ellas se pueden comunicar entre si, mientras exista un canal de comunicación IP entre ellos; lo que los hace diferente son ciertas funcionalidades y el dispositivo o medio utilizado.

Vamos a analizar las distintas opciones que nos presenta esta tecnología:





ATA: (Analog Telephone Adaptor) Esta es la forma mas simple. Este adaptador permite conectar teléfonos comunes no digitales (de los que utilizamos en la telefonía convencional) a su computadora o a su red para utilizarlos con VoIP. El **adaptador ATA** es básicamente un transformador de analógico a digital. Este toma la señal de la línea de teléfono tradicional y la convierte en datos digitales listos para ser transmitidos a traves de la red de datos o Internet. Algunos proveedores de VOIP instalan adaptadores ATA junto con sus servicios, estos adaptadores ya vienen preconfigurados y basta con enchufarlos para que comiencen a funcionar.

Teléfonos IP (Hardphones): Estos teléfonos a primera vista se ven como los teléfonos convencionales, con un auricular, una base y cables. Sin embargo los teléfonos IP en lugar de tener un conector RJ-11 para conectar a las líneas de teléfono convencional estos vienen con un conector RJ-45 para conectar directamente al punto de la red de datos y tienen todo el hardware y software necesario para manejar correctamente las llamadas VOIP. Existen también, teléfonos IP inalámbricos con Wi-Fi permitiendo llamadas VOIP a personas que utilicen este tipo de teléfonos siempre que exista conectividad inalámbrica.



Teléfonos IP (Softphones): De Computadora a Computadora Esta es la manera mas fácil de utilizar VoIP, todo lo que se necesita es un micrófono, parlantes, una tarjeta de sonido y un programa de Teléfono Virtual (Softphone); además de una conexión a la red o Internet preferentemente de banda ancha. Exceptuando los costos del servicio de Internet usualmente no existe cargo alguno por este tipo de comunicaciones VoIP entre computadora y computadora, no importa las distancias.

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet a la persona con la que estamos hablando. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.

Hay tres tipos de llamadas:

- PC a PC
- PC a Teléfono,
- Teléfono a Teléfono



Para establecer una llamada entre 2 dispositivos de VoIP, es necesaria la utilización de una serie de reglas predefinidas llamadas **Protocolos de Comunicación**, sin estos la comunicación es imposible. Uno de los protocolos mas utilizados en la actualidad es el **Protocolo SIP**.

SIP, o *Session Initiation Protocol* es un protocolo de **control y señalización** usado mayoritariamente en los sistemas de Telefonía IP, que fue desarrollado por el IETF (RFC 3261). Dicho protocolo permite crear, modificar y finalizar sesiones multimedia con uno o más participantes y sus mayores ventajas recaen en su simplicidad y consistencia.

Hasta la fecha, existían múltiples protocolos de señalización tales como el H.323 de la ITU, el SCCP de Cisco, o el MGCP, pero parece que poco a poco **SIP está ganando la batalla del estándar**: Cisco está progresivamente adoptando SIP como protocolo en sus sistemas de telefonía IP en detrimento de H.323 y SCCP, Microsoft ha elegido SIP como protocolo para su nuevo OCS (*Office Communication Server*), y los operadores (de móvil y fijo) también están implantando SIP dentro de su estrategia de convergencia, aprovechando de este modo la escalabilidad y interoperabilidad que nos proporciona el protocolo SIP.

En definitiva, el protocolo SIP permite la interacción entre dispositivos, cosa que se consigue con distintos tipos de mensajes propios del protocolo que abarca esta sección. Dichos mensajes proporcionan capacidades para **registrar y/o invitar** un usuario a una sesión, **negociar** los parámetros de una sesión, **establecer una comunicación** entre dos a más dispositivos y, por último, **finalizar** sesiones.

El protocolo SIP actúa de forma transparente, permitiendo el mapeo de nombres y la redirección de servicios ofreciendo así la implementación de la IN (Intelligent Network) de la PSTN o RTC.

Finalmente, veamos qué hace de **SIP** un protocolo cada día más sólido. Aspectos importantes referentes a dicho protocolo se enumeran como sigue:

- El control de llamadas es *stateless* o sin estado, y proporciona escalabilidad entre los dispositivos telefónicos y los servidores.
- SIP necesita menos ciclos de CPU para generar mensajes de señalización de forma que un servidor podrá manejar más transacciones.
- Una llamada SIP es independiente de la existencia de una conexión en la capa de transporte.
- SIP soporta autenticación de llamante y llamado mediante mecanismos HTTP.
- Autenticación, criptográfica y encriptación son soportados salto a salto por SSL/TSL pero SIP puede usar cualquier capa de transporte o cualquier mecanismo de seguridad de HTTP, como SSH o S-HTTP.
- Un proxy SIP puede controlar la señalización de la llamada y puede bifurcar a cualquier número de dispositivos simultáneamente.

En definitiva, vemos que SIP es un protocolo con una gran escalabilidad, modular y muy apto para convertirse en el futuro inmediato de la ToIP (Telefonía sobre IP).



CAPITULO 3 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO SIP



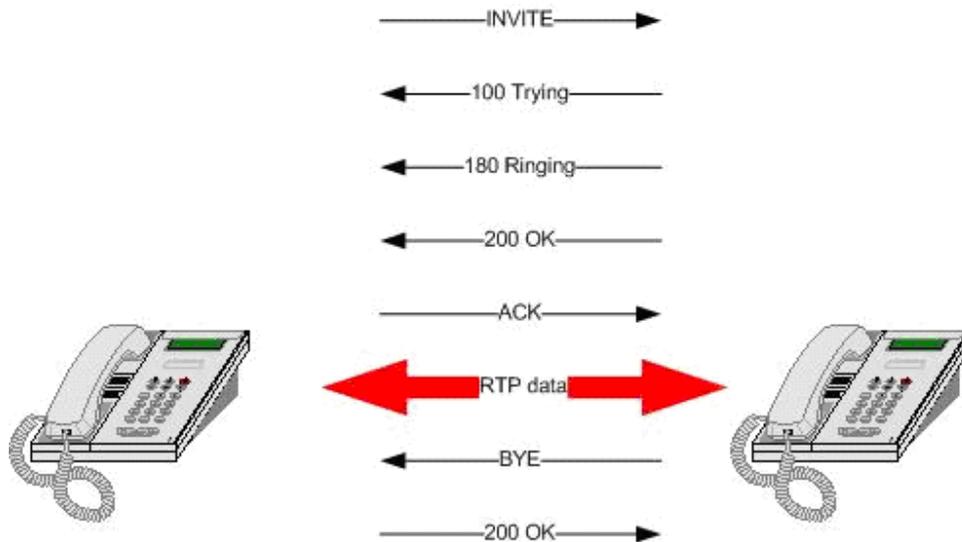
Session Initiation Protocol (SIP o Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo desarrollado por el grupo de trabajo MMUSIC del IETF con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.

La sintaxis de sus operaciones se asemeja a las de HTTP y SMTP, los protocolos utilizados en los servicios de páginas Web y de distribución de e-mails respectivamente. Esta similitud es natural ya que SIP fue diseñado para que la telefonía se vuelva un servicio más en Internet.

En noviembre del año 2000, SIP fue aceptado como el protocolo de señalización de 3GPP y elemento permanente de la arquitectura IMS (*IP Multimedia Subsystem*). SIP es uno de los protocolos de señalización para voz sobre IP, otro es H.323 y IAX actualmente IAX2.

Ejemplo de sesión de llamada SIP entre 2 teléfonos

Una sesión de llamada SIP entre 2 teléfonos es establecida como sigue:



1. El teléfono llamante envía un "invite"
2. El teléfono al que se llama envía una respuesta informativa 100 – Tratando – retorna.
3. Cuando el teléfono al que se llama empieza a sonar una respuesta 180 – sonando – es retornada.



4. Cuando el receptor levanta el teléfono, el teléfono al que se llama envía una respuesta 200 – OK
5. El teléfono llamante responde con un ACK – confirmado
6. Ahora la conversación es transmitida como datos vía RTP
7. Cuando la persona a la que se llama cuelga, una solicitud BYE es enviada al teléfono llamante
8. El teléfono llamante responde con un 200 – OK.

Es tan simple como eso. El protocolo SIP es fácil de entender y es lógico.

El protocolo SIP es similar al protocolo HTTP ya que es basado en texto, abierto y muy flexible. Como resultado ha desplazado al estándar H.323. El protocolo H.323 fue en los inicios de la Telefonía IP, el utilizado para las comunicaciones de la Voz sobre IP (VoIP), sin embargo a dejado de ser utilizado, debido principalmente a que todas las nuevas tecnologías ya no lo soportan ya que han adoptado al protocolo SIP como Standard.

Historia del protocolo SIP

El 22 de febrero de 1996 Mark Handley y Eve Schooler presentaron al IETF un borrador del Session Invitation Protocol conocido ahora como SIPv1. El mismo estaba basado en trabajos anteriores de Thierry Turlletti (INRIA Videoconferencing System o IVS) y de Eve Schooler (Multimedia Conference Control o MMCC). Su principal fortaleza, heredada por la versión actual de SIP, era el concepto de registro, por el cual un usuario informaba a la red dónde (en qué host de Internet) podía recibir invitaciones a conferencias. Esta característica permitía la movilidad del usuario.

Ese mismo día el Dr. Henning Schulzrinne presentó un borrador del Simple Conference Invitation Protocol (SCIP), que estaba basado en el HTTP (Hypertext Transport Protocol). Usaba TCP (Transmission Control Protocol) como protocolo de transporte. Como identificadores de los usuarios utilizaba direcciones de correo electrónico para permitir el uso de una misma dirección para recibir correos electrónicos e invitaciones a conferencias multimedia. No utilizaba al SDP para la descripción de los contenidos sino que creaba un mecanismo propio.

El IETF decidió combinar ambos en un único protocolo denominado Session Initiation Protocol, (es decir cambiando el significado de la inicial I en el acrónimo "SIP") y su número de versión fue el dos, dando origen al SIPv2. En diciembre de 1996 los tres autores (Schulzrinne, Handley y Schooler), presentaron el borrador del SIPv2. El mismo luego de ser discutido en el grupo de trabajo MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) del IETF alcanzó el grado de "proposed standard" en la [RFC 2543] publicada en febrero de 1999. En septiembre de 1999 se creó el grupo de trabajo SIP en el IETF que continuó con el desarrollo del protocolo y en junio de 2002 se publicó la [RFC 3261] que reemplazó a la anterior introduciendo modificaciones propuestas durante el trabajo del grupo SIP. Los autores de esta última RFC, hoy vigente son: Jonnathan Rosenberg, Henning Schulzrinne, Gonzalo Camarillo, Allan Johnston, Jon Peterson, Robert Sparks, Mark Handley y Eve Schooler.

Diseño del protocolo

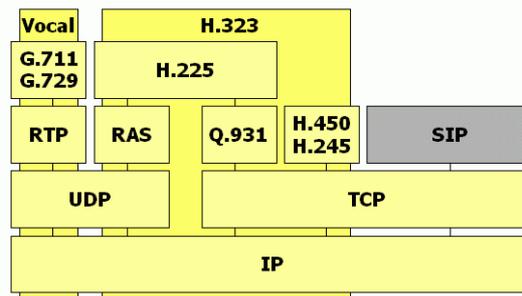
SIP funciona en colaboración con otros muchos protocolos. El protocolo SIP se concentra en el establecimiento, modificación y terminación de las sesiones, y se complementa entre otros con el **SDP**, que describe el contenido multimedia de la sesión, por ejemplo qué **direcciones IP, puertos y**



códecs se usarán durante la comunicación. También se complementa con el **RTP** (*Real-time Transport Protocol*). **RTP** es el verdadero portador para el contenido de voz y vídeo que intercambian los participantes en una sesión establecida por SIP.

Las funciones básicas del protocolo incluyen:

- Determinar la ubicación de los usuarios, aportando movilidad.
- Establecer, modificar y terminar sesiones multipartitas entre usuarios.



El protocolo SIP adopta el modelo cliente-servidor y es transaccional. El cliente realiza peticiones (requests) que el servidor atiende y genera una o más respuestas (dependiendo de la naturaleza, Método, de la petición). Por ejemplo para iniciar una sesión el cliente realiza una petición con el método INVITE en donde indica con qué usuario (o recurso) quiere establecer la sesión. El servidor responde ya sea rechazando o aceptado esa petición en una serie de respuestas. Las respuestas llevan un código de estado que brindan información acerca de si las peticiones fueron resueltas con éxito o si se produjo un error. La petición inicial y todas sus respuestas constituyen una transacción.

Como una de las principales aplicaciones del protocolo SIP es la telefonía, un objetivo de SIP fue aportar un conjunto de las funciones de procesamiento de llamadas y capacidades presentes en la red pública conmutada de telefonía. Así, implementó funciones típicas de dicha red, como son: llamar a un número, provocar que un teléfono suene al ser llamado, escuchar la señal de tono o de ocupado.

Aunque existen muchos otros protocolos de señalización para VoIP, SIP se caracteriza porque sus promotores tienen sus raíces en la comunidad IP y no en la industria de las telecomunicaciones. SIP ha sido estandarizado y dirigido principalmente por el IETF mientras que el protocolo de VoIP H.323 ha sido tradicionalmente más asociado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sin embargo, las dos organizaciones han promocionado ambos protocolos del mismo modo.

SIP es similar a HTTP y comparte con él algunos de sus principios de diseño: es legible por humanos y sigue una estructura de petición-respuesta. Los promotores de SIP afirman que es más simple que H.323. Sin embargo, aunque originalmente SIP tenía como objetivo la simplicidad, en su estado actual se ha vuelto tan complejo como H.323. SIP comparte muchos códigos de estado de HTTP, como el familiar '404 no encontrado' (*404 not found*). SIP y H.323 no se limitan a

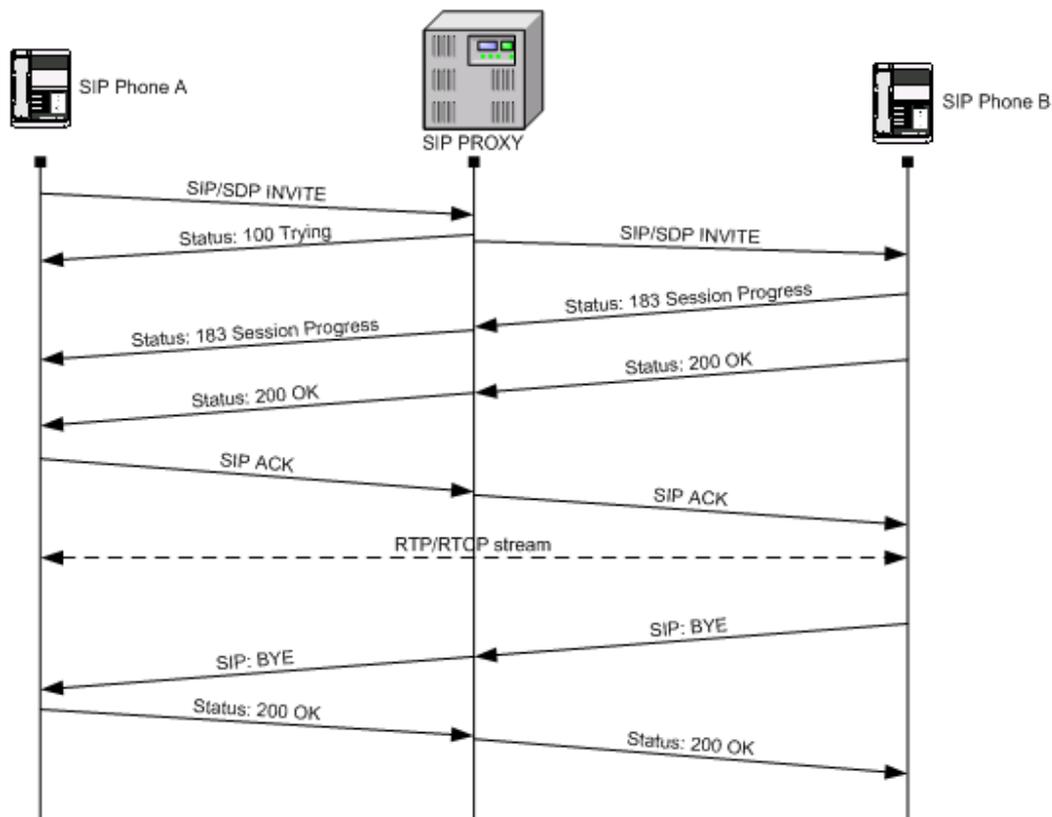


comunicaciones de voz y pueden mediar en cualquier tipo de sesión comunicativa desde voz hasta vídeo o futuras aplicaciones todavía sin realizar.

Funcionamiento del protocolo

El protocolo SIP permite el establecimiento de sesiones multimedia entre dos o más usuarios. Para hacerlo se vale del intercambio de mensajes entre las partes que quieren comunicarse.

La comunicación SIP, por defecto, utilizan el **puerto 5060** en **TCP** (*Transmission Control Protocol*) y **UDP** (*User Datagram Protocol*) para recibir las peticiones de los clientes SIP.



Agentes de Usuario

Los usuarios, que pueden ser seres humanos o aplicaciones de software, utilizan para establecer sesiones lo que el protocolo SIP denomina "Agentes de usuario". Estos no son más que los puntos extremos del protocolo, es decir son los que emiten y consumen los mensajes del protocolo SIP. Un videoteléfono, un teléfono, un cliente de software (softphone) y cualquier otro dispositivo similar es para el protocolo SIP un agente de usuario. El protocolo SIP no se ocupa de la interfaz de estos dispositivos con el usuario final, sólo se interesa por los mensajes que estos generan y cómo se comportan al recibir determinados mensajes. Los agentes de usuario se comportan como clientes



(UAC: *User Agent Clients*) y como servidores (UAS: *User Agent Servers*). Son UAC cuando realizan una petición y son UAS cuando la reciben. Por esto los agentes de usuario deben implementar un UAC y un UAS.

Además de los agentes de usuario existen otras entidades que intervienen en el protocolo, estos son los Servidores de Registro o *Registrar*, los Proxy y los Redirectores. A continuación se describe su finalidad.

Servidores de Registro o *Registrar*

El protocolo SIP permite establecer la ubicación física de un usuario determinado, esto es, en qué punto de la red está conectado. Para ello se vale del mecanismo de registro. Este mecanismo funciona como sigue:

Cada usuario tiene una dirección lógica que es invariable respecto de la ubicación física del usuario. Una dirección lógica del protocolo SIP es de la forma **usuario@dominio** es decir tiene la misma forma que una dirección de correo electrónico. La dirección física (denominada "dirección de contacto") es dependiente del lugar en donde el usuario está conectado (de su dirección **IP**). Cuando un usuario inicializa su terminal (por ejemplo conectando su teléfono o abriendo su software de telefonía SIP) el agente de usuario SIP que reside en dicho terminal envía una petición con el método REGISTER a un Servidor de Registro (*Registrar* en inglés), informando a qué dirección física debe asociarse la dirección lógica del usuario. El servidor de registro realiza entonces dicha asociación (denominada *binding*). Esta asociación tiene un período de vigencia y si no es renovada, caduca. También puede terminarse mediante un desregistro. La forma en que dicha asociación es almacenada en la red no es determinada por el protocolo SIP, pero es vital que los elementos de la red SIP accedan a dicha información.

Servidores Proxy y de Redirección

Para encaminar un mensaje entre un agente de usuario cliente y un agente de usuario servidor normalmente se recurre a los servidores. Estos servidores pueden actuar de dos maneras:

1. Como **Proxy**, encaminando el mensaje hacia destino,
2. Como **Redirector** (*Redirect*) generando una respuesta que indica al originante la dirección del destino o de otro servidor que lo acerque al destino.

La principal diferencia es que el servidor Proxy queda formando parte del camino entre el UAC y el (o los) UAS, mientras que el servidor de redirección una vez que indica al UAC cómo encaminar el mensaje ya no interviene más.

Un mismo servidor puede actuar como Redirector o como Proxy dependiendo de la situación.

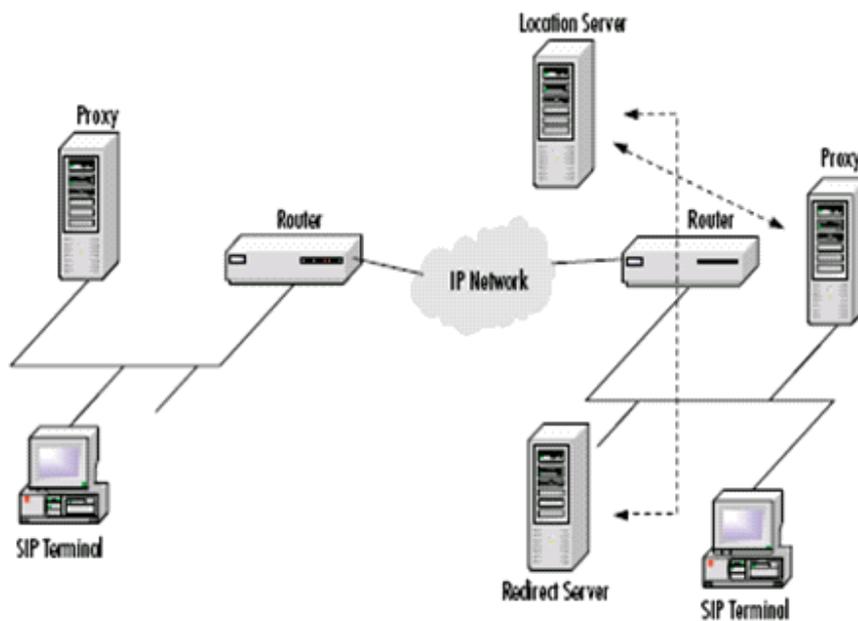


Casos típicos de servidores

Un conjunto de usuarios que pertenecen a una compañía o proveedor de servicios de comunicaciones, conforman un dominio. Este dominio, que se indica en una dirección SIP después del carácter "@" es normalmente atendido por un servidor (o más de uno). Este servidor recibe las peticiones hacia sus usuarios. Este servidor será el encargado de determinar la dirección física del usuario llamado. Un servidor que recibe las peticiones destinadas a un dominio específico es denominado servidor entrante (*Inbound Server*).

Es habitual también, que exista un servidor que reciba las peticiones originadas por los usuarios de un dominio hacia otros dominios. Este recibe el nombre de Servidor Saliente (*Outbound Server*).

Un agente de usuario normalmente encamina todos sus pedidos hacia un servidor de su propio dominio. Es este quien determina (por sus propios medios o valiéndose de otros servidores) las ubicaciones de los usuarios que son llamados por el agente de usuario en cuestión.



SIP Proxy Server: Una entidad intermediaria que actúa como servidor y cliente con el fin de hacer peticiones a nombre de otros clientes. Un Proxy Server desempeña sobre todo el papel del encaminamiento, que significa que su trabajo es asegurarse de que la petición sea enviada a otra entidad "más cercana" al usuario apuntado. Los Proxys son también útiles para hacer cumplir las políticas (por ejemplo, cerciorarse que un usuario pueda hacer una llamada). Un Proxy interpreta, y, en caso de necesidad, reescribe partes específicas de un mensaje antes de enviarlo.

Los Proxys SIP son los elementos que encaminan peticiones SIP a los UAS y respuestas SIP a los UAC. Una petición puede atravesar varios Proxys en su camino hacia un UAS. Cada uno tomará



decisiones de enrutamiento, modificando la petición antes de enviarlo al elemento siguiente. Las respuestas se encaminarán a través del mismo sistema de Proxys atravesados por la petición pero en el orden reverso.

Con los registros de DNS SRV se fija un Proxy SIP a un dominio específico, para permitir que en las URLs se pueda llamar a dominios, en vez de trabajar con un Proxy específico.

SIP Redirect Server: Un servidor redirector es un UAS (agente de usuario servidor) que genera respuestas 3xx a las peticiones que recibe, ordenando al cliente entrar en contacto con un sistema alterno de URIs. En algunas arquitecturas puede ser deseable reducir la carga de proceso en los servidores Proxy que son responsables de las peticiones de encaminamiento, y mejorar la robustez del recorrido de los mensajes de señalización, mediante redirecciones.

La redirección permite que los servidores envíen la información de encaminamiento para una petición como respuesta al cliente, de tal modo quitándose del camino de los subsiguientes mensajes para una transacción mientras que ayudan en la localización del blanco de la petición. Cuando el autor de la petición recibe el cambio de dirección, enviará una nueva petición basada en la URI (s) que ha recibido. Propagando URIs desde el núcleo de la red hacia sus extremos, el cambio de dirección permite obtener una escalabilidad considerable en la red.

SIP Registrar Server: Un Registrar es un servidor que acepta peticiones REGISTER y pone la información que recibe de esas peticiones en el servicio de localización para el dominio que maneja.

SIP ofrece la capacidad de descubrimiento. Si un usuario desea iniciar una sesión con otro usuario, el SIP debe descubrir el host(s) actual en el cual el usuario de destino es accesible. Este proceso de descubrimiento es logrado por elementos de la red SIP tales como servidores Proxy y servidores de Redirección que son los responsables de recibir una petición, determinar dónde enviarla basados en el conocimiento de localización de usuarios, y después enviarla allí. Para hacer esto, los elementos de la red SIP consultan un servicio abstracto conocido como servicio de localización, que proporciona los mapeos de dirección para un dominio particular.

Éstos mapeos de direcciones mapean SIP URIs entrantes, por ejemplo, ***sip:nephphone@elastixtech.com*** a uno o más URIs que estén de alguna manera “más cercanos” al usuario deseado, por ejemplo ***sip:marphone@soporte.elastixtech.com***.

Outbound Proxy: Un Proxy que recibe peticiones de un cliente, aunque puede no ser el servidor resuelto por el Request-URI. Típicamente, un UA se configura manualmente con un Proxy de salida (outbound), o puede conocerlo mediante protocolos de auto configuración.

El Proxy de salida (outbound) es un Proxy normal. Se configura el cliente, el teléfono o el software, para utilizar el Proxy para todas las sesiones SIP, así como cuando se configura el web browser para utilizar un Proxy web para navegar todas las páginas web. En algunos casos, el Proxy de salida se pone junto al firewall y es la única manera de dejar pasar el tráfico SIP de la red interna a Internet.

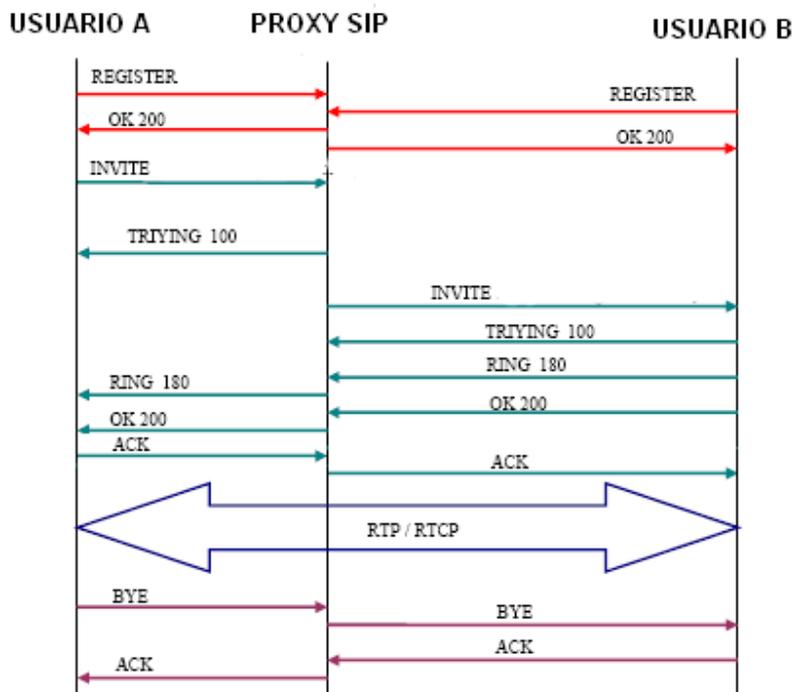


El Proxy de salida usado por un UA puede ser configurado automáticamente por un DHCP (éste se aplica sobre todo a los dispositivos SIP, no a los softphones SIP).

Una **URI SIP** identifica un recurso de comunicaciones. Como todo URI, los URIs SIP se pueden colocar en páginas web, mensajes de email, o literatura impresa. Contienen la suficiente información para iniciar y para mantener una sesión de comunicación con el recurso.

Ejemplo Comunicación SIP

A continuación se analizará detalladamente una llamada. **En una llamada SIP hay varias transacciones SIP.** Una transacción SIP se realiza mediante un intercambio de mensajes entre un cliente y un servidor. Consta de varias peticiones y respuestas y para agruparlas en la misma transacción esta el parámetro CSeq.



Las dos primeras transacciones corresponden al registro de los usuarios. Los usuarios deben registrarse para poder ser encontrados por otros usuarios. En este caso, los terminales envían una petición REGISTER, donde los campos *from* y *to* corresponden al usuario registrado. El servidor Proxy, que actúa como Register, consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK en caso positivo.

La siguiente transacción corresponde a un establecimiento de sesión. Esta sesión consiste en una petición INVITE del usuario al Proxy. Inmediatamente, el Proxy envía un TRYING 100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al usuario B. El usuario B envía un Ringing 180 cuando el



teléfono empieza a sonar y también es reenviado por el Proxy hacia el usuario A. Por último, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada (el usuario B descuelga).

En este momento la llamada está establecida, pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros (puertos, direcciones, codecs, etc.) establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.

La última transacción corresponde a una finalización de sesión. Esta finalización se lleva a cabo con una única petición BYE enviada al Proxy, y posteriormente reenviada al usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente.

Mensajes SIP

SIP es un protocolo textual que usa una semántica semejante a la del protocolo HTTP. Los UAC realizan las peticiones y los UAS retornan respuestas a las peticiones de los clientes. **SIP define la comunicación a través de dos tipos de mensajes. Las solicitudes (métodos) y las respuestas (códigos de estado)** emplean el formato de mensaje genérico establecido en el RFC 2822, que consiste en una línea inicial seguida de un o más campos de cabecera (headers), una línea vacía que indica el final de las cabeceras, y por último, el cuerpo del mensaje que es opcional.

Métodos SIP

Las peticiones SIP son caracterizadas por la línea inicial del mensaje, llamada Request-Line, que contiene el nombre del método, el identificador del destinatario de la petición (Request-URI) y la versión del protocolo SIP. Existen seis métodos básicos SIP (definidos en RFC 254) que describen las peticiones de los clientes:

- **INVITE:** *Permite invitar un usuario o servicio para participar en una sesión o para modificar parámetros en una sesión ya existente.*
- **ACK:** *Confirma el establecimiento de una sesión.*
- **OPTION:** *Solicita información sobre las capacidades de un servidor.*
- **BYE:** *Indica la terminación de una sesión.*
- **CANCEL:** *Cancela una petición pendiente.*
- **REGISTER:** *Registrar al User Agent.*

Sin embargo, existen otros métodos adicionales que pueden ser utilizados, publicados en otros RFCs como los métodos INFO, SUBSCRIBER, etc.

Formato de los mensajes

- Los mensajes que se intercambian en el protocolo SIP pueden ser peticiones o respuestas.
- Las peticiones tienen una línea de petición, una serie de encabezados y un cuerpo.
- Las respuestas tienen una línea de respuesta, una serie de encabezados y un cuerpo.



En la línea de petición se indica el propósito de la petición y el destinatario de la petición.

Las peticiones tienen distintas funciones. El propósito de una petición está determinado por lo que se denomina el Método (*Method*) de dicha petición, que no es más que un identificador del propósito de la petición. En la RFC 3261 se definen los métodos básicos del protocolo. Existen otros métodos definidos en extensiones al protocolo SIP.

En la línea de respuesta se indica el código de estado de la respuesta, que es un número que indica el resultado del procesamiento de la petición.

A continuación un ejemplo real de mensaje del método REGISTER:

```
Via: SIP/2.0/UDP
192.168.0.100:5060;rport;branch=z9hG4bK64646410000000b43c52d6c0000d120000f03
Content-Length: 0
Contact: <sip:20000@192.168.0.100:5060>
Call-ID: ED9A8038-A29D-40AB-95B1-0F5F5E905574@192.168.0.100
CSeq: 36 REGISTER
From: <sip:20000@192.168.0.101>;tag=910033437093
Max-Forwards: 70
To: <sip:20000@192.168.0.101>
User-Agent: SJphone/1.60.289a (SJ Labs)
Authorization: Digest
username="20000",realm="192.168.0.101",nonce="43c52e9d29317c0bf1f885b9aaff1522d93c7692"
,uri="192.168.0.101",response="f69463b8d3efdb87c388efa9be1a1e63"
```

Respuestas (Códigos de estado) SIP.

Después de la recepción e interpretación del mensaje de solicitud SIP, el receptor del mismo responde con un mensaje. Este mensaje, es similar al anterior, difiriendo en la línea inicial, llamada Status-Line, que contiene la versión de SIP, el código de la respuesta (Status-Code) y una pequeña descripción (Reason-Phrase). El código de la respuesta está compuesto por tres dígitos que permiten clasificar los diferentes tipos existentes. El primer dígito define la clase de la respuesta.

Código Clases

- 1xx** - Mensajes provisionales.
- 2xx** - Respuestas de éxito.
- 3xx** - Respuestas de redirección.
- 4xx** - Respuestas de fallo de método.
- 5xx** - Respuestas de fallos de servidor.
- 6xx** - Respuestas de fallos globales.

A Continuación, se incluye un ejemplo de un código de **respuesta**.

```
Internet Protocol, Src Addr: 192.168.0.101 (192.168.0.101), Dst Addr:
192.168.0.100 (192.168.0.100)
User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)
```



```
Session Initiation Protocol
Status-Line: SIP/2.0 200 OK
Status-Code: 200
Resent Packet: False
Via: SIP/2.0/UDP
192.168.0.100:5060;rport;branch=z9hG4bK64646410000000b43c52d6c0000d120000f03
Content-Length: 0
Contact: <sip:20100@192.168.0.100:5060>
Call-ID: ED9A8038-A29D-40AB-95B1-0F5F5E905574@100.100.100.16
CSeq: 36 REGISTER
From: <sip:20000@192.168.0.101>;tag=910033437093
Max-Forwards: 70
To: <sip:20000@192.168.0.101:5060>
Authorization: Digest
username="20100",realm="192.168.0.101",nonce="43c52e9d29317c0bf1f885b9aaff1522d93c7692",u
ri="sip:192.168.0.101",
response="f69463b8d3efdb87c388efa9be1a1e63"
```

Los encabezados de peticiones y respuestas se utilizan para diversas funciones del protocolo relacionadas con el encaminamiento de los mensajes, autenticación de los usuarios, entre otras. La extensibilidad del protocolo permite crear nuevos encabezados para los mensajes agregando de esta manera funcionalidad.

Utilizan una forma similar al URL del mailto, permitiendo así la especificación de los campos encabezado-petición SIP y cuerpo-de-mensaje SIP. Esto permite especificar el tema, el tipo de medios, o la urgencia de las sesiones iniciadas usando un URI de una página Web o de un mensaje de email. Su forma general, en el caso de un SIP URI, es:

`sip:usuario:password@host:puerto`

Tienen los significados siguientes:

- **usuario:** El identificador de un recurso en particular en el host que es apuntado. El término “host” en este contexto refiere con frecuencia a un dominio. El “userinfo” de un URI consiste en este campo de usuario, el campo de la contraseña, y seguido el símbolo @. La parte del userinfo de un URI es opcional y PUEDE estar ausente cuando el host de destino no tiene una noción de usuarios o cuando el host en sí mismo es el recurso que es identificado. Si el símbolo @ está presente en SIP URI, el campo de usuario NO DEBE estar vacío.

Si el host al que se apunta puede procesar números de teléfono, por ejemplo, un Gateway de telefonía por Internet, el campo “telephonesubscriber” definido en el RFC 2806 PODRÁ ser utilizado para poblar el campo de usuario.

- **password:** Una contraseña asociada al usuario. Mientras que la sintaxis SIP URI permite que este campo este presente, su uso NO ES RECOMENDADO, porque el envío de información de autenticación texto claro (tal como URIs) ha probado ser un riesgo de seguridad en cada caso donde se ha tenido que utilizar. Por ejemplo, el transporte de un número de PIN en este campo expone el PIN.



Obsérvese que el campo de la contraseña es solo una extensión de la parte de usuario. Las puestas en práctica que no desean dar significación especial a la porción contraseña del campo PUEDEN usar simplemente "user:password" como un solo string.

- **host:** El host (servidor SIP) que proporciona el recurso SIP. La parte del host contiene o bien un Nombre de dominio o una dirección numérica IPV4 o IPV6. Se RECOMIENDA usar el Nombre de dominio siempre que sea posible.
- **puerto:** El número de puerto donde se enviará la petición.

Nota: Un SIP URI con username@hostname:5060 no es igual que Username@hostname . Si se da el número de puerto, un gethostbyname DNS se utiliza para encontrar el host. Si NO hay número de puerto, el hostname se mira mediante DNS SRV. Este hostname puede señalar a uno o varios servidores Proxy SIP.

El cuerpo de los mensajes es opcional y se utiliza entre otras cosas para transportar las descripciones de las sesiones que se quieren establecer, utilizando la sintaxis del **protocolo SDP**.

Protocolo SDP - SIP

El protocolo SDP (Session Description Protocol) RFC 2327 se utiliza para describir sesiones multicast en tiempo real, siendo útil para invitaciones, anuncios, y cualquier otra forma de inicio de sesiones.

La propuesta original de SDP fue diseñada para anunciar información necesaria para los participantes y para aplicaciones de multicast MBONE (Multicast Backbone). Actualmente, su uso está extendido para el anuncio y la negociación de las capacidades de una sesión multimedia en Internet.

Puesto que **SDP** es un protocolo de descripción, los mensajes SDP se pueden transportar mediante distintos protocolos con SIP, SAP, RTSP, correo electrónico con aplicaciones MIME o protocolos como HTTP. Como el SIP, el SDP utiliza la codificación del texto. Un mensaje del SDP se compone de una serie de líneas, denominados campos, dónde los nombres son abreviados por una sola letra, y está en una orden requerida para simplificar el análisis. El SDP no fue diseñado para ser fácilmente extensible.

```
Session Description Protocol Version (v): 0
Owner/Creator, Session Id (o): Cisco-SIPUA 26425 12433 IN IP4
192.168.0.100
Owner Username: Cisco-SIPUA
Session ID: 26425
Session Version: 12433
Owner Network Type: IN
Owner Address Type: IP4
Owner Address: 192.168.0.100
Session Name (s): SIP Call
Connection Information (c): IN IP4 192.168.0.100
```



```
Connection Network Type: IN
Connection Address Type: IP4
Connection Address: 192.168.0.100
Time Description, active time (t): 0 0
Session Start Time: 0
Session Stop Time: 0
Media Description, name and address (m): audio 17338 RTP/AVP 0 8 18 101
Media Type: audio
Media Port: 17338
Media Proto: RTP/AVP
Media Format: ITU-T G.711 PCMU
Media Format: ITU-T G.711 PCMA
Format: ITU-T G.729
Media Format: 101
Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
Media Attribute (a): rtpmap:18 G729/8000
Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000
Media Attribute (a): fmp:101 0-15
```

Flujo de establecimiento de una sesión

El flujo habitual del establecimiento de una sesión mediante el protocolo SIP es el siguiente (en este ejemplo todos los servidores actúan como Proxy):

Un usuario ingresa la dirección lógica de la persona con la que quiere comunicarse, puede indicar al terminal también las características de la sesión que quiere establecer (voz, voz y video, etc.), o estas pueden estar implícitas por el tipo de terminal del que se trate. El agente de usuario SIP que reside en el terminal, actuando como UAC envía la petición (en este caso con el método INVITE) al servidor que tiene configurado. Este servidor se vale del sistema DNS para determinar la dirección del servidor SIP del dominio del destinatario. El dominio lo conoce pues es parte de la dirección lógica del destinatario. Una vez obtenida la dirección del servidor del dominio destino, encamina hacia allí la petición. El servidor del dominio destino establece que la petición es para un usuario de su dominio y entonces se vale de la información de registro de dicho usuario para establecer su ubicación física. Si la encuentra, entonces encamina la petición hacia dicha dirección. El agente de usuario destino si se encuentra desocupado comenzará a alertar al usuario destino y envía una respuesta hacia el usuario origen con un código de estado que indica esta situación (180 en este caso). La respuesta sigue el camino inverso hacia el usuario origen. Cuando el usuario destino finalmente acepta la invitación, se genera una respuesta con un código de estado (el 200) que indica que la petición fue aceptada. La recepción de la respuesta final es confirmada por el UAC origen mediante una petición con el método ACK (de Acknowledgement), esta petición no genera respuestas y completa la transacción de establecimiento de la sesión.

Normalmente la petición con el método INVITE lleva un cuerpo donde viaja una descripción de la sesión que quiere establecer, esta descripción es realizada con el protocolo SDP. En ella se indica el tipo de contenido a intercambiar (voz, video, etc.) y sus características (códecs, direcciones, puertos donde se espera recibirlos, velocidades de transmisión, etc.). Esto se conoce como "oferta de sesión SDP". La respuesta a esta oferta viaja, en este caso, en el cuerpo de la respuesta definitiva a la petición con el método INVITE. La misma contiene la descripción de la sesión desde el punto de



vista del destinatario. Si las descripciones fueran incompatibles, la sesión debe terminarse (mediante una petición con el método BYE).

Al terminar la sesión, que lo puede hacer cualquiera de las partes, el agente de usuario de la parte que terminó la sesión, actuando como UAC, envía hacia la otra una petición con el método BYE. Cuando lo recibe el UAS genera la respuesta con el código de estado correspondiente.

Si bien se ha descrito el caso de una sesión bipartita, el protocolo permite el establecimiento de sesiones multipartitas. También permite que un usuario esté registrado en diferentes ubicaciones pudiendo realizar la búsqueda en paralelo o secuencial entre todas ellas.

Autenticación en SIP

El protocolo SIP utiliza la autenticación **Digest** para la autenticación de los clientes. La autenticación Digest es un mecanismo simple de autenticación desarrollada originalmente para HTTP (se le llama con frecuencia HTTP Digest). El mecanismo de autenticación es muy simple, está basado en hashes criptográficos que evitan que se envíe la contraseña de los usuarios en texto claro.

La autenticación Digest verifica que las dos partes que se comunican conocen un secreto compartido, que es la contraseña. Cuando un servidor quiere autenticar a un usuario, genera un desafío Digest y se lo manda al usuario. Un ejemplo de desafío puede ser el siguiente:

```
Digest realm="iptel.org", qop="auth,auth-int",  
nonce="dcd98b7102dd2f0e8b11d0f600bfb0c093", opaque="", algorithm=MD5
```



Proceso de autenticación en SIP

Consiste en una serie de parámetros que son enviados al usuario. El usuario entonces utiliza los parámetros para generar una respuesta Digest adecuada y enviársela al servidor. Los parámetros del desafío Digest son los siguientes:



1. **realm:** Es un parámetro obligatorio y debe estar presente en todos los desafíos. Su propósito es identificar las credenciales dentro de un mensaje SIP. Normalmente es el dominio del cual el servidor Proxy SIP es responsable.
2. **nonce:** es un string de datos generado únicamente cada vez que un servidor genera un desafío Digest. Se construye a partir del hash MD5 de algún dato. Dicho dato normalmente incluye un sello de tiempo y la frase secreta (contraseña) que tiene el servidor. De esta manera se asegura que cada **nonce** tenga un tiempo de vida limitado (que no puede volver a ser usado más tarde) y también es único (ningún otro servidor será capaz de generar el mismo **nonce**). Los clientes generan la respuesta Digest a partir del **nonce**, así el servidor recibirá el contenido del **nonce** en una respuesta Digest. Normalmente verifica la validez del **nonce** antes de que compruebe el resto de la respuesta Digest. De manera que, el **nonce** es un tipo de identificador que se asegura de que las credenciales Digest recibidas han sido realmente generadas para un desafío Digest concreto, y además limita el tiempo de vida de la respuesta Digest, evitando que se vuelvan a lanzar ataques en el futuro.
3. **opaque:** es un string de datos que se envía al usuario en el desafío. El usuario pasará el string de datos de vuelta al servidor en la respuesta Digest. Esto permite a los servidores no mantener información sobre el estado. Si hay algún estado que ellos necesitan mantener entre el desafío y la respuesta, pueden pasárselo al cliente utilizando este parámetro y leerlo otra vez más tarde cuando la respuesta Digest venga.
4. **algoritmo:** el algoritmo utilizado para calcular los hashes. Sólo está soportado MD5.
5. **qop:** la protección de la calidad. Especifica qué esquemas de protección soporta el servidor. El cliente elegirá una opción de la lista. El valor "**auth**" indica solamente autenticación, el valor "**auth-int**" indica autenticación con protección de la integridad.

Después de recibir el desafío Digest, un agente de usuario pedirá al usuario el nombre de usuario y la contraseña (si no está preconfigurado), generará la respuesta Digest y la enviará al servidor. Una respuesta Digest podría ser así:

```
Digest username="jan", realm="iptel.org",  
nonce="dcd98b7102dd2f0e8b11d0f600bfb0c093", uri="sip:iptel.org",  
qop=auth, nc=00000001, cnonce="0a4f113b",  
response="6629fae49393a05397450978507c4ef1", opaque=""
```

Como podemos ver, la respuesta Digest es similar al desafío Digest. Los parámetros que coinciden tienen el mismo significado que en el desafío Digest. Vamos a describir brevemente sólo los siguientes parámetros:

1. **uri:** contiene el uri al que el cliente quiere acceder.
2. **qop:** el nivel de protección elegido por el cliente.
3. **nc:** contador de nonce, el valor es el contador en hexadecimal del número de peticiones (incluyendo la petición actual) que el cliente ha enviado con el nonce en su petición. Por ejemplo, en la primera petición enviada en respuesta a un nonce dado, el cliente manda "**nc=00000001**". La finalidad de esta directiva es permitir que el servidor detecte peticiones de replay manteniendo su propia copia de este contador.



4. **cnonce:** el valor es un string proporcionado por el cliente y utilizado tanto por el cliente como por el servidor para evitar ataques de texto plano elegidos, para proporcionar autenticación mutua y protección de la integridad del mensaje.
5. **response:** es un string generado por el agente de usuario (cliente) que prueba que el usuario sabe la contraseña.

Desde la recepción de una respuesta Digest, el servidor recalcula el valor de la respuesta para comparar, utilizando los atributos que da el cliente y el password almacenado en el servidor. Si el resultado es idéntico a la respuesta recibida desde el cliente entonces dicho cliente está autenticado.

Cuando un servidor SIP recibe una petición SIP y quiere verificar la autenticidad del usuario antes de procesar las peticiones, comprueba si la petición contiene las credenciales de Digest. Si no hay credenciales en la petición SIP, generará una respuesta final negativa e incluirá el desafío Digest en la respuesta.

Cuando el cliente recibe la respuesta conteniendo el desafío Digest, debe calcular la respuesta Digest adecuada y enviar la petición de nuevo, esta vez incluyendo las credenciales Digest. El servidor entonces verifica la respuesta Digest y procesa que la petición se ha realizado con éxito. Los agentes de usuario SIP utilizan la respuesta “**401 Unauthorized**” para incluir el desafío Digest.

Un ejemplo de respuesta SIP que contiene el desafío Digest:

```
SIP/2.0 401 Unauthorized.  
Via: SIP/2.0/UDP 218.79.100.193:65030;branch=z9hG4bK1ce21dab.  
To: "IPTel1844978" <sip:844978@iptel.org>;tag=794fe65c16edfdf45da4fc39  
From: "IPTel1844978" <sip:844978@iptel.org>;tag=1fd6218e.  
Call-ID: 2d471abf-c0fbee95-bee93355-fea1736b@218.79.100.193.  
CSeq: 88608141 REGISTER.  
WWW-Authenticate: Digest realm="iptel.org", \  
    nonce="3f9fc19cf91f65958f664122c1310d4c28cc61a2".  
Content-Length: 0.
```

El siguiente ejemplo muestra un mensaje REGISTER que contiene las credenciales Digest.

```
REGISTER sip:iptel.org SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/UDP 195.37.78.121:5060.  
From: sip:jan@iptel.org.  
To: sip:jan@iptel.org.  
Call-ID: 003094c3-bcfea44f-40bdf830-2a557714@195.37.78.121.  
CSeq: 102 REGISTER.  
User-Agent: CSC0/4.  
Contact: <sip:jan@195.37.78.121:5060>.  
Authorization: Digest username="jan",realm="iptel.org",  
    uri="sip:iptel.org",response="dab81127b9a7169ed57aa4a6ca146184",  
    nonce="3f9fc0f9619dd1a712b27723398303ea436e839a",algorithm=md5.  
Content-Length: 0.  
Expires: 10.
```

SIP está haciendo para comunicaciones en tiempo real lo que HTTP hizo para la web y SMTP hizo para el email. Es el principal elemento en la aceleración de la revolución de telefonía IP.



CAPITULO 4

CODECS DE VOIP



La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. **El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (el CODEC).** Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares.

El proceso de la conversión es complejo. Es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

El desarrollo de codecs para VoIP (G.711, G.729, G.723, etc.) ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos de cada vez de menor tamaño. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda más reducidos.

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Códecs que garanticen la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido utilizable. Según el Códec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

Entre los codecs utilizados en VoIP encontramos los **G.711**, **G.723** y el **G.729** (especificados por la ITU-T)

Estos Codecs tienen este tamaño en su señalización:

- G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps.
- G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 Kbps.
- G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps.
- G.728: bit-rate de 16 Kbps.
- G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps.

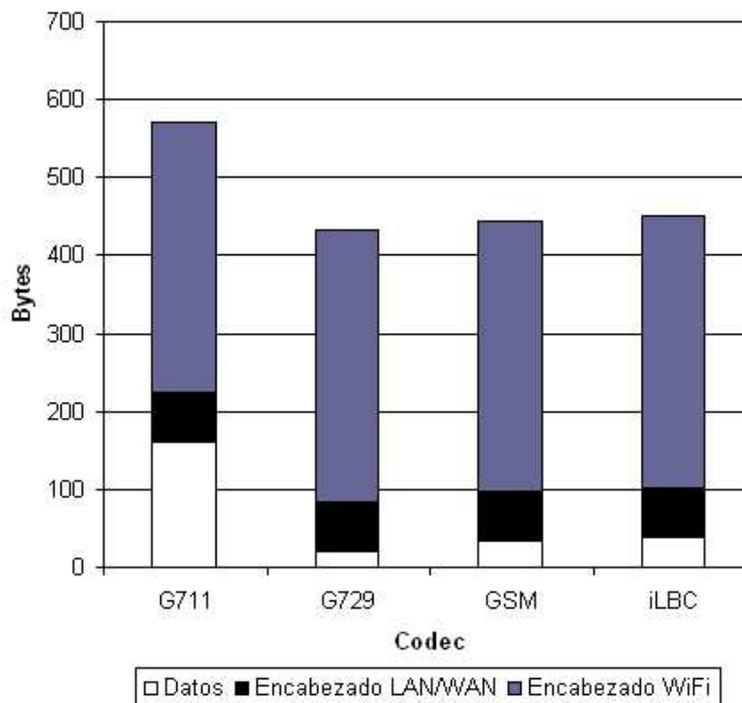


Cada paquete de voz está compuesto de dos partes: **los datos de voz** propiamente dichos (en la figura representada por rectángulos blancos) y el **encabezado** (rectángulos negros) que incluye la señalización o todos los datos de los protocolos usados en la transmisión. Esto ocurre en cada paquete transmitido.



Cada paquete de voz dura aproximadamente 20 a 30 milisegundos (varía de acuerdo al Codec). Además, y también de acuerdo al Codec utilizado, los datos de voz se comprimen más o menos por lo cual cada paquete incluye más o menos datos de voz.

El encabezado sin embargo es constante y depende del tipo de conexión usada (Alámbrica LAN o Inalámbrica WiFi). El tamaño del encabezado en general es mayor al tamaño de los datos de voz transportados. Si la transmisión va por WiFi, el encabezado WiFi se suma a los datos de voz y al encabezado LAN. Pueden variar por muchos factores como la distancia al AP (Access Point o hotspot) el tipo de protocolo WiFi usado entre otros.

Tamaño de Paquetes

Ancho de Banda Requerido

| Codec | LAN / WAN | | WiFi | |
|-------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Un sentido kB | Duplex kB | Un sentido kB | Duplex kB |
| G711 | 11,1 | 22,2 | 28,8 | 57,2 |
| G729 | 4,1 | 8,2 | 21,6 | 43,2 |
| GSM | 4,75 | 9,5 | 22,25 | 44,5 |
| iLBC | 5 | 10 | 22,5 | 45 |

Los paquetes se transmiten cada 20 milisegundos, el ancho de banda por cada Codec se calcula, por ejemplo para el Codec G711 en una LAN, se transmiten $(160+62) = 222$ bytes cada 20 milisegundos. En un segundo se transmiten 50 de estos paquetes lo que resulta en $11100 \text{ bytes/segundo} = 11,1 \text{ kB}$. Este es el ancho de banda en un sólo sentido, la comunicación se establece en



| Tamaño de paquetes | | | |
|--------------------|-------------|----------------------|-----------------------|
| Codec | Datos bytes | Encabezado LAN bytes | Encabezado Wifi bytes |
| G711 | 160 | 62 | 350 |
| G729 | 20 | 62 | 350 |
| GSM | 33 | 62 | 350 |
| iLBC | 38 | 62 | 350 |

los dos sentidos simultáneamente (duplex) obtenemos el ancho de banda efectivo para cada Codec.

Como hemos visto VoIP presenta una gran cantidad de ventajas, tanto para las empresas como para los usuarios comunes. La pregunta sería ¿por qué no se ha implantado aún esta tecnología?

El principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas las aplicaciones de IP es: **Garantizar la calidad de servicio sobre Internet**, que solo soporta "mejor esfuerzo" (best effort) y puede tener limitaciones de ancho de banda en la ruta, actualmente no es posible; por eso, se presentan diversos problemas en cuanto a garantizar la calidad del servicio.

En muchos países del mundo, la comunicación IP ha generado múltiples discordias, entre lo territorial y lo legal sobre esta tecnología, está claro y debe quedar en claro que la tecnología de VoIP no es un servicio como tal, sino una tecnología que usa el Protocolo de Internet (IP) a través de la cual se comprimen y descomprimen de manera altamente eficiente paquetes de datos o datagramas, para permitir la comunicación de dos o más clientes a través de una red como la red de Internet. Con esta tecnología pueden prestarse servicios de Telefonía o Videoconferencia, entre otros. Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente. Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas.

Llamadas simultaneas posibles

| Codec | Ancho de Banda del ISP | | | | |
|----------|------------------------|-------|------|------|------|
| | Nominal | 512 K | 1 Mb | 2 Mb | 5 Mb |
| | Factor Efectiva kbps | 75% | 75% | 75% | 75% |
| G711 LAN | | 2 | 4 | 8 | 21 |
| | WiFi | 1 | 2 | 3 | 8 |
| G729 LAN | | 6 | 11 | 23 | 57 |
| | WiFi | 1 | 2 | 4 | 11 |
| GSM LAN | | 5 | 10 | 20 | 49 |
| | WiFi | 1 | 2 | 4 | 11 |
| iLBC LAN | | 5 | 9 | 19 | 47 |
| | WiFi | 1 | 2 | 4 | 10 |



- El codec **g711** tiene dos versiones conocidas como **alaw** (usado en Europa) y **ulaw** (usado en USA y Japón). **U-law** se corresponde con el estándar **T1** usado en Estados Unidos y **A-law** con el estándar **E1** usado en el resto del mundo. La diferencia es el método que se utiliza para muestrear la señal. La señal no se muestrea de forma lineal sino de forma logarítmica. A-law tiene un mayor rango.
- Existen varias versiones del codec **g729** que es interesante explicar por su extendido uso
G729: es el códec original
- **G729A** o anexo A: es una simplificación de G729 y es compatible con G729. Es menos complejo pero tiene algo menos de calidad.
- **G729B** o anexo B: Es G729 pero con supresión de silencios y no es compatible con las anteriores.
- **G729AB**: Es g729A con supresión de silencios y sería compatible solo con G729B. Aparte de esto G729 (todas las versiones) en general tienen un bit rate de **8Kbps** pero existen versiones de **6.4 kbps** (anexo D) y **11.4 Kbps** (anexo E).


Gráfico comparativo entre el códec G.711 y G.729


A continuación se muestra una tabla resumen con los códecs más utilizados actualmente:

- El **Bit Rate** indica la cantidad de información que se manda por segundo.
- El **Sampling Rate** indica la frecuencia de muestreo de la señal vocal.(cada cuanto se toma una muestra de la señal analógica)
- El **Frame size** indica cada cuantos milisegundos se envía un paquete con la información sonora.
- El **MOS** indica la calidad general del códec (valor de 1 a 5)

| Nombre | Estandarizado | Descripción | Bit rate (kb/s) | Sampling rate (kHz) | Frame size (ms) | Observaciones |
|-----------|---------------|--|-----------------|-------------------------------|--------------------|--|
| G.711 | ITU-T | Pulse code modulation (PCM) | 64 | 8 | Muestreada | Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal |
| G.721 | ITU-T | Adaptive differential pulse code modulation (ADPCM) | 32 | 8 | Muestreada | Obsoleta. Se ha transformado en la G.726. |
| G.722 | ITU-T | 7 kHz audio-coding within 64 kbit/s | 64 | 16 | Muestreada | Divide los 16 Khz en dos bandas cada una usando ADPCM |
| G.722.1 | ITU-T | Codificación a 24 y 32 kbit/s para sistemas sin manos con baja pérdida de paquetes | 24/32 | 16 | 20 | |
| G.723 | ITU-T | Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales. | 24/40 | 8 | Muestreada | Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de G.723.1. |
| G.723.1 | ITU-T | Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s | 5.6/6.3 | 8 | 30 | Parte de H.324 video conferencing. Codifica la señal usando linear predictive analysis-by-synthesis coding. Para el codificador de high rate utiliza Multipulse Maximum Likelihood Quantization (MP-MLQ) y para el de low-rate usa Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (ACELP). |
| G.726 | ITU-T | 40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM) | 16/24/32/40 | 8 | Muestreada | ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723. |
| G.727 | ITU-T | 5-, 4-, 3- and 2-bit/sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM) | var. | | Muestreada | ADPCM. Relacionada con G.726. |
| G.728 | ITU-T | Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction | 16 | 8 | 2.5 | CELP. |
| G.729 | ITU-T | Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP) | 8 | 8 | 10 | Bajo retardo (15 ms) |
| GSM 06.10 | ETSI | RegularPulse Excitation LongTerm Predictor (RPE-LTP) | 13 | 8 | 22.5 | Usado por la tecnología celular GSM |
| Speex | | | 8, 16, 32 | 2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB) | 30 (NB) 34 (WB) | |



Funcionamiento de un codec - G711

Como ya se ha comentado la comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. La transformación de la señal analógica a una señal digital se realiza mediante una conversión analógico-digital.

Este proceso de conversión analógico digital o modulación por impulsos codificados (PCM) se realiza mediante tres pasos:

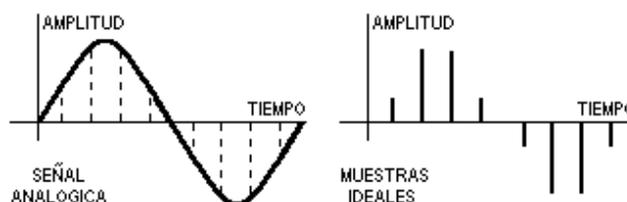
- Muestreo (sampling)
- Cuantificación (quantization)
- Codificación (codification)

En el proceso de cuantificación como explicaremos se puede realizar una compresión de la voz utilizando diferentes esquemas:

Muestreo

El proceso de muestreo consiste en tomar valores instantáneos de una señal analógica, a intervalos de tiempo iguales. A los valores instantáneos obtenidos se les llama muestras.

Este proceso se ilustra en siguiente figura:



El muestreo se efectúa siempre a un ritmo uniforme, que viene dado por la frecuencia de muestreo f_m o sampling rate. La condición que debe cumplir f_m viene dada por el teorema del muestreo "Si una señal contiene únicamente frecuencias inferiores a f , queda completamente determinada por muestras tomadas a una velocidad igual o superior a $2f$."

De acuerdo con el teorema del muestreo, las señales telefónicas de frecuencia vocal (que ocupan la Banda de 300 a - 3.400 Hz), se han de muestrear a una frecuencia igual o superior a 6.800 Hz (2×3.400).

En la practica, sin embargo, se suele tomar una frecuencia de muestreo o sampling rate de $f_m = 8.000$ Hz. Es decir, se toman 8.000 muestras por segundo que corresponden a una separación entre muestras de:

$$T=1/8000= 0,000125 \text{ seg.} = 125 \mu\text{s}$$



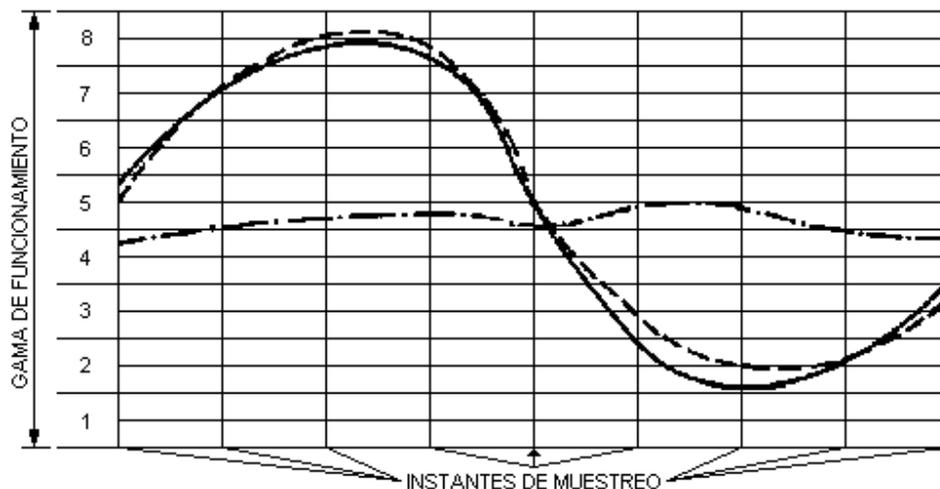
Por lo tanto, dos muestras consecutivas de una misma señal están separadas 125 μ s que es el periodo de muestreo.

Cuantificación

La cuantificación es el proceso mediante el cual se asignan valores discretos, a las amplitudes de las muestras obtenidas en el proceso de muestreo. Existen varias formas de cuantificar que iremos detallando según su complejidad.

Cuantificación uniforme

Hay que utilizar un número finito de valores discretos para representar en forma aproximada la amplitud de las muestras. Para ello, toda la gama de amplitudes que pueden tomar las muestras se divide en intervalos iguales y a todas las muestras cuya amplitud cae dentro de un intervalo, se les da el mismo valor.



El proceso de cuantificación introduce necesariamente un error, ya que se sustituye la amplitud real de la muestra, por un valor aproximado. A este error se le llama error de cuantificación.

El error de cuantificación se podría reducir aumentando el número de intervalos de cuantificación, pero existen limitaciones de tipo práctico que obligan a que el número de intervalos no sobrepase un determinado valor.

Una cuantificación de este tipo, en la que todos los intervalos tienen la misma amplitud, se llama cuantificación uniforme.

En la figura anterior se muestra el efecto de la cuantificación para el caso de una señal analógica. El número de intervalos de cuantificación se ha limitado a ocho.



La señal original es la de trazo continuo, las muestras reconstruidas en el terminal distante, se representan por puntos y la señal reconstruida es la línea de trazos.

El error de cuantificación introducido en cada muestra, da lugar a una deformación o distorsión de la señal reconstruida que se representa por línea de trazos y puntos.

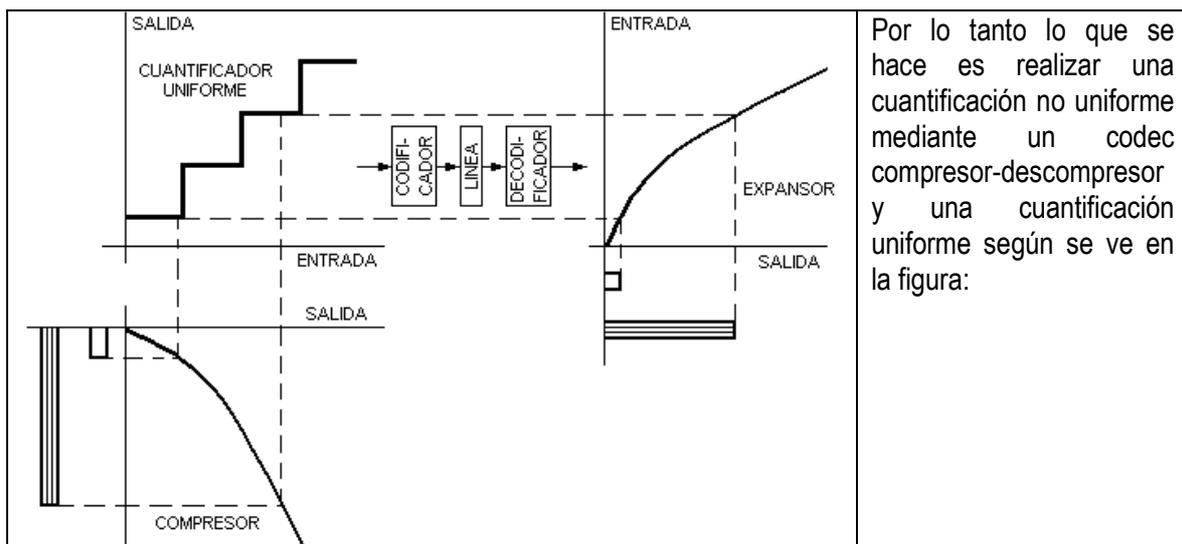
Cuantificación no uniforme

En una cuantificación uniforme la distorsión es la misma cualquiera que sea la amplitud de la muestra. Por lo tanto cuanto menor es la amplitud de la señal de entrada mayor es la influencia del error. La situación se hace ya inadmisibile para señales cuya amplitud analógica está cerca de la de un intervalo de cuantificación.

Para solucionar este problema existen dos soluciones:

- Aumentar los intervalos de cuantificación si hay más intervalos habrá menos errores pero necesitaremos más números binarios para cuantificar una muestra y por tanto acabaremos necesitando mas ancho de banda para transmitirla.
- Mediante una cuantificación no uniforme, en la cual se toma un número determinado de intervalos y se distribuyen de forma no uniforme aproximándolos en los niveles bajos de señal, y separándolos en los niveles altos.

De esta forma, para las señales débiles es como si se utilizase un número muy elevado de niveles de cuantificación, con lo que se produce una disminución de la distorsión. Sin embargo para las señales fuertes se tendrá una situación menos favorable que la correspondiente a una cuantificación uniforme, pero todavía suficientemente buena.



Por lo tanto lo que se hace es realizar una cuantificación no uniforme mediante un codec compresor-descompresor y una cuantificación uniforme según se ve en la figura:



Ley de codificación o compresión

El proceso de cuantificación no uniforme responde a una característica determinada llamada ley de Codificación o de compresión.

Hay dos tipos de leyes de codificación: las continuas y las de segmentos.

En las primeras, los intervalos de cuantificación son todos de amplitud distinta, creciendo ordenadamente desde valores muy pequeños, correspondientes a las señales de nivel bajo, a valores grandes, correspondientes a las señales de nivel alto

En las segundas, la gama de funcionamiento se divide en un número determinado de grupos y dentro de cada grupo los intervalos de cuantificación tienen la misma amplitud, siendo distinta de unos grupos a otros.

Normalmente se utilizan las leyes de codificación de segmentos.

G.711 Ley A (a-law) y ley μ (u-law)

Actualmente, las dos leyes de compresión de segmentos mas utilizadas son la ley A (a-law) y la ley μ (u-law) que dan lugar al codec g.711. La ley A (a-law) se utiliza principalmente en los sistemas PCM europeos, y la ley μ (u-law) se utiliza en los sistemas PCM americanos.

La ley A esta formada por 13 segmentos de recta (en realidad son 16 segmentos, pero como los tres segmentos centrales están alineados, se reducen a 13). Cada uno de los 16 segmentos, esta dividido en 16 intervalos iguales entre si, pero distintos de unos segmentos a otros.

La formulación matemática de la Ley A es:

$$y = Ax / 1 + LA \text{ ----- para } 0 \leq x \leq 1/A$$

$$y = 1 + L(Ax) / 1 + LA \text{ ----- para } 1/A \leq x \leq 1$$

Siendo L logaritmo neperiano.

El parámetro A toma el valor de 87,6 representando x e y las señales de entrada y salida al compresor.

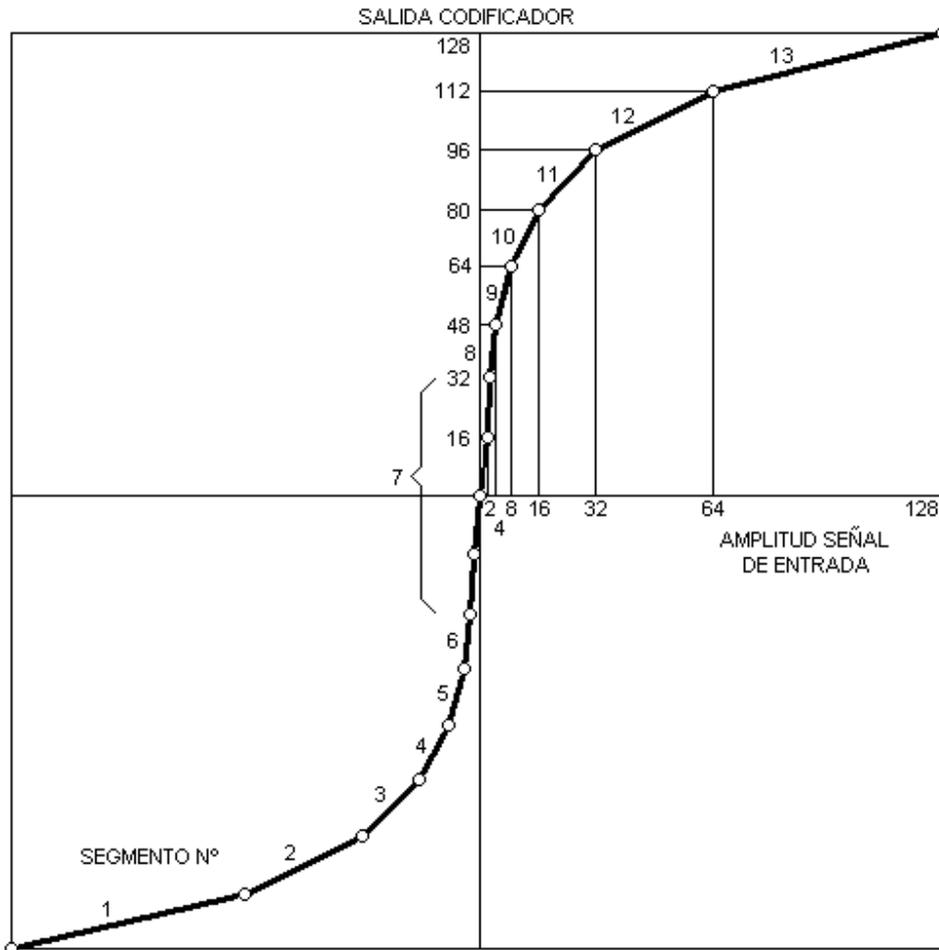
La ley μ se representa matemáticamente como:

$$y = L(1+\mu x) / L(1+\mu) \text{ ----- para } 0 \leq x \leq 1$$

Donde $\mu = 255$



En siguiente figura se representa gráficamente la ley A (a-law):



Cuantificación diferencial

En las señales de frecuencia vocal, predominan generalmente las bajas frecuencias, por ello las amplitudes de dos muestras consecutivas difieren generalmente en una cantidad muy pequeña. Aprovechando esta circunstancia, se ha ideado la cuantificación diferencial.

En la cuantificación diferencial, en lugar de tratar cada muestra separadamente, se cuantifica y codifica la diferencia entre una muestra y la que le precede. Como el número de intervalos de cuantificación necesarios para cuantificar la diferencia entre dos muestras consecutivas es lógicamente inferior al necesario para cuantificar una muestra aislada, la cuantificación diferencial permite una reducción sensible de la frecuencia de transmisión en línea, ya que esta es proporcional al número de intervalos de cuantificación



Quantificación diferencial delta y ADPCM (Adaptative delta PCM)

Si en un sistema DPCM vamos aumentando la frecuencia de muestreo, llega un momento en que dos muestras consecutivas tienen una amplitud tan próxima, que no se necesita más que un solo intervalo de cuantificación para cuantificar la diferencia.

En este caso solo se necesitaría un bit por muestra, y la velocidad de transmisión en línea (bit rate) sería igual a la velocidad de muestreo. Este tipo de modulación se conoce con el nombre de modulación delta.

La modulación delta descrita, se denomina modulación delta porque la magnitud de la variación producida a la salida es fija. Existen otros tipos de modulación delta más sofisticados, en los cuales dicha variación no es fija sino que depende de las variaciones de la señal de entrada. Por ejemplo ADPCM o Adaptative delta PCM se basa en ajustar la escala de cuantificación de forma dinámica para adaptarse mejor a las diferencias pequeñas o grandes.

Codificación - Decodificación

La codificación es el proceso mediante el cual se representa una muestra cuantificada, mediante una sucesión de "1's" y "0's", es decir, mediante un número binario.

En el punto anterior ya hemos indicado que cada muestra cuantificada se representa, o codifica mediante un número binario. Normalmente en telefonía se utilizan 256 intervalos de cuantificación para representar todas las posibles muestras (por ejemplo para G.711 tanto ley A como ley μ), por tanto se necesitarán números binarios de 8 bits para representar a todos los intervalos (pues $2^8 = 256$). Otros codecs que usan ADPCM o cuantificación delta utilizan menos intervalos y por tanto menos bits.

El dispositivo que realiza la cuantificación y la codificación se llama codificador.

La decodificación es el proceso mediante el cual se reconstruyen las muestras, a partir de la señal numérica procedente de línea. Este proceso se realiza en un dispositivo denominado decodificador.

Al conjunto de un codificador y de un decodificador en un mismo equipo, se le llama codec.

IMPORTANTE: De esta explicación se deduce que si queremos calcular el bit-rate de un codec necesitamos solamente multiplicar la frecuencia de muestreo (sample rate) expresada en muestras por segundo o Herzios por los bits necesarios para cuantificar cada muestra y nos da como resultados los bits por segundo (bit-rate) del codec en cuestión.

De todos modos por la posibilidad de utilizar compresión en codecs complejos, el bit-rate no puede deducirse siempre de esta manera.



CAPITULO 5

PROTOCOLOS DE VOIP



Son los lenguajes que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

Clasificando los protocolos VoIP

Para simplificar las cosas podríamos clasificar a los protocolos utilizados en la VoIP en tres grupos.

1. Protocolos de señalización

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión

Existen algunos protocolos de señalización, que han sido desarrollados por diferentes fabricantes u organismos como la ITU o el IETF, y que se encuentran soportados por Asterisk. Algunos son:

Por orden de antigüedad (de más antiguo a más nuevo):

- **H.323** - Protocolo definido por la ITU-T;
- **SIP** - Protocolo definido por la IETF;
- **Megaco** (También conocido como H.248) y **MGCP** - Protocolos de control;
- **SCCP-Skinny** Client Control Protocol - Protocolo propiedad de Cisco;
- **MiNet** - Protocolo propiedad de Mitel;
- **CorNet-IP** - Protocolo propiedad de Siemens;
- **IAX** - Protocolo original para la comunicación entre PBXs Asterisk (Es un estándar para los demás sistemas de comunicaciones de datos, actualmente está en su versión 2, IAX2);
- **Skype** - Protocolo propietario peer-to-peer utilizado en la aplicación Skype;
- **IAX2** - Protocolo para la comunicación entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX;
- **Jingle** - Protocolo abierto utilizado en tecnología Jabber;
- **MGCP**- Protocolo propietario de Cisco;

Entre estos los más populares en el ámbito de Asterisk son SIP e IAX.



2. Protocolos de transporte de voz

No se debe confundir aquí con protocolos de transporte de bajo nivel como TCP y UDP. Nos referimos aquí al protocolo que transporta la voz propiamente dicha o lo que comúnmente se denomina carga útil. Este protocolo se llama RTP (*Real-time Transport Protocol*) y su función es simple: transportar la voz con el menor retraso posible.

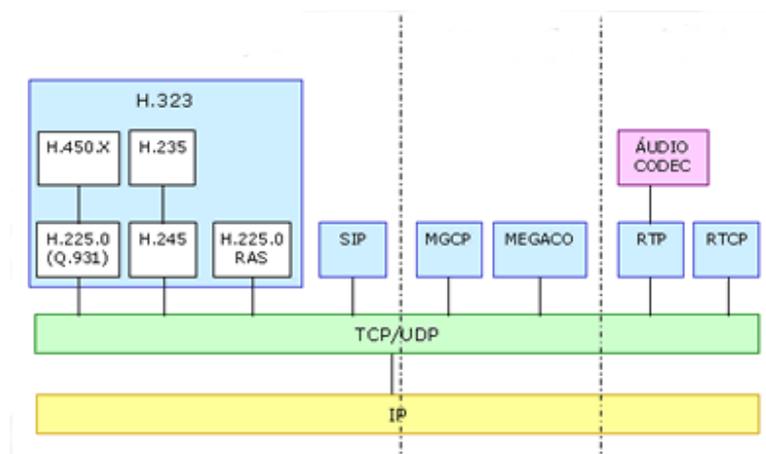
Este protocolo entra a funcionar una vez que el protocolo de señalización ha establecido la llamada entre los participantes.

3. Protocolos de plataforma IP

En esta categoría agruparemos a los protocolos básicos en redes IP y que forman la base sobre la cual se añaden los protocolos de voz anteriores. En estos protocolos podríamos mencionar a Ethernet, IP, TCP y UDP.

La Telefonía-IP utiliza como soporte cualquier medio basado en routers y los protocolos de transporte UDP/IP. El modelo de capas diseñado en 1981 para IP tenía prevista que la voz estuviera soportada sobre protocolos RTP/IP. El modelo actual en cambio, agrega RTP/UDP/IP. Existen varios organismos involucrados en los standards para la señalización: el **ITU-T** (que dio lugar a la suite de protocolos H.323, por ejemplo); el **ETSI** (con el proyecto Tiphon) y el **IETF** (que administra los protocolos de Internet, SIP por ejemplo).

Los protocolos de señalización utilizados en Telefonía-IP son de diversos tipos. El ITU-T H.323 es el primero aplicado para acciones dentro de una Intranet fundamentalmente. Es una cobertura para una suite de protocolos como el H.225, H.245 y RAS que se soportan en TCP y UDP. El IETF define otros tipos de protocolos: el MGCP para el control de las gateway a la red pública PSTN y SIP hacia las redes privadas o públicas.



La señal vocal se transmite sobre el protocolo de tiempo real RTP (con el control RTCP) y con transporte sobre UDP. El protocolo de reservación de ancho de banda RSVP puede ser de utilidad en conexiones unidireccionales (distribución de señal de broadcasting, por ejemplo).

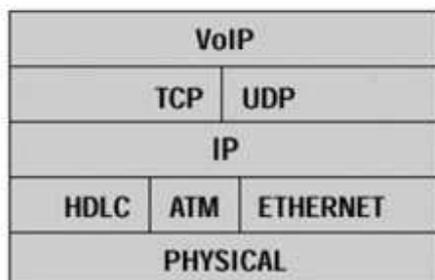


Protocolos del Plano de Control

| PROTOSCOLOS | CODECS |
|-------------|-----------------|
| IAX2 | G.729 |
| SIP | GSM |
| Skinny | ILBC / Speech |
| MGCP | G.722 / G.723 |
| H.323 | G.711a / G.711u |

Como comentábamos anteriormente, son los protocolos de señalización que permite a los usuarios interconectar sus teléfonos de VoIP. Hay muchos tipos de protocolos de señalización diferentes, H.323, SIP, SCCP, MGCP, MEGACO, SIGTRAN. Los más ampliamente utilizados son H.323 y SIP. H323 es un protocolo relativamente viejo y está actualmente siendo reemplazado por SIP. Una de las ventajas de SIP es que es mucho menos complejo y es parecido a los protocolos HTTP / SMTP. Consecuentemente, la mayoría de los equipos VOIP disponibles hoy siguen el estándar SIP. Equipos VOIP más antiguo seguiría el estándar H 323.

El conjunto de protocolos de Voz sobre IP (VoIP) se descompone en dos categorías, los protocolos del plano de control y los protocolos del plano de datos. La parte del plano de control de VoIP es el tráfico necesario para conectar y mantener el tráfico actual de usuario. Es también responsable de mantener toda la operación de toda la red (comunicaciones router-router). El plano de datos (Voz) es el protocolo necesario para llevar el tráfico de un usuario a otro. El tráfico LAN muestra un buen ejemplo para entender la diferencia entre estas dos categorías, plano de control y plano de datos. Un usuario puede navegar en la web (http) o enviar correo electrónico (SMTP) a través de la red. Esto constituye el plano de datos, el tráfico de usuario. Por otro lado, los routers en la red también necesitan comunicación sobre la misma LAN utilizando OSPF (Open Shortest Path First) o RIP (Router Information Protocol). Este tráfico siempre es invisible al usuario, pero es necesario para enrutar el tráfico del mismo. Esto constituye el plano de control. Este documento examinará la pila de protocolos de VoIP, los paquetes de voz y algunos protocolos de señalización, plano de control.

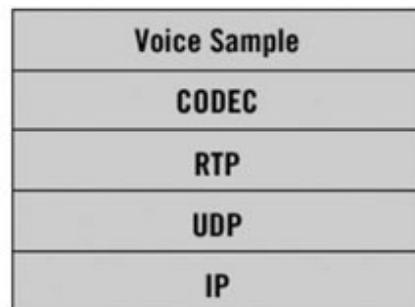
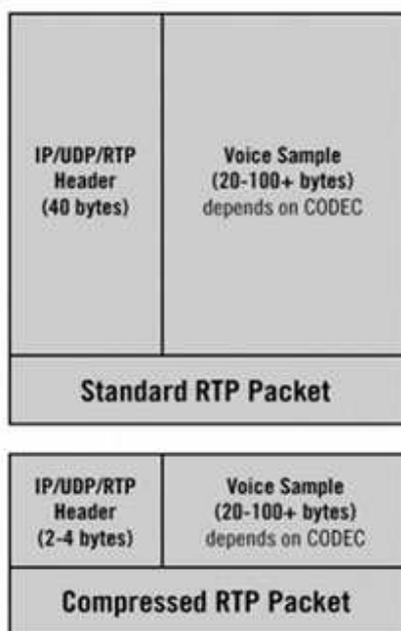

Pila de protocolos de VoIP

Como su nombre indica, VoIP utiliza IP. VoIP puede utilizar tanto UDP como TCP sobre IP. En la figura se muestra la pila de protocolos de VoIP. Es importante destacar que VoIP trabaja sobre cualquier pila de protocolos IP. Los usuarios de VoIP pueden añadir esta tecnología de forma fácil y rápida a la red ya existente de datos.



Protocolos del Plano de datos

RTP y **cRTP** Ambos, Real-Time Protocol (RTP) y Compressed Real-Time Protocol (cRTP) están normalmente disponibles en cualquiera de las arquitecturas de VoIP. El tráfico propio de VoIP a veces va por caminos diferentes a la señalización, esto significa que pueden viajar de forma independiente. **RTP es el protocolo que soporta la voz del usuario**. Cada paquete RTP contiene una muestra pequeña de la conversación de voz. El tamaño del paquete y el tamaño de la muestra de voz, dentro de dicho paquete, dependerán del CODEC utilizado.



Si un paquete RTP se pierde o es descartado por la red, no será retransmitido, esto es debido a la conveniencia de evitar largas pausas en la conversación telefónica. La red debería diseñarse para que tan sólo unos pocos paquetes sean perdidos en la transmisión. En la cabecera RTP se incluye información para identificar y gestionar cada llamada, de forma individual, desde un extremo a otro. Esta información incluye una estampación de tiempo, un número de secuencia e información de la fuente de sincronización.

RTP Comprimido

Una variante de RTP es RTP comprimido (cRTP). RTP Comprimido elimina mucha de la información de la cabecera del paquete. Eliminando estos bytes, la red se optimiza disminuyendo la información añadida al paquete. Utilizando cRTP, un usuario puede doblar el número de llamadas que al utilizar RTP estándar. Compressed RTP se utiliza en enlaces WAN, especialmente en enlaces punto-punto. Como la cabecera de UDP y RTP se reduce a un máximo de 4 bytes, no hay lugar para añadir en la cabecera la dirección IP. Por lo tanto, el paquete no puede ser enrutado y sólo puede utilizarse en enlaces donde no resulte necesario direccionamiento IP. La consecuencia de cRTP, similar a cualquier forma de compresión, es que necesita más ciclos de procesado en el router para tratar el paquete. El router debe recrear cada cabecera tan pronto llegue el paquete IP, y de esta forma, la información es enrutada a través de la LAN hasta el teléfono IP.



Funcionamiento del protocolo RTP/RTCP

RTP es la abreviación de *Real-time Transport Protocol*, por su denominación en Inglés. Es un estándar creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet. La primera versión fue publicada en 1996 en el documento RFC 1889 y fue reemplazado por el estándar RFC 3550 en 2003.

En aplicaciones de Voz sobre IP, RTP es el protocolo responsable de la transmisión de los datos. La digitalización y compresión de la voz y el video es realizada por el CODEC. Para el manejo de señalización o establecimiento de llamada existe el protocolo SIP.

Dentro del estándar RFC 3550 se define un protocolo adicional para el envío de datos de control y datos de mediciones realizadas durante la transmisión. Se conoce como **RTCP RTP Control Protocol**. Los paquetes RTCP se envían periódicamente dentro de la secuencia de paquetes RTP.

Aunque RTP tiene algunas características de protocolo de nivel de transporte (Según el modelo OSI), es transportado usando UDP. UDP no maneja sesiones ni mecanismos que garanticen la recepción de los paquetes, pero es usado por RTP en lugar de TCP debido a que reduce el tiempo de envío de los paquetes a través de la red. En aplicaciones de voz y video es más importante una transmisión rápida que la pérdida de algunos paquetes durante el recorrido.

RTP implementa dos mecanismos principales para garantizar una transmisión de voz: El uso de **Número de secuencia** y un **Registro de tiempo**. En redes IP es común que los paquetes tomen caminos diferentes para llegar al destino. En aplicaciones de datos esto no es demasiado importante pero para voz y video puede representar una falla detectable por el oído del usuario final. Por esto RTP usa el número de secuencia para reorganizar los paquetes en caso de que lleguen en desorden y el Registro de tiempo es usado para ajustar los intervalos de muestreo de acuerdo a la secuencia original.

Formato y valores de encabezado

El paquete RTP se ubica en el espacio de datos de UDP. RTP no tiene asignado un puerto UDP específico, debido a que es posible que varias aplicaciones de un mismo usuario utilicen RTP. Existen sistemas que no soportan el uso de un mismo puerto por aplicativos diferentes. De acuerdo a las especificaciones se utiliza un número par elegido al azar, y RTCP utiliza el número impar consecutivo. **Los puertos UDP utilizados van de 10000 a 20000 (protocolo RTP)**

Los campos más importantes en el encabezado RTP son los siguientes:

- **Número de secuencia:** de 2 bytes, es un número que se incrementa por cada paquete enviado. Es usado para determinar pérdida de paquetes y recuperar correctamente la secuencia de voz.



- **Registro de tiempo:** Mejor conocido como *Timestamp*, es un campo de 32 bits asignado en el momento del envío con base en un reloj del sistema. El valor inicial es seleccionado aleatoriamente para evitar confusión con otras secuencias RTP presentes. Existe la posibilidad de sincronizar los relojes de envío y recepción usando el protocolo NTP.

RTCP es utilizado para enviar datos de control entre el emisor y receptor de una secuencia RTP. Los paquetes RTCP son enviados aproximadamente cada cinco segundos, y contienen datos que ayudan a verificar las condiciones de transmisión en el extremo remoto.

RTCP

Real-Time Control Protocol (RTCP) es un protocolo del plano de datos. Este protocolo permite a los usuarios finales comunicar información relativa a la calidad de la llamada. RTCP permite a los usuarios finales ajustar en tiempo real la calidad de la llamada. También contribuye a detectar los posibles problemas. Con RTCP habilitado, cualquier analizador puede visualizar la calidad de la llamada en los dos extremos, analizando los paquetes que envían los dos equipos de comunicación. Se puede detectar la sección donde está la incidencia de una forma mucho más rápida. De cualquier modo, aunque la información que aporta es muy útil, también añade ancho de banda, por esta razón es el usuario quien tiene que decidir si quiere o no utilizarlo.

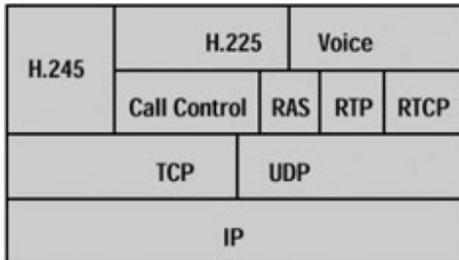
RTCP XR

RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR) es una versión más nueva de RTCP. Define una serie de medidas que pueden ser añadidas de forma económica a gestores, pasarelas y teléfonos IP para el análisis de las llamadas de voz. Los mensajes RTCP XR se intercambian de forma periódica entre los teléfonos IP y las pasarelas. Estos mensajes también pueden ser gestionados por peticiones SNMP y formar parte de un sistema superior de calidad. RTCP XR proporciona información sobre Pérdidas/descartes de paquetes, Retardo, SNR y Eco, detalles de configuración como el tamaño del buffer del jitter, además de proporcionar los valores MOS y el factor R de cada llamada.

Hay muchos protocolos involucrados en la transmisión de voz sobre IP. Ya de por sí hay protocolos de red involucrados como el propio protocolo IP y otros protocolos de transporte como TCP o UDP. Encima de ellos se colocan los protocolos de señalización de voz y como si esto fuera poco existen además muchas opciones de protocolos de señalización disponibles lo que puede hacer que todo suene un poco confuso al principio.

El objetivo del **protocolo de VoIP** es dividir en paquetes los flujos de audio para transportarlos sobre redes basadas en IP. Los protocolos de las redes IP originalmente no fueron diseñados para el fluido en tiempo real de audio o cualquier otro tipo de medio de comunicación. La PSTN está diseñada para la transmisión de voz, sin embargo tiene sus limitaciones tecnológicas. Es por lo anterior que se crean los protocolos para voip, cuyo mecanismo de conexión abarca una serie de transacciones de señalización entre terminales que cargan dos flujos de audio para cada dirección de la conversación.





H.323 fue el primer protocolo diseñado para este fin. Fue diseñado por el ITU-T para transmitir audio y video sobre Internet. La versión actual es la versión 5 después de 10 años de revisiones y anexos para aumentar escalabilidad, estabilidad y detalles adicionales.

La pila de protocolos H.323 se muestra en la figura, cada uno de estos componentes está encargado de diferentes tareas como la configuración o el registro de la llamada. H.245. Establece un canal lógico para cada llamada (extremo a extremo). Durante la negociación, los dos extremos se intercambian las preferencias, como por ejemplo, la elección del CODEC. H.225. Constituye los mensajes básicos de la señalización que también se utilizan para interconectar con RDSI. Están basados en el protocolo Q.931 y permiten establecer y terminar las llamadas entre los teléfonos y todos los gestores del medio. En la actualidad este protocolo a quedado en la obsolescencia, siendo reemplazado por SIP.

Calidad de servicio en la Telefonía IP.

El auge de la telefonía IP es algo evidente y la principal razón es el reaprovechamiento de los recursos y la disminución en el coste de llamadas a través de Internet.

Sin embargo, si de algo adolece todavía la VoIP es de la calidad de los sistemas telefónicos tradicionales. Los problemas de esta calidad son muchas veces inherentes a la utilización de la red (Internet y su velocidad y ancho de banda) y podrán irse solventando en el futuro. Mientras tanto, cuanto mejor conozcamos los problemas que se producen y sus posibles soluciones mayor calidad disfrutaremos.

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP, son la Latencia, el Jitter la pérdida de paquetes y el Eco. En VoIP estos problemas pueden ser resueltos mediante diversas técnicas que se explican en los siguientes apartados.

Los problemas de la calidad del servicio en VoIP vienen derivados de dos factores principalmente:

a) **Las redes IP es un sistema basado en conmutación de paquetes** y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el jitter.

b) **Las comunicaciones VoIP son en tiempo real** lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia sean muy molestos y perjudiciales y deban ser evitados.

Los problemas que son evidentes en una red de VoIP, son la Latencia, el Jitter y el Eco.

En Telefonía-IP estos problemas son resueltos mediante diversas técnicas:



Latencia.

Se define así al gap en la conversación debido a los retardos acumulados. El primer retardo es en la matriz del tipo de switch en la LAN (el retardo producido por el proceso *store-and-forward*) y el retardo de procesamiento (cambio de encabezado de paquetes, por ejemplo). A esto se suman los retardos propios del proceso de compresión vocal (insignificante en codificación G.711 y más elevado en aplicaciones con G.729).

Los retardos en la red pueden ser reducidos mediante el protocolo de reservación RSVP. El retardo debido a la compresión vocal se puede eliminar usando la velocidad de 64 kbps sin compresión (G.711). Este último aspecto es muy interesante. Inicialmente VoIP se desarrolló para reducir costos con menor velocidad y usando la infraestructura de Internet. Actualmente, con el modelo de una red IP de alta velocidad, la compresión vocal no es obligatoria en una red local. En este caso, Telefonía-IP se desarrolla para brindar una red de servicios integrados soportada en protocolo IP, sin límites en el ancho de banda.

Cuando se trabaja con señales en Internet en cambio, el ancho de banda es limitado y por ello se requiere compresión vocal. Por ejemplo, el tamaño de un paquete RTP incluye 66 Bytes de encabezado (26 de MAC, 20 de IP, 8 de UDP y 12 de RTP) y 71 de carga útil. El overhead puede ser comprimido. La información vocal puede ser reducida. Por ejemplo: para G.723 trabajando a 6,3 kbps (trama de 30 msec) sin supresión de silencios se requieren 11 paquetes/seg y 71 Bytes/paquete. Si integramos la supresión de silencios (técnica VAD) esta velocidad se reduce sustancialmente.

CAUSAS:

A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. Por ejemplo, la latencia en los enlaces vía satélite es muy elevada por las distancias que debe recorrer la información.

La latencia se define técnicamente en VoIP **como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino.**

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) y full-duplex son sensibles a este efecto. Al igual que el jitter, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

VALORES RECOMENDADOS:

La latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación **debiera ser inferior a 150 ms.** El oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas bastante sensibles. Si se supera ese umbral la comunicación se vuelve molesta.



POSIBLES SOLUCIONES:

No hay una solución que se pueda implementar de manera sencilla. Muchas veces depende de los equipos por los que pasan los paquetes, es decir, de la red misma. Se puede intentar **reservar un ancho de banda de origen a destino** o **señalizar los paquetes con valores de TOS** para intentar que los equipos sepan que se trata de tráfico en tiempo real y lo traten con mayor prioridad pero actualmente no suelen ser medidas muy eficaces ya que no disponemos del control de la red.

Si el problema de la latencia está en nuestra propia red interna podemos aumentar el ancho de banda o velocidad del enlace o priorizar esos paquetes dentro de nuestra red

Jitter.

Es el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante. Se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico en el backbone de red, por distinto tiempo de tránsito de paquetes debido al *connectionless*, etc. Se puede utilizar un buffer para distribuir los paquetes y reducir el jitter, pero introduce un retardo adicional. Lo correcto es incrementar el ancho de banda del enlace; solución posible en un backbone pero de menor posibilidad en los enlaces WAN. Otra posibilidad es la formación de colas para prioridad de tráfico de telefonía sobre los de datos.

CAUSAS:

El jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se divide en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino.

El jitter se define técnicamente como **la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.**

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados. Se espera que el aumento de mecanismos de QoS (calidad del servicio) como prioridad en las colas, reserva de ancho de banda o enlaces de mayor velocidad (100Mb Ethernet, E3/T3, SDH) puedan reducir los problemas del jitter en el futuro aunque seguirá siendo un problema por bastante tiempo.

VALORES RECOMENDADOS:

El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación **debiera ser inferior a 100 ms**. Si el valor es menor a 100 ms el jitter puede ser compensado de manera apropiada. En caso contrario debiera ser minimizado.



POSIBLES SOLUCIONES:

La solución más ampliamente adoptada es la utilización del **jitter buffer**. El jitter buffer consiste básicamente en asignar una pequeña cola o almacén para ir recibiendo los paquetes y sirviéndolos con un pequeño retraso. Si algún paquete no está en el buffer (se perdió o no ha llegado todavía) cuando sea necesario se descarta. Normalmente en los teléfonos IP (hardware y software) se pueden modificar los buffers. Un aumento del buffer implica menos pérdida de paquetes pero más retraso. Una disminución implica menos retardo pero más pérdida de paquetes.

Eco.

Las características anteriores (latencia y jitter) pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (ITU G.168). Se tienen 2 tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido remoto. El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal autoadaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos.

CAUSAS:

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se induce de nuevo por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación.

El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original.

El eco es especialmente molesto cuanto mayor es el retardo y cuanto mayor es su intensidad con lo cual se convierte en un problema en VoIP puesto que los retardos suelen ser mayores que en la red de telefonía tradicional.

VALORES RECOMENDADOS:

El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms. Pero otro factor importante es la intensidad del eco ya que normalmente la señal de vuelta tiene menor potencia que la original. **Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB.**

POSIBLES SOLUCIONES:

En este caso hay dos posibles soluciones para evitar este efecto tan molesto.



- **Supresores de eco** - Consiste en evitar que la señal emitida sea devuelta convirtiendo por momentos la línea full-duplex en una línea half-duplex de tal manera que si se detecta comunicación en un sentido se impide la comunicación en sentido contrario. El tiempo de conmutación de los supresores de eco es muy pequeño. Impide una comunicación full-duplex plena.
- **Canceladores de eco** - Es el sistema por el cual el dispositivo emisor guarda la información que envía en memoria y es capaz de detectar en la señal de vuelta la misma información (tal vez atenuada y con ruido). El dispositivo filtra esa información y cancela esas componentes de la voz. Requiere mayor tiempo de procesamiento.

Pérdida de paquetes (packet loss).

Es la tasa de pérdida de paquetes. Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden ser producto de alta tasa de error en alguno de los medios de enlace o por sobrepasarse la capacidad de un buffer de una interfaz en momentos de congestión. Los paquetes perdidos son retransmitidos en aplicaciones que no son de Tiempo Real; en cambio para telefonía, no pueden ser recuperados y se produce una distorsión vocal.

CAUSAS:

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor.

Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

VALORES RECOMENDADOS:

La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser **inferior al 1%**. Pero es bastante dependiente del códec que se utiliza. Cuanto mayor sea la compresión del codec más pernicioso es el efecto de la pérdida de paquetes. Una pérdida del 1% degrada más la comunicación si se usa el códec G.729 en vez del G.711.

POSIBLES SOLUCIONES:

Para evitar la pérdida de paquetes una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad **es no transmitir los silencios**. Gran parte de las conversaciones están llenas de momentos de silencio. Si solo transmitimos cuando haya información audible liberamos bastante los enlaces y evitamos fenómenos de congestión. De todos modos este fenómeno puede estar también bastante relacionado con el jitter y el jitter buffer.



Throughput.

Es la capacidad de un enlace de transportar información útil. Representa a la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo. No tiene relación directa con el delay. (Por ejemplo, se puede tener un enlace de alto throughput y alto delay o viceversa, como sería por ejemplo un enlace satelital de 2Mbps y 500 mseg de delay).

Tráfico.

El tráfico de señal vocal se realiza sobre los protocolos UDP/IP. La codificación de audio puede ser de diferentes tipos. Con G.711 a velocidad es de 64 kbps. El ITU-T ratificó en 1995 a G.729 para las aplicaciones de VoIP. En tanto, el VoIP-Forum en 1997, liderado por Intel y Microsoft, seleccionó a G.723.1 con velocidad de 6,3 kbps para la aplicación VoIP. La codificación de vídeo se realiza de acuerdo con H.263. Ambos servicios se soportan en el protocolo de tiempo real RTP.

Pruebas de QoS en VoIP

Para poder comprobar cómo es la calidad del enlace para el funcionamiento de la VoIP existen algunas herramientas y web muy interesantes que se pueden consultar y que nos darán resultados muy interesantes.

Para comprobar si existe algún problema en nuestros routers o firewalls que impida progresar las llamadas VoIP pueden consultar la siguiente página web.

<http://www.bandwidth.com/tools/voipTest>

El delay (latencia) afecta a la performance de aplicaciones interactivas (por ejemplo, Telnet). El throughput afecta a la performance de aplicaciones que mueven grandes volúmenes de información (por ejemplo, Mail y FTP). El packet loss afecta a ambos tipos de aplicaciones. El jitter afecta a aplicaciones de tiempo real como la voz y el video por IP.



CAPITULO 6 INTRODUCCION A ASTERISK/ELASTIX



Asterisk es una plataforma software de Dominio Público (Open Software) para el desarrollo de centrales telefónicas (PBXs) y es considerado por algunos como el sistema de telefonía más flexible y extensible de los que actualmente existen en el mercado. Proporciona todas las funcionalidades de los grandes sistemas propietarios y ofrece algunas posibilidades y servicios todavía no disponibles en ellos. Además, es el más competitivo en precio.

Está sujeto a la licencia de distribución de software GPL y utiliza para su funcionamiento el sistema operativo Linux, también de libre distribución. Fue creado por Mark Spencer como respuesta a la estrategia de la mayoría de los fabricantes de telefonía de mantener sus sistemas completamente cerrados para cautivar a sus clientes y evitar la libre competencia. Actualmente es uno de los proyectos de Dominio Público de más difusión y con una de las comunidades de usuarios y desarrolladores más activa. Además, Digium, la empresa fundada por Mark Spencer, se encuentra detrás de este proyecto soportándolo comercialmente.

¿Cuáles son las claves de su éxito?

- 1 Economía.** No solo por ser un software de libre distribución, sino como consecuencia de uno de sus principios fundamentales de diseño: utilizar la CPU. Hoy día las computadoras personales ofrecen una potencia computacional extraordinaria y es fácil encontrar en los puestos de trabajo unidades con prestaciones similares, o incluso mayores, que muchos servidores corporativos de hace unos años. Además, el mercado de gran consumo continúa tirando de los precios hacia abajo. En este contexto, ¿por qué utilizar tarjetas de telefonía compleja y cara? ¿Por qué no realizar gran parte de las funciones de este tipo de equipamiento por software, utilizando la CPU y simplificando el equipamiento hasta casi lo mínimo imprescindible?. Esta es una de las ideas fundamentales de Asterisk que ha sido posteriormente seguida por otras compañías como Intel.
- 2 Interoperabilidad.** Asterisk no es únicamente una plataforma para Telefonía IP, sino que, debido a su diseño, es un integrador de servicios de telefonía. Con él se pueden realizar sistemas híbridos en los que se mezclen medios tradicionales de comunicación (TDM) con nuevos servicios basados en redes IP (Voz sobre IP). Gracias a este planteamiento, se pueden aprovechar las infraestructuras ya existentes, como terminales telefónicos o líneas de comunicaciones, e integrarlas con nuevos servicios. Es capaz de interoperar protocolos SIP, IAX, H.323, MGCP y SCCP/Skinny, así como



soportar los estándares de telefonía tanto europeos como americanos.

- 3 Flexibilidad y capacidad de crecimiento.** El software es muy modular y está estructurado en capas y ofrece cuatro tipos distintos de vías o interfaces para que otras aplicaciones puedan acceder a toda la funcionalidad que ofrece. Como resultado, la integración de otras aplicaciones se realiza de una forma natural abriendo un mundo de posibilidades para la creación de sistemas complejos y de nuevos servicios. Se trata realmente de un middleware de telefonía y comunicaciones.

- 4 Una gran funcionalidad.** El conjunto de servicios que ofrece es muy completo. Permite disponer de mensajes de bienvenida, buzones de voz para mensajes, colas de espera, menús interactivos a través del teclado del teléfono (IVR's), multiconferencia, parking de llamadas, y mucho más. A través de una adecuada configuración se pueden establecer enrutamientos de llamadas complejos y definir estrategias de asignación de llamadas a los agentes lo que lo hace muy útil para el diseño de call-center para telemarketing o soporte de usuarios.

Comparativamente Asterisk es para el mundo de las comunicaciones lo mismo que sería Apache para el mundo de las aplicaciones web. Apache es un servidor web, y Asterisk es un servidor de comunicaciones. Asterisk es una plataforma de comunicaciones basada en la filosofía Open Source, es capaz de convertir una computadora común en un completo servidor de comunicaciones.

Asterisk es el mayor proyecto de software libre diseñado para la integración y unificación de los sistemas de comunicaciones conocidos.

LOS 10 BENEFICIOS PRINCIPALES:

Beneficio #1: Más fácil de instalar y configurar que un sistema telefónico propietario:

Una central IP se ejecuta como software en un computador y puede apalancar la potencia avanzada de procesamiento de un computador y la interfaz de usuario, también como características tipo Windows. Cualquier persona con conocimientos en redes y computadores, puede instalar y mantener una central IP. En contraste, un sistema telefónico propietario requiere normalmente un instalador entrenado en el sistema propietario específico.

Beneficio #2: Más fácil de administrar debido a su interfaz grafica de configuración basada en Web:

Una central IP puede ser administrada a través de una interfaz de configuración basada en Web o GUI, permitiéndole mantener y refinar fácilmente su sistema telefónico. Sistemas telefónicos propietarios tienen interfaces difíciles de usar las cuales están normalmente diseñadas para ser utilizadas solamente por técnicos en telefonía.



Beneficio #3: Ahorro significativo en costos, utilizando proveedores VOIP:

Con una central IP se puede fácilmente utilizar un proveedor de servicios VOIP para llamadas internacionales y de larga distancia. Los ahorros mensuales son significativos. Si se tiene diversas oficinas, se puede fácilmente conectar los sistemas telefónicos entre las diferentes oficinas y hacer llamadas telefónicas gratis.

Beneficio #4: Elimina cableado telefónico:

Una central IP le permite conectar teléfonos normales directamente a un puerto estándar de red (el cual puede ser compartido con un computador adyacente). Teléfonos basados en software pueden ser instalados directamente en el PC. Ahora se puede eliminar el cableado telefónico y hacer el proceso de agregar o mover extensiones mucho más fácil. En oficinas nuevas, se puede eliminar completamente los puertos de teléfono extra.

Beneficio #5: Elimina quedar atado a un solo proveedor:

Centrales IP están basadas en el estándar abierto SIP. Ahora se puede mezclar y hacer corresponder cualquier teléfono SIP basado en hardware o software con cualquier central IP basada en SIP, pasarela PSTN Gateway o proveedor VOIP. En contraste, un sistema telefónico propietario requiere normalmente utilizar opciones avanzadas, y módulos de extensión propietarios para poder agregar más opciones.

Beneficio #6: Escalable:

Sistemas propietarios no son fáciles de ampliar. Agregar más líneas o extensiones requiere normalmente módulos de hardware costosos. En algunos casos se requiere un sistema telefónico completamente nuevo. No sucede esto con una central IP. Un computador estándar puede fácilmente manejar un gran número de líneas telefónicas y extensiones. Solo agregue más teléfonos a su red para expandir.

Beneficio #7: Mejor servicio al cliente y productividad:

Con una central IP se puede brindar mejor servicio al cliente y mejor productividad. Ya que el sistema telefónico ahora está basado en computador, se puede integrar funciones telefónicas con aplicaciones de negocios. Por ejemplo, mostrar automáticamente el registro de un cliente cuando este llama, mejorando dramáticamente el servicio al cliente y reduciendo costos al reducir tiempo gastado en cada persona que llama. Llamadas salientes pueden ser hechas directamente desde Outlook, removiendo la necesidad para el usuario de teclear el número telefónico.

Beneficio #8: Dos veces las opciones de un sistema telefónico por la mitad de precio:

Ya que la central IP está basada en software, es más fácil para desarrolladores el agregar o mejorar opciones configuradas. La mayoría de los sistemas telefónicos VOIP, vienen con un gran conjunto



de opciones, incluyendo auto respuesta, correo de voz, grupos, reportes avanzados y más. Estas opciones son normalmente bastante costosas en sistemas propietarios.

Beneficio #9: Permite fácil movimiento:

Hot-desking (cambio fácil de escritorio), el proceso de ser capaz de mover fácilmente oficinas, escritorios basados en tareas en una manera rápida, se ha vuelto muy popular. Infortunadamente centrales tradicionales requiere que las extensiones sean re-implementadas en la nueva locación. Con una central IP, el usuario simplemente toma su teléfono a su nuevo escritorio y no re-implementación es requerida.

Los usuarios pueden moverse también. Si un empleado tiene que trabajar desde la casa, el puede simplemente arrancar su teléfono SIP basado en software y ser capaz de responder llamadas en su extensión, como si él estuviera en la oficina. Las llamadas pueden ser desviadas a cualquier parte en el mundo debido a las características del protocolo SIP.

Beneficio #10: Mejor uso del teléfono, los teléfonos SIP son más fáciles de utilizar: Los empleados normalmente ven difícil el usar opciones avanzadas del teléfono: arreglando una conferencia, transfiriendo una llamada. En una central antigua se requiere de entrenamiento.

Esto no sucede con una central IP. Todas las opciones son llevadas a cabo desde una interfaz grafica de usuario Windows amigable. Además, los usuarios obtienen una mejor vista del estado de otras extensiones, y de líneas entrantes y cola de llamadas a través de un cliente Windows de central IP. Sistemas propietarios normalmente requieren sistemas telefónicos costosos para obtener una idea de lo que está sucediendo en si sistema telefónico. Incluso en ese caso, el estado de la información no es fácil de entender.

¿Qué es Asterisk?

Realmente esta pregunta puede ir mucho más allá de la definición común que se establece para el sistema. Existen ciertas consideraciones que hacen a Asterisk lo que realmente es en la actualidad, y una de las principales surge de la propia naturaleza del sistema: La filosofía Open Source.

Considerando Asterisk como una plataforma integral de comunicaciones, podría considerarse la más importante, y ha resultado como única por muchos años en un entorno, donde todos los sistemas de comunicación eran totalmente privativos. Aunque con el tiempo, fueron sacando interfaces comúnmente conocidos como CTI para la integración de sistemas de terceros para cumplir funciones muy específicas, la potencia de estas interfaces era bastante limitada dado que el núcleo de los sistemas privados, permanencia cerrado al público.

Con Asterisk se sienta un precedente desde el momento que el código es de libre acceso, modificación y ampliación, dado que múltiples colectivos pudieron ampliar sus necesidades y adaptarlas a lo que venían buscando en un momento concreto, que un sistema de comunicaciones pudiera ofrecerles, dentro de sus extensivas bondades.



Historia y Evolución de Asterisk

El desarrollo de Asterisk fue iniciado en el año 1999 por Mark Spencer. En aquel momento ya existían otros proyectos de telefonía basados en la filosofía Open Source. Pero esos proyectos estaban realmente enfocados a la telefonía a nivel software, basados en la búsqueda de establecer comunicaciones entre computadoras a través de los sistemas de audio. La diferencia de Asterisk con estos proyectos, era la idea preconcebida, de entrelazar por primera vez la red de telefonía común (PSTN) con una computadora. Y para ello se formó una alianza con un proyecto de telefonía llamado Zapata iniciado por Jim Dixon.



La idea del proyecto Zapata, era la posibilidad de diseñar tarjetas específicas para convertir la señal analógica que provenía de la PSTN a una señal digital, y ahorrar costes en la construcción de dispositivos de telefonía y audio avanzados (y muy costosos) gracias a la tremenda reducción de costes que sufrían año tras año los procesadores. A través de estos, cada vez más potentes, y baratos, se podrían procesar una o varias señales de audio digital (DSP) sin gran dificultad y poder paralelamente construir teléfonos con ese coste reducido.

Hoy en día el proyecto Zapata, fue integrado totalmente en Asterisk, y Asterisk patrocinado por una empresa que construye dispositivos de telefonía digital, llamada Digium, y se ha acomodado como una parte más de Asterisk con un nuevo nombre: DAHDI (son las siglas de Digium Asterisk Hardware Device Interface).

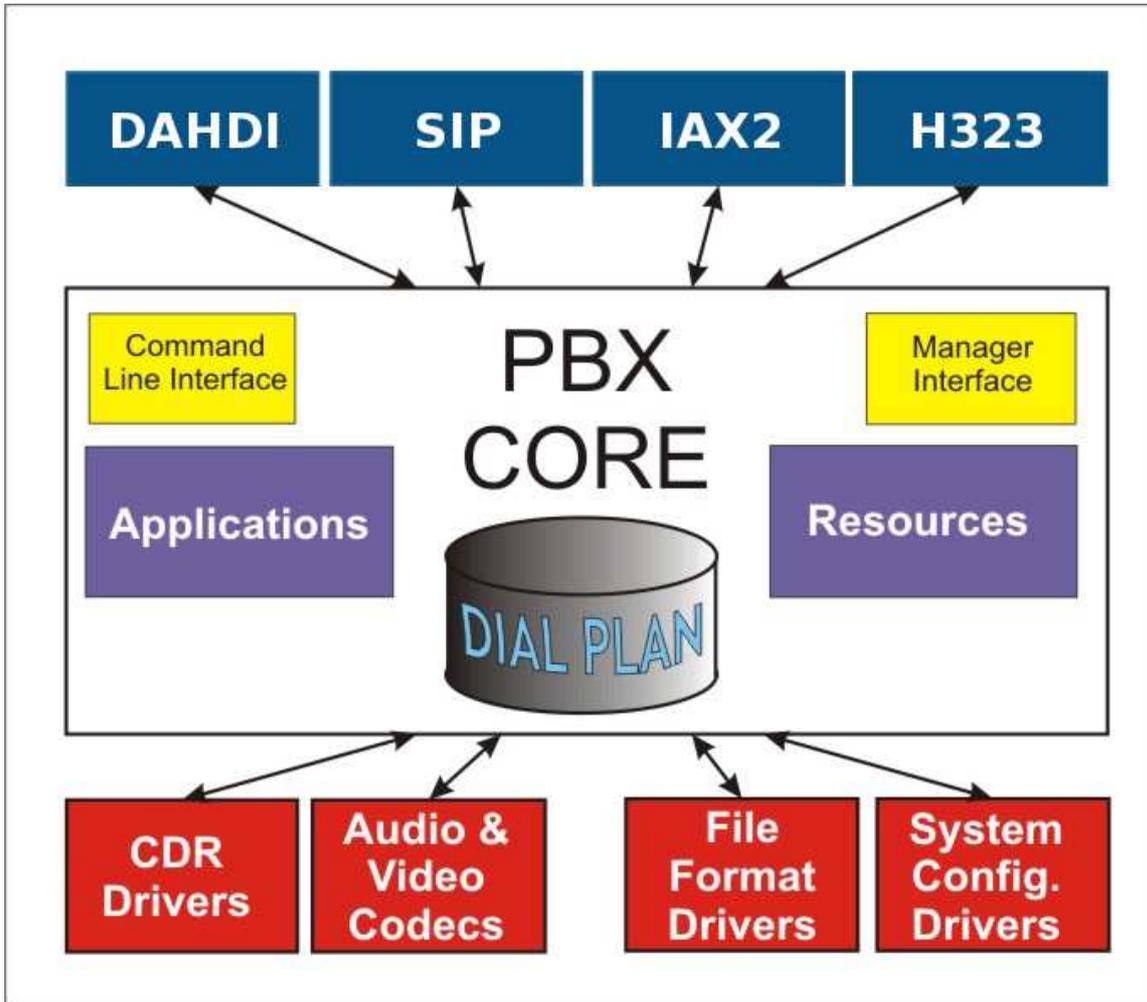
La primera versión estable surgió casi 5 años después, Asterisk 1.0. A partir de aquí el sistema de versiones ha evolucionado de la siguiente forma:

- Asterisk 1.0 – 2004
- Asterisk 1.2 – 2005
- Asterisk 1.4 – 2006
- Asterisk 1.6.0 – 2008
- Asterisk 1.6.1 – 2009
- Asterisk 1.6.2 – 2009
- Asterisk 1.8 – 2010
- Asterisk 1.10 – 2011 (Nuevo Nombre Asterisk 10)



Arquitectura de Asterisk

La arquitectura de Asterisk está basada en un sistema modular, que depende del núcleo principal del sistema.



El núcleo del sistema principalmente se basa en cuatro componentes:

- Gestión de Módulos
- Temporizador de Sistema
- Gestión de Canales
- Interfaces de Sistema

La estructura de Asterisk es totalmente independiente de los dispositivos, troncales, y demás útiles externos al mismo. En la gran parte de las PBX tradicionales, es muy común observar el hecho que existen estructuras lógicas para diferenciar entre los teléfonos y otros dispositivos de telefonía como



faxes, y por otro lado líneas entrantes como troncales primarios, líneas RDSI, etc. En Asterisk este concepto no existe, todo entra al sistema como un canal genérico y luego es gestionado de forma integral. Aunque sean diferenciados, todos se gestionan de la misma forma por eso, incluso recursos externos pueden llegar a ser manejados dentro de las posibilidades, de la misma forma, que una extensión SIP interna.

A priori esto puede parecer bastante obvio, pero el verdadero potencial se demuestra cuando empezamos a trabajar con estos canales dentro del plan de Marcación.

Módulos

Como comentábamos antes, Asterisk está basado en módulos independientes, los cuales pueden ser cargados y descargados a voluntad, en función de las necesidades que se desee proveer al sistema.

Cada modulo posee una funcionalidad especifica, de tal forma que puedan tratarse todos los aspectos del sistema, pasando por los tipos de canales (SIP, IAX, DAHDI) o conexiones a otros sistemas para interactuar con Asterisk (mail, bases de datos, web, etc.).

Existe un archivo especifico para la configuración de los módulos llamado ***modules.conf*** (dentro de la ruta especifica de instalación de Asterisk típicamente ***/etc/asterisk***).

Durante la instalación del sistema Asterisk, es posible seleccionar que módulos pretendemos instalar. En caso que instalemos una gran cantidad de módulos que tengamos intención de utilizar en un futuro avanzado, pero no a corto plazo, por motivos de seguridad es altamente recomendable señalar específicamente que no se carguen dentro del archivo de configuración utilizando la propiedad `noload =>`

Todas las posibilidades que nos ofrece el archivo de configuración ***modules.conf*** las podremos ver en su apartado específico.

Dentro del sistema de módulos, estos se clasifican en diferentes subapartados como vemos a continuación los más populares:

- Aplicaciones
- Recursos
- Funciones del Dialplan
- Registro del detalle llamadas
- Registro de eventos de canales
- Drivers de canales
- Traductores de Codecs y Formatos
- Add-ons



Aplicaciones

Las aplicaciones son aquellas acciones aplicables al manejo de las llamadas dentro del Plan de Marcación. Por ejemplo, la más popular en todos los planes sería la aplicación Dial, la cual simplemente tiene como propósito lanzar una llamada a un canal en función de las propiedades que señalemos durante su ejecución. Existen otras aplicaciones comunes, como VoiceMail (encargada de la gestión del Buzón de Voz), Record (para grabar el sonido de un determinado canal), etc.

Algunas características en común de las aplicaciones son las siguientes:

- Las acciones están exclusivamente enfocadas por y para los canales.
- Se carga de forma dinámica
- Se ejecutan de manera síncrona.
- El formato clásico de este tipo de módulos es **app_<nombre>.so**

Recursos

La función específica de los recursos es la de integrar Asterisk con los sistemas externos. Hablamos de bases de datos, servidores web, calendarios, etc.

Tienen la capacidad de utilizar por sí mismos, Aplicaciones del sistema como veíamos antes. Pero una de las diferencias con respecto a estas, es que se cargan de manera estática, y pueden operar simultáneamente en múltiples canales, en vez de crearse dinámicamente para cada canal en curso.

Uno de los más comunes, es el recurso para ofrecer servicios de Música en Espera (Music on Hold), o para realizar interconexiones con bases de datos a través de ODBC.

El formato clásico de este tipo de módulos es **res_<nombre>.so**

Funciones del Dialplan

La idea fundamental detrás de las Funciones es la capacidad de obtener o añadir, determinada información específica a cada canal. Suelen ser complementarias a las Aplicaciones y son capaces de ofrecer mejoras para determinados aspectos del sistema que de por sí pudieran ser limitados.

Por ello la forma más común de ser utilizadas es a través de la Aplicación Set

Por ejemplo una función típica es la capacidad de recoger el Identificador de llamada de un canal (CALLERID) para poder manejarlo dentro del plan de marcación a voluntad.

El formato clásico de este tipo de módulos es **func_<nombre>.so**



Drivers de canales

Son los drivers específicos para cada tipo de canal disponible actualmente o en un futuro para Asterisk. Estos son los que aportan específicamente la posibilidad de volver totalmente independiente el sistema de los mismos para así poder tratarlos de forma totalmente homogénea. Son exactamente una especie de interfaz entre el núcleo de Asterisk y la parte “lógica” dentro del sistema operativo. Es exactamente un API.

Todos los canales más típicos, tienen su correspondiente modulo para el driver. Ejemplos típicos son el específico para DAHDI, SIP e IAX, que justamente son los más utilizados por la comunidad Asterisk. El resto no están lo suficientemente difundidos, aunque tienen soporte y van mejorando con el tiempo, como el específico para tratar con estaciones Cisco, llamado como su protocolo propietario, Skinny (SCCP).

El formato clásico de este tipo de módulos es ***chan_<nombre>.so***

Traductores de Codecs y Formatos

Son la representación para los sistemas de audio y vídeo digitales de transmisión (codecs) y almacenamiento (formatos).

De alguna forma, son los encargados de convertir vía software, entre un tipo y otro tipo de formato o códec de forma simultánea al curso de la llamada.

Por ejemplo, si una llamada, viene del canal DAHDI, con el códec G.711 (alaw o ulaw dependiendo del país) y quiere pasarse a una extensión SIP dentro de nuestro sistema Asterisk, el traductor correspondiente será el encargado de realizar esta conversión en tiempo real.

Por otro lado, si lo que estamos tratando son archivos, los encargados de interpretar el contenido para pasarlo a través del audio del canal correspondiente serían los traductores de Formatos. En este ámbito los más populares son los estándares, GSM y WAV en los que están basados la mayor parte de los sonidos por defecto del sistema Asterisk (los mensajes pregrabados).

El formato clásico de para los módulos de codecs es ***codec_<nombre>.so*** y para los de formatos ***format_<nombre>.so***

Interfaces

Asterisk se despliega y comunica con el entorno a través de múltiples interfaces que provee, tanto para trabajos de gestión y mantenimiento manuales, como para su autogestión de forma estática, y sistemas externos que puedan recabar datos de forma dinámica y automática, y finalmente pasando a ofrecer interfaces para poder trabajar con lenguajes de programación que provean a su vez al sistema de nuevas funcionalidades extra que no estén construidas en su interior.



Todo esto se puede desglosar en cuatro estructuras básicas:

- Archivos de Configuración
- Interfaz de Comandos (CLI)
- Interfaz Pasarela (AGI)
- Interfaz de Gestión (AMI)

Archivos de Configuración

Todos se encuentran en la ruta de instalación por defecto de Asterisk, que suele ser en la mayor parte de los casos `/etc/asterisk`. Suele existir un archivo de configuración que “soporte” la funcionalidad específica que puede aportar al sistema un módulo específico, y suelen acabar con el formato `.conf`, como podría ser el caso de `chan_dahdi.conf`, que como veríamos antes, sería el archivo encargado de ofrecer toda la configuración específica para el módulo encargado de gestionar el canal dedicado a DAHDI.

Una parte de los archivos de configuración es posible que sean editados de forma dinámica a través de una Base de Datos. A esta funcionalidad se le ha llamado Asterisk Realtime, y por ejemplo es muy popular para la configuración del archivo específico para el módulo dedicado al canal SIP (`sip.conf`). Pero la mayor parte del resto de los archivos, son editados de forma manual, aunque en los últimos años se han popularizado unas interfaces gráficas de usuario para hacer esta tarea más intuitiva como FreePBX.

CLI

En términos generales, podría considerarse la consola de administración del sistema. Es muy importante y fundamental saber utilizarlo para la correcta gestión y mantenimiento del sistema de forma eficaz.

Asterisk Manager Interface

En la mayor parte de las PBX más populares del mundo, existe un componente para poder ofrecer nuevas funcionalidades al sistema original a través de sistemas de procesamiento autónomos u ordenadores. Este recurso suele llamarse CTI (Computer Telephony Integration), y por regla general suele ser bastante limitado, ya que su potencial suele radicar en la cantidad de información que seamos capaces de extraer del mismo.

En Asterisk **este CTI es llamado AMI**, y su potencial es prácticamente ilimitado ya que podemos recoger prácticamente cualquier elemento interno en función de la configuración que apliquemos al mismo. Principalmente recibe todos aquellos comandos que sean capaces los módulos del sistema de aportar a la interfaz.

Sistemas como marcadores predictivos, gestores de llamadas, sistemas de facturación, etc, se fundamentan en esta interfaz.



La forma de interacción es bastante básica, ya que está basado en un flujo de texto simple.

Asterisk Gateway Interface

Muy parecido al uso de Aplicaciones, disponemos de esta pasarela para poder ejecutar servicios en los canales, pero basados en otros lenguajes de programación diferentes a la estructura de Asterisk en sí.

Existen librerías AGI prácticamente para todos los lenguajes más populares como pueden ser, PHP, Python, Java, Ruby on Rails, etc.

Con esto tenemos un potencial ilimitado para crear o entrelazar aplicaciones ya existentes con nuestro sistema Asterisk, y obtener aun mas funcionalidad de la que el sistema provee de por sí.

Plan de Marcación (Dialplan)

Es una parte fundamental de la arquitectura de Asterisk la podemos considerar como la espina vertebral de Asterisk. Si pudiéramos considerar el flujo de cualquier interacción de Asterisk y a su vez este flujo como un lenguaje de programación en si (o un script), de como por ejemplo las llamadas son gestionadas, este concepto se llamaría en Asterisk Plan de Marcación (o mas popularmente conocido como Dialplan).

Existen tres formas de diseñar el dialplan:

- A través de un archivo de configuración simple
- Utilizando AEL (Asterisk Extension Logic)
- Mediante el lenguaje de programación LUA

Pero la forma más popular y extendida es el caso del archivo.

El **Plan de Marcación**, llamando Dialplan en Asterisk, podría considerarse la columna vertebral del sistema. Como característica principal, podríamos decir que es algo parecido a un lenguaje de script, en el que funciones, aplicaciones y recursos se van intercalando para formar algo parecido a "procedimientos" y "programas" dentro de lo que pudiera considerarse.

Este paradigma de programación orientado a los canales de telefonía es exclusivo en el mundo y aporta todo el potencial y flexibilidad, que las PBX tradicionales no pueden ofrecer, o lo hacen mediante mecanismos de licenciamiento y estructuras en ocasiones demasiado complejas. Algo tan sencillo como crear un calendario de disponibilidad, suele ser una función que las centrales más nuevas y sofisticadas del mercado solo consiguen aplicando estrategias que en la mayor parte de los casos quedan limitadas a una serie de plantillas que no cubren la totalidad de la posible intención que requiera el cliente. Por ejemplo cuando hablamos de horarios por departamentos, se considera un proceso clásico en Asterisk, que en cambio, en algunas PBX, puede convertirse en un mundo.



Conceptos Esenciales

Para empezar a desarrollar un posible Dialplan, vamos a ver algunos conceptos básicos en los que se fundamenta todo el potencial.

El Dialplan se fundamenta principalmente en un solo archivo, aunque se pueden incluir archivos auxiliares adicionales, llamado **extensions.conf**, dentro del directorio de configuraciones generales **/etc/asterisk**.

Concepto de Marcación

Cuando hablamos de Plan de Marcación, hacemos referencia literalmente a esto: La Marcación en un teléfono, o dispositivo de cualquier tipo (no tiene que ser necesariamente los clásicos 10 números (del 0 al 9), sino también empezamos a incluir el concepto de carácter alfanumérico). Una vez realizado el marcado, este, entraría como una "entrada" dentro de nuestro plan de marcación por el contexto que corresponda, en función de cómo hayamos definido el canal al que hace referencia nuestro dispositivo **SIP**, **IAX**, etc. Dentro de este contexto, la entrada (la marcación que hicimos), empieza a recorrer el script secuencialmente y a partir de ahí pueden surgir una serie de eventos asociados a esa entrada que en cualquier caso siempre suelen tener algo que ver con el mundo de la comunicación, aunque no necesariamente, ya que por ejemplo, podría darse un caso curioso de una aplicación concreta, como es la de al Marcar los números 1-1-1 en nuestro teléfono, y que se encendiera la luz de nuestro despacho.

A cada posibilidad concreta, de un conjunto de marcaciones o marcación individual se le denomina **extensión**. Ejemplo, la marcación 1-1-1 sería la extensión 111.

Contextos

Los contextos son la forma de categorizar o englobar, una serie de procedimientos en función de la marcación a la que hacemos referencia desde el dispositivo que la hacemos. La sintaxis típica sería un nombre de contexto englobado entre corchetes, algo así: **[contexto]**.

Por ejemplo si nuestro dispositivo, que opera a través del protocolo **SIP**, le indicamos que al realizar su Marcación, la envíe al contexto **[general]** dentro de nuestro Dialplan, definiremos que hace una posible marcación realizada en forma de extensión.

Hay que considerar que en caso que un dispositivo no tenga especificado un contexto en concreto, todas sus marcaciones se redirigirán directamente a un contexto genérico llamado **[default]**

Extensiones

Dentro de los contextos, se van definiendo las posibilidades concretas para un conjunto de marcaciones o como dijimos antes, **extensiones**.



Para definir una extensión se hace poniendo la palabra "**exten =>**" delante de la marcación a la que queremos hacer referencia (ejemplo `exten => 111`). Como comentábamos antes, hay que recordar que el concepto de marcación gracias a Asterisk no solo se limita a caracteres numéricos, sino que se expande a los alfanuméricos, por tanto la extensión, **exten => doe** también se podría considerar una extensión válida.

La sintaxis correcta sería: **exten => <marcación_de_la_extensión>,<prioridad>,<aplicación>**

Prioridades

Una Extensión, al ser de alguna forma como un lenguaje de script, puede tener varias funciones, o aplicaciones de forma secuencial. Al marcar la extensión 111, si la intención es que prepare la comida del horno, en primer lugar, podríamos requerir que programara la temperatura, en segundo lugar, que programara el tiempo de horneado, y en tercer lugar que lanzara la orden de calentado. Como queremos que este "algoritmo" siga un orden establecido, esto lo hacemos a través de las prioridades, que se conforman en orden secuencial numérico (el 1, el 2, el 3), aunque también podemos hacer una llamada recursiva a un contador interno para que vaya aumentando de forma "automática" (el 1, el 2, el n+1 (3), el n+1 (4) etc). La **n** viene de next, y es importante recalcar que la primera prioridad siempre ha de ser la número 1.

Siguiendo la sintaxis de las extensiones para ejecutar la orden de horneado sería algo así:

```
exten => 111,1,Programa_Temperatura()
exten => 111,2,Programa_Tiempo()
exten => 111,3,Encender_Horno()
```

Pero podemos mejorar esta estructura con si aplicamos el contador que hablábamos antes:

```
exten => 111,1,Programa_Temperatura()
exten => 111,n,Programa_Tiempo()
exten => 111,n,Encender_Horno()
```

Con la última versión de Asterisk, la 1.8, para no andar repitiendo constantemente lo de "`exten => extension`" se introduce una sintaxis nueva que simplifica mucho la vida, con **same =>** (significa algo así como, "lo mismo que antes").

```
exten => 111,1,Programa_Temperatura()
same => n,Programa_Tiempo()
same => n,Encender_Horno()
```

Esta última forma será la que seguiremos en todos los ejemplos al ser la más escueta y correcta a día de hoy.



Etiquetas

Dado que podemos empezar a utilizar los contadores en las prioridades, que ya no asignan un número específico, puede ser difícil referenciarlos a una prioridad de una extensión en cuestión. Por esto surge el concepto de etiquetas, que junto a las prioridades, podemos darle un nombre a las mismas, y así poder hacer una referencia directa si nos surgiera la necesidad.

Por ejemplo, si tenemos una extensión con muchas prioridades:

```
exten => 111,1,...  
exten => 111,n,...  
...  
exten => 111,n,...  
exten => 111,n,...
```

Y por cualquier circunstancia quisiéramos ir justamente a la penúltima prioridad de la extensión, añadiendo la etiqueta (penúltima) a esa prioridad, ya tendríamos esa referencia **penúltima** para darle el uso a conveniencia en un futuro. Esto es especialmente útil para los saltos condicionales que veremos más adelante.

```
exten => 111,1,...  
exten => 111,n,...  
...  
exten => 111,n(penultima),...  
exten => 111,n,...
```

Extensiones Especiales

Existen cuatro tipos de extensiones estándar, que sirven para encuadrar distintos escenarios en los cuales, no es suficiente con definir una extensión específica.

- La extensión **start (s)**, inicio, suele ser una extensión creada de forma voluntaria a la cual la llamada suele ir, si la enviamos a un contexto específico.
- La extensión **invalid (i)**, inválida, hace referencia al hecho de marcar una extensión que no existe en el contexto que nos encontramos. Sirve para manejar estas excepciones, y por ejemplo poder lanzar un mensaje tipo "La extensión que ha marcado no existe".
- La extensión **relative timeout (t)**, fin de tiempo relativo, salta cuando cumple el tiempo establecido para una Aplicación que esté condicionada a un intervalo (controlado por la Función TIMEOUT). Gracias a esta extensión podríamos hacer que la llamada no se pierda cuando cumpla el plazo, lanzando algún mensaje y reencaminándola.
- La extensión **absolute timeout (T)**, fin de tiempo absoluto, también asociada a la función TIMEOUT, salta cuando el tiempo "global" de la llamada acaba si es que está establecido, independientemente del punto en que nos encontremos.



- La extensión **hangup (h)**, colgado, salta cuando nos cuelgan una llamada (obviamente si colgamos nosotros no podremos escuchar nada), suele utilizarse para reproducir un mensaje tipo "Gracias por contactar con nosotros, Hasta Pronto".

Hay otras menos populares, pero eventualmente estas son las que más haremos uso en nuestros Planes de Marcación.

Asociación de Patrones de Extensiones

Regularmente las extensiones han de definirse literalmente como deben ser marcadas para poder ser alcanzadas en el Plan de Marcación.

Pero excepcionalmente existe un mecanismo para hacer una Asociación, entre un marcado en concreto, y una extensión que define un patrón general, que puede englobar múltiples combinaciones de extensiones.

Para poder crear un patrón, la sintaxis sería simplemente, poner un guión bajo delante de la extensión que va a contener el mismo (ejemplo: exten => _1X,...). En este caso del ejemplo estamos diciendo que todas las marcaciones de dos dígitos, que empiecen por 1, entrarán por este patrón, siempre y cuando no exista una extensión literal que se pueda asociar directamente y sea accesible desde el mismo contexto.

Las posibilidades que nos ofrecen los patrones van en función de su sintaxis:

- **X** : Cualquier dígito del 0 al 9
- **Z** : Cualquier dígito del 1 al 9
- **N** : Cualquier dígito del 2 al 9
- **[...]** : Cualquier dígito que este entre corchetes, Ej: [126], sería coincidencias del 1, del 2 o del 6.
- **[a-b]** : Cualquier dígito en ese intervalo siendo el primero "a" y el segundo "b", Ej: [2-4] serían coincidencias del 2, del 3 o del 4
- **.** : Cualquier dígito(s) en cualquier combinación y cantidad a partir de donde se ponga el punto. Esta opción es una de las que más puede comprometer la seguridad del DialPlan al ser casi totalmente aleatoria, como podremos ver en [Seguridad](#). Es importante que haya al menos 1 dígito más a partir de donde se ponga el punto.
- **!** : Igual que el . pero no es necesario que haya ningún dígito más desde donde se ponga la exclamación.

Ejemplo de diferencia . y ! . Si ponemos "exten => _123,..." y Marcamos 1-2-3, no entrara por esa extensión ya que hace falta al menos un dígito más para que se cumpla. En cambio si ponemos "exten => _123!,..." y marcamos 1-2-3, si entrará correctamente por esta extensión al cumplirse el patrón correctamente.

Todas estas posibilidades se pueden combinar en cualquier medida, Ej: "exten => _XZN[14][5-9],..."





Elastix es un software de código abierto para el establecimiento comunicaciones unificadas. Pensando en este concepto el objetivo de Elastix es el de incorporar en una única solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial. El proyecto Elastix se inició como una interfaz de reportación para llamadas de Asterisk y fue liberado en Marzo del 2006. Posteriormente el proyecto evolucionó hasta convertirse en una distro basada en Asterisk.

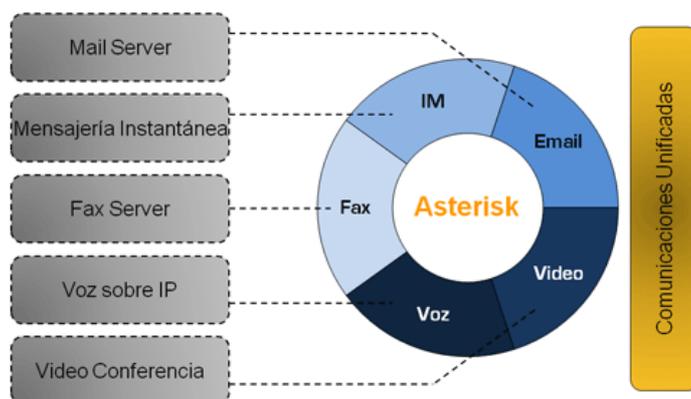
Debido a que la telefonía es el medio tradicional que ha liderado las comunicaciones durante el siglo pasado, muchas empresas y usuarios centralizan sus requerimientos únicamente en sus necesidades de establecer telefonía en su organización confundiendo distros de comunicaciones unificadas con equipos destinados a ser centrales telefónicas. Sin embargo Elastix no solamente provee telefonía, integra otros medios de comunicación para hacer más eficiente y productivo su entorno de trabajo.

Elastix es una distribución libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete:

- VoIP PBX
- Fax
- Mensajería Instantánea
- Correo electrónico
- Colaboración

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre cuatro programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico respectivamente. Elastix corre sobre CentOS como sistema operativo y actualmente su versión más estable es Elastix 2.3.0

Elastix incluye en su solución los siguientes medios de comunicación:



Algunas de las características básicas de Elastix incluyen:

- Correo de Voz
- Fax-a-email
- Soporte para softphones
- Interface de configuración Web
- Sala de conferencias virtuales
- Grabación de llamadas
- Least Cost Routing
- Roaming de extensiones
- Interconexión entre PBXs
- Identificación del llamante
- CRM
- Reportación avanzada

Licenciamiento en Elastix

Elastix es una herramienta empresarial de código abierto distribuida bajo la licencia GPLv2. Usted tiene libertad de usarlo para uso comercial o personal y su uso está sujeto a las condiciones descritas en la licencia.

Elastix no tiene un costo relacionado con licenciamiento o con funcionalidades. Las versiones disponibles de Elastix son versiones completas sin limitación de uso o características. Ni la adición de módulos ni la adición de usuarios en una implementación con Elastix tienen un costo relacionado para el implementador, empresa u organizaciones que deseen usar Elastix.

Historia de Elastix

Elastix se desarrolló en el año 2006 por la empresa Ecuatoriana PaloSanto Solutions. Inicialmente no era una distribución de comunicaciones unificadas sino una interfaz para mostrar el registro de llamadas en Asterisk. A medida que la demanda de clientes de Asterisk incrementaba, era claro que PaloSanto necesitaba estandarizar su instalación para la implementación de telefonía IP.

Con este objetivo PaloSanto Solutions decide elaborar una solución que sea capaz de instalar Asterisk partiendo de la instalación del sistema operativo sobre un servidor y agregando otras funcionalidades, las cuales incluían una interfaz gráfica para administración y configuraciones básicas. Inicialmente es implementada en varios clientes con mucho éxito, por lo cual deciden lanzar la solución bajo la licencia GPLv2, siguiendo los principios de la compañía que apuntaban al Open Source como estructura principal de negocios.

Al principio el número de descargas no fue tan interesante, pero con más experiencia PaloSanto Solutions lanza una nueva versión incluyendo algunas mejoras y poco a poco varias personas empiezan a colaborar con el proyecto. El año 2007 la comunidad de Elastix crece, incrementando el número de descargas y usuarios alrededor del mundo.



Actualmente Elastix ha superado el millón de descargas, y ha incorporado varios partners tecnológicos que colaboran en la compatibilidad de Elastix con hardware de telefonía.

En el año 2010, PaloSanto lanza Elastix 2.0 incorporando Asterisk 1.6, un módulo de Addons, su propio panel de operador: Elastix Operator Panel, Faxing basado en Web, entre otras mejoras y desarrollos. Ese año lanza también ElastixWorld, un evento destinado a reunir a la comunidad de Elastix a nivel mundial y cuya primera edición se realizó en Quito, Ecuador.

La versión actual de **Elastix es 2.3.0** ha sido lanzada en Abril de 2012.

Elastix se distribuye como imagen ISO y puede ser descargada desde www.elastix.org o desde la página del proyecto en SourceForge.

En 2007 el proyecto estuvo nominado en 2 categorías para los premios CCA de SourceForge. En el año 2010 y 2011 ganó el premio a producto del año por parte de la revista especializada INTERNET TELEPHONY. En el año 2011 gana un premio a la excelencia, entregado también por INTERNET TELEPHONY, por la presentación de un caso describiendo la implementación de Elastix en proyectos especiales.

Funcionalidades de Elastix

A través de sus versiones se han añadido varias funcionalidades las cuales incluyen un módulo de Call-Center, el cual se comunica con una consola de agente a través de un protocolo propietario, denominado ECCP (Elastix Call Center Protocol). El protocolo es de código abierto y permite además la comunicación con consolas desarrolladas por terceros diseñadas para actuar como agente o supervisor.

Otro desarrollo importante fue el lanzamiento de Elastix Web Services, el programa de certificación de hardware y Elastix MarketPlace. Este último alberga soluciones desarrolladas por terceros para que sean distribuidas desde el módulo de Addons de Elastix, de tal manera que un usuario administrador pueda instalarlas transparentemente desde la interfaz. Cada solución es certificada por el departamento de QA de PaloSanto Solutions, para garantizar que es totalmente funcional con la versión más estable de Elastix.

Elastix tiene múltiples características y funcionalidades relacionadas con los servicios que presta: Telefonía IP, Servidor de Correo, Servidor de Fax, Conferencias, Servidor de Mensajería Instantánea, entre otros. Nuevas características, funcionalidades y servicios son añadidos en el desarrollo de nuevas versiones.

Al momento de escribir este manual (Enero 2013) está para utilizar en ambiente de producción la versión 2.3.0 stable, por liberarse la versión 2.4.0 y en desarrollo la versión Elastix 3.0.





Pantalla del Dashboard de Elastix

El listado de funcionalidades de Elastix es extenso, pero las más importantes son:

VoIP PBX

- Grabación de llamadas con interfaz vía Web
- Voicemails con soporte para notificaciones por e-mail
- IVR configurable y bastante flexible
- Soporte para sintetización de voz
- Herramienta para crear lotes de extensiones lo cual facilita instalaciones nuevas
- Cancelador de eco integrado
- Aprovevisionador de teléfonos vía Web. Esto permite instalar numerosos teléfonos en muy corto tiempo.
- Soporte para Video-teléfonos
- Interfaz de detección de hardware de telefonía
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IPs a Teléfonos IP.
- Panel de operador. Desde donde el operador puede ver toda la actividad telefónica de manera gráfica y realizar sencillas acciones drag-n-drop como transferencias, aparcamiento de llamadas, etc
- Aparcamiento de llamadas
- Reporte de detalle de llamadas (CDRs) con soporte para búsquedas por fecha, extensión y otros criterios



- Tarificación con informes de consumo por destino
- Informe de uso de canales por tecnología (SIP, ZAP, IAX, Local, H323)
- Soporte para colas de llamadas
- Centro de conferencias. Desde donde se puede programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta protocolo SIP, IAX, H323, MGCP, SKINNY entre otros
- Codecs soportados: ADPCM, G.711 (A-Law & μ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC
- Soporte para interfaces análogas FXS/FXO
- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de protocolos PRI/BRI/R2
- Soporte para interfaces bluetooth para celulares (canal chan_mobile)
- Identificación de llamadas
- Troncalización
- Rutas entrantes y salientes las cuales se pueden configurar por coincidencia de patrones de marcado lo cual da mucha flexibilidad
- Soporte para follow-me
- Soporte para grupos de timbrado
- Soporte para *paging* e *intercom*. El modelo de teléfono debe soportar también esta característica
- Soporte para condiciones de tiempo. Es decir que la central se comporte de un modo diferente dependiendo del horario
- Soporte para PINes de seguridad
- Soporte DISA
- Soporte Callback
- Editor Web de archivos de configuración de Asterisk
- Acceso interactivo desde el Web a la consola de Asterisk

Fax

- Servidor de Fax administrable desde Web
- Visor de Faxes integrado, pudiendo descargarse los faxes desde el Web en formato PDF.
- Aplicación fax-a-email
- Personalización de faxes-a-email
- Control de acceso para clientes de fax
- Puede ser integrado con WinprintHylafax. Esta aplicación permite, desde cualquier aplicación Windows, enviar a imprimir un documento y este realmente se envía por fax.
- Configurador Web de plantillas de emails

General

- Ayuda en línea incorporada
- Elastix está **traducido a 22 idiomas**
- Monitor de recursos del sistema
- Configurador de parámetros de red



- Control de apagado/re-encendido de la central vía Web
- Manejo centralizado de usuarios y perfiles gracias al soporte de ACLs
- Administración centralizada de actualizaciones
- Soporte para copias de seguridad y la restauración de las mismas a través del Web
- Soporte para temas o skins
- Interfaz para configurar fecha/hora/huso horario de la central

Email

- Servidor de correo electrónico con soporte multidominio
- Administrable desde Web
- Interfaz de configuración de Relay
- Cliente de Email basado en Web
- Soporte para “cuotas” configurable desde el Web
- Soporte antispam
- Soporte para manejo de listas de correo

Colaboración

- Calendario integrado con PBX con soporte para recordatorios de voz
- Libreta telefónica (Phone Book) con capacidad clic-to-Media:call
- Dos productos de CRM integrados a la interfaz como vTigerCRM y SugarCRM

Extras

- Interfaz de generación de tarjetas de telefonía basada en software A2Billing
- CRM completo basado en el producto vTigerCRM
- También versión de código abierto de SugarCRM

Centro de llamadas

- Módulo de centro de llamadas con marcador predictivo incluido. Más detalle de este módulo más abajo.

Mensajería instantánea

- Servidor de mensajería instantánea basado en Openfire e integrado a PBX con soporte para protocolo XMPP, lo que permite usar una amplia gama de clientes de mensajería instantánea disponibles
- Se puede iniciar una llamada desde el cliente de mensajería (si se usa el cliente Spark (software))
- El servidor de mensajería es configurable desde Web
- Soporta grupos de usuarios



- Soporta conexión a otras redes de mensajería como MSN, Yahoo Messenger, Google Talk, ICQ, etc. Esto permite estar conectado a varias redes desde un mismo cliente
- Informe de sesiones de usuarios
- Soporte para plugins
- Soporta LDAP
- Soporta conexiones server-to-server para compartir usuarios

Soporte para hardware de telefonía

Elastix cuenta con un buen soporte para hardware de telefonía, contando con drivers para los principales fabricantes de tarjetas como:

- OpenVox
- Digium
- Sangoma
- Rhino Equipment
- Xorcom
- Yeastar

La mayoría de estos controladores se soportan a través de los drivers del proyecto Zaptel o versiones modificadas del mismo. Otros se soportan en base al proyecto mISDN u otros.

Elastix también soporta muchas marcas de teléfonos gracias a que los protocolos SIP e IAX que usa Asterisk lo permiten. Estos protocolos son abiertos por lo que prácticamente cualquier fabricante puede implementar un teléfono que se comuniquen sobre estos estándares.

Algunos fabricantes de teléfonos soportados son:

- Polycom
- Atcom
- Aastra
- Linksys
- Snom
- Cisco
- Nokia
- UTstarcom
- Yealink

Módulo de Call Center

Elastix es la primera distribución en ofrecer un módulo de centro de llamadas con marcador predictivo incluido siendo éste totalmente software libre. Este módulo se lo puede instalar de manera muy sencilla a través del “cargador de módulos” que provee la interfaz de Elastix.



Con este módulo la implementación de un proyecto de centro de llamadas se puede realizar en un tiempo mucho menor al habitual.

El módulo de centro de llamadas puede manejar tanto campañas de llamadas entrantes como salientes. Algunas de las características son:

- Soporte para lista de números no-llamar (Do-Not-Call List)
- Soporte para campañas entrantes y salientes
- Asociación de formularios por campaña
- Asociación de guion por campaña
- Consola de agente
- Soporte para breaks, siendo estos configurables y de diferentes tipos
- Marcador predictivo de código abierto
- Informes avanzados

CONCLUSIÓN

Invertir en una central IP basada en software libre (Open Source) tiene mucho sentido, no solo para nuevas empresas que adquieren un sistema telefónico, sino también para que las empresas que ya tiene una central. Una central IP brinda ahorros significativos en administración, mantenimiento, costos de llamadas, por lo que cualquier empresa debería contemplar la opción de actualizarse a una central IP.



Definiciones sobre VOIP

- **VoIP** – Voz sobre el protocolo de internet (también denominado Telefonía IP, telefonía por Internet y Teléfono Digital) es el enrutamiento de conversaciones de voz a través de Internet o cualquier otra red basada en IP.
- **SIP** – Protocolo de inicio de sesión – es un protocolo desarrollado por el Grupo de Trabajo IETF MMUSIC y estándar propuesto para iniciar, modificar y terminar una sesión de usuario interactiva que implica elementos multimedia, tal como video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.
- **PSTN** – Red pública de telefonía conmutada - es la concentración de las redes públicas mundiales de circuitos conmutados, al igual que Internet es la concentración de redes públicas mundiales de paquetes conmutados basados en IP.
- **ISDN** – Red digital de servicios integrados – es un tipo de sistema de telefonía en red de circuitos conmutados diseñados para permitir la transmisión digital (en contraposición a analógica) de voz y datos sobre los cables telefónicos de cobre comunes, lo que implica una mejor calidad y mayor velocidad que la disponible con los sistemas analógicos.
- **PBX** – Central (también denominada Central Telefónica para Negocios Privados) – es una central telefónica propiedad de una empresa privada, en contraposición con la central que es propiedad de un operador de telecomunicaciones o de una empresa de telefonía.
- **IVR** – en telefonía, Respuesta interactiva de voz – es un sistema informático que permite que una persona, típicamente quien llama por teléfono, seleccione una opción de un menú de voz y se interconecte con un sistema de computadoras.
- **DID** – Discado directo interno (también llamado DDI en Europa) es una función que ofrecen las empresas de telefonía para usar con la central telefónica de sus clientes mediante la cual la empresa de telefonía asigna un rango de números conectados a la central de su cliente.
- **RFC** – Petición de comentarios (el plural es Peticiones de Comentarios, en cuyo caso sus siglas en inglés son RFCs) es uno dentro de una serie de documentos informativos numerados de Internet y estándares que tanto el software comercial y el freeware en Internet y las comunidades Unix siguen ampliamente.



¿Qué significan los términos FXS y FXO?

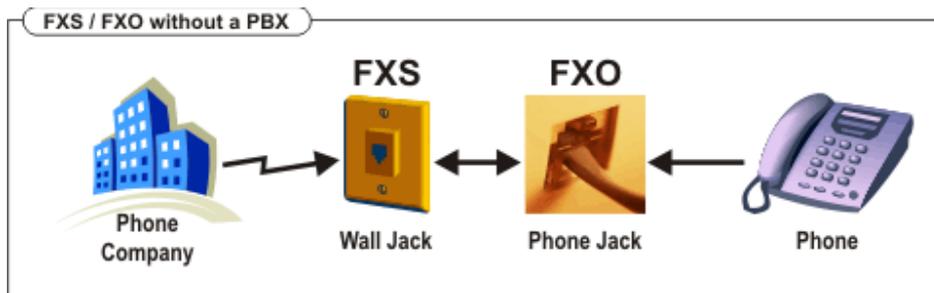
FXS y FXO son los nombres de los puertos usados por las líneas telefónicas analógicas (también denominados POTS - Servicio Telefónico Básico y Antiguo)

FXS – La interfaz de abonado externo es el puerto que efectivamente envía la línea analógica al abonado. En otras palabras, es el “enchufe de la pared” que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada

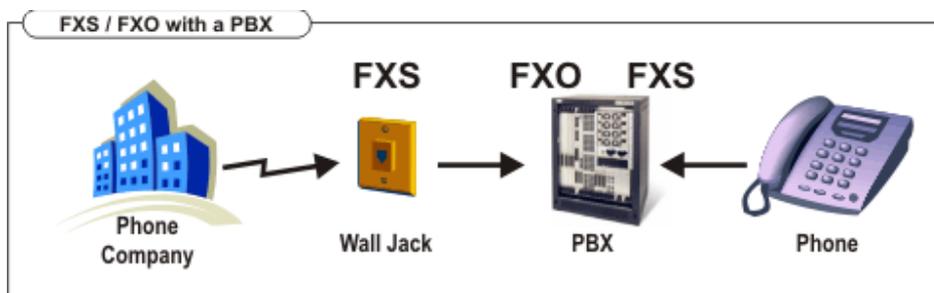
FXO – Interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica. Es un enchufe del teléfono o aparato de fax, o el enchufe de su central telefónica analógica. Envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle). Como el puerto FXO está adjunto a un dispositivo, tal como un fax o teléfono, el dispositivo a menudo se denomina “dispositivo FXO”.

FXO y FXS son siempre pares, es decir, similar a un enchufe macho/hembra.

Sin una central, el teléfono se conecta directamente al puerto FXS que brinda la empresa telefónica.



Si tiene central, debe conectar las líneas que suministra la empresa telefónica a la central y luego los teléfonos a la central. Por lo tanto, la central debe tener puertos FXO (para conectarse a los puertos FXS que suministra la empresa telefónica) y puertos FXS (para conectar los dispositivos de teléfono o fax)

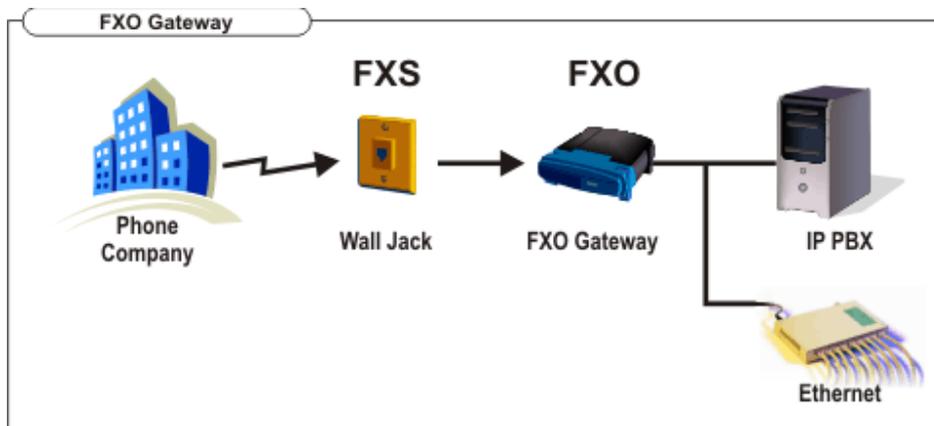


FXS, FXO y VOIP

Cuando decida adquirir equipos que le permitan conectar líneas telefónicas analógicas con una central telefónica VOIP, teléfonos analógicos con una central telefónica VOIP o las Centrales tradicionales con un suministrador de servicios VOIP o unos a otros a través de Internet, se cruzará con los términos FXS y FXO.

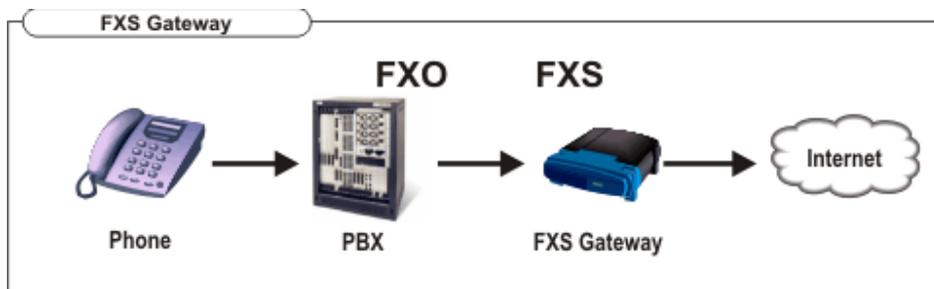
Pasarela FXO

Para conectar líneas telefónicas analógicas con una central IP, se necesita una pasarela FXO. Ello le permitirá conectar el puerto FXS con el puerto FXO de la pasarela, que luego convierte la línea telefónica analógica en una llamada VOIP.



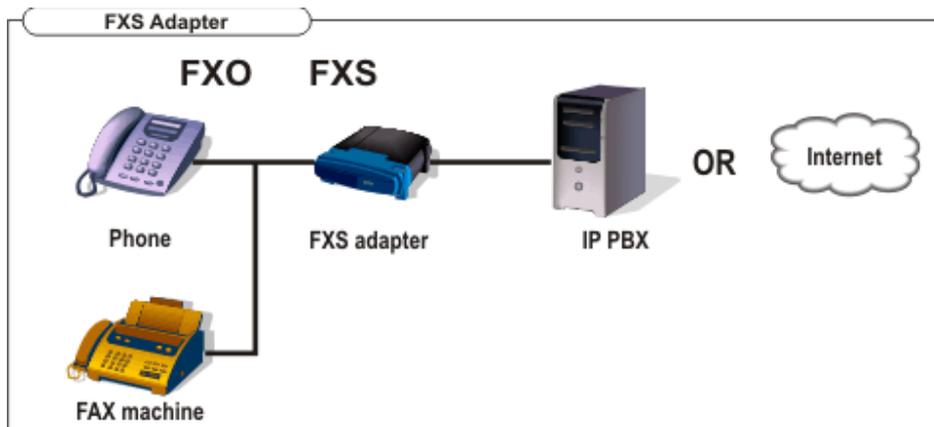
Pasarela FXS

La pasarela FXS se usa para conectar una o más líneas de una central tradicional con una central o suministrador telefónico VOIP. Usted necesitará una pasarela FXS ya que usted desea conectar los puertos FXO (que normalmente se conectan a la empresa telefónica) a la Internet o central VOIP



Adaptador FXS, también denominado adaptador ATA

El adaptador FXS se usa para conectar un teléfono analógico o aparato de fax a un sistema telefónico VOIP o a un prestador VOIP. Usted lo necesitará para conectar el puerto FXO del teléfono/fax con el adaptador.



Procedimientos del FXS / FXO – cómo funciona técnicamente

Si le interesa conocer más detalles técnicos sobre cómo interfunciona un puerto FXS /FXO, esta es la secuencia exacta:

Cuando desee realizar una llamada:

1. Tome el teléfono (el dispositivo FXO). El puerto FXS detecta que ha descolgado el teléfono.
2. Marque el número de teléfono, que pasa como dígitos de Tono Dual Multi Frecuencia (DTMF) al puerto FXS.

Llamada entrante

1. El puerto FXS recibe una llamada y luego envía un voltaje de llamada al dispositivo FXO adjunto.
2. El teléfono suena
3. En cuanto levante el teléfono, podrá responder la llamada.

Finalización de la llamada – normalmente el puerto FXS depende de alguno de los dispositivos FXO conectados para finalizar la llamada.



Nota: la línea telefónica analógica pasa un voltaje DC de aproximadamente 50 voltios al puerto FXS. Es por ello que recibe una "descarga" eléctrica cuando toca una línea telefónica conectada. Esto permite realizar una llamada cuando se produce un corte de energía.

Use un teléfono analógico mediante un adaptador ATA

Si desea usar su teléfono actual con el sistema telefónico VOIP, puede usar un adaptador ATA. Un adaptador ATA le permite enchufar la clavija de red Ethernet en el adaptador y luego enchufar el teléfono en el adaptador. De esa forma, su teléfono antiguo aparecerá en el software del sistema telefónico VOIP como un teléfono SIP normal.



Adaptador ATA que permite que un teléfono analógico se conecte a un sistema VOIP.