

Lima, Febrero 2002

## **Caso Práctico: Implementación de un Sistema VoIP en una Empresa con oficinas remotas en Lima y Montreal.**

**Autor: Enrique Landaure**

[elandature@yahoo.com](mailto:elandature@yahoo.com)

<http://www.geocities.com/elandature/voip.html>

En el presente artículo se explica el procedimiento y los detalles necesarios para la implementación de un sistema de Voz sobre IP en una Empresa con una sede principal en Lima y oficina remota en Montreal conectadas en red utilizando equipos Routers **Cisco** Serie 3600 con capacidades de voz y características que permiten tener una buena calidad de servicio. Tomar en cuenta que la inversión no es grande si se tienen una red IP ya instalada y los beneficios como se presume son la gran disminución de costos por llamadas telefónicas y mayores beneficios relacionados a partir de tener aplicaciones de voz y datos integradas.

### **1. Proceso de una llamada telefónica**

Antes de entrar a detalles en la configuración de los routers, es útil describir lo que sucede a nivel de aplicación cuando se realiza una llamada con VoIP. El flujo general de una llamada de voz entre dos personas usando VoIP es como sigue:

- ❑ El usuario descuelga el fono; esto hace que se envíe una señal de descolgado (*off-hook*) a la parte de aplicación de señalización de Voz sobre IP en el router Cisco serie 3600.
- ❑ La parte de aplicación de sesión de VoIP genera un tono de marcado y espera a que el usuario marque el número telefónico.
- ❑ El usuario marca el número telefónico; estos dígitos son acumulados y grabados por la aplicación de sesión.
- ❑ Después que suficientes dígitos hayan sido marcados para corresponder a un patrón de destino configurado, el número de teléfono es mapeado a un host IP vía el *mapeador* del plan de marcado. El host IP tiene una conexión directa a cualquier número telefónico de destino o a una central telefónica PBX que es responsable de llevar a cabo la llamada hacia el patrón configurado de destino.
- ❑ La aplicación de sesión corre el protocolo de sesión H.323 para establecer un canal de transmisión y un canal de recepción para cada dirección sobre la red IP. Si la llamada está siendo manejada por una PBX, la PBX reenvía la llamada al teléfono de destino. Si el protocolo de reserva de ancho de banda RSVP ha sido configurado, las reservaciones RSVP son puestas en marcha para conseguir la deseada calidad de servicio sobre la red IP.

- ❑ Los Codec son habilitados para ambos extremos de la conexión y la conversación procede usando la pila de protocolos RTP/UDP/IP.
- ❑ Cualquier indicación de progreso de la llamada (u otras señales que pueden ser enviadas) son quitadas del camino de voz tan pronto como el canal de voz haya sido establecido.
- ❑ Cuando cualquiera de los extremos cuelga el fono, las reservaciones RSVP se eliminan (en caso se haya usado RSVP) y la sesión termina. Cada extremo permanece en reposo esperando hasta que la siguiente condición de descolgado (*off-hook*) inicie una nueva llamada.

## **2. Preparación previa a la Configuración.**

Antes de realizar la configuración misma de los routers, se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

- ❑ Establecer una red en funcionamiento con el protocolo IP.
- ❑ Instalar los módulos de voz de red de una o dos ranuras (NM-1V, NM-2V) en la apropiada bahía del router Cisco.
- ❑ Definir un plan de marcado de la empresa.
- ❑ Establecer una red telefónica conmutada en funcionamiento con el plan de marcado de la empresa.
- ❑ Integrar el plan de marcado y red telefónica conmutada dentro de la existente red IP. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - Usar números canónicos donde sea posible. Es importante evitar situaciones donde los sistemas de numeración son significativamente diferentes en diferentes routers o servidores de acceso en la red.
  - Hacer el ruteo o marcado transparente para el usuario –por ejemplo, evitar tonos de marcado secundarios de switches secundarios donde sea posible.
  - Contactar al fabricante de la central PBX y obtener instrucciones para la reconfiguración apropiada de sus interfaces.

Después de haber analizado el plan de marcado y decidir como integrarlo en la red IP existente estará todo listo para configurar los dispositivos de red que soportan Voz sobre IP.

## **3. Configuración de Voz sobre IP.**

Para configurar Voz sobre IP en routers Cisco serie 3600 se deben realizar las siguientes tareas:

- ❑ **Configuración de redes IP para tráfico de voz en Tiempo Real.** La buena sintonización de la red para soportar adecuadamente VoIP involucra una serie de protocolos y características para conseguir una buena calidad de servicio QoS. Para configurar la red IP para soportar tráfico de voz en tiempo real, se necesita tener en consideración el alcance (amplitud) de la red, luego seleccionar y configurar las apropiadas herramientas de QoS.
  - Multilink PPP con interleaving.
  - Compresión de cabecera RTP.
  - Encolamiento personalizado.
  - Encolamiento por “*peso*” de la información transmitida.
  
- ❑ **Configurar la expansión de números.** Usar el comando *num-exp* para configurar la expansión de números si la red telefónica es configurada de tal forma que se pueda llegar al destino marcando solamente una porción (por ejemplo el número de anexo) del completo número telefónico E.164.
  
- ❑ **Configurar Dial Peers.** Usar el comando *dial-peer voice* para definir dial peers y cambiar el modo de configuración. Cada dial peer define las características asociadas con un brazo de llamada (call leg). Un brazo de llamada es un segmento discreto de una conexión de llamada que une dos puntos en una conexión. Una llamada de extremo a extremo está compuesta de cuatro brazos de llamadas, dos desde la perspectiva del servidor de acceso de origen y dos desde la perspectiva del servidor de acceso de destino. Dial peers son usados para aplicar atributos a brazos de llamadas y para identificar llamadas de origen y de destino. Hay dos tipos diferentes de dial peers:
  - **POTS.** Dial peer que describe las características de conexión de una red telefónica tradicional. Los peers POTS apuntan a un puerto de voz particular en un dispositivo de voz en red. Para configurar en forma mínima un dial peer POTS se necesita configurar las siguientes dos características: número de teléfono asociado e interfaz lógica. El comando *destination-pattern* asocia un número de teléfono con un peer POTS. El comando *port* se usa para asociar una interfaz lógica específica con un peer POTS.
  
  - **VoIP.** Dial peer que describe las características de una conexión en una red de paquetes; en el caso de VoIP ésta es una red IP. Peers VoIP apuntan a específicos dispositivos VoIP. Para configurar en forma mínima un peer VoIP se necesita configurar las siguientes dos características: número de teléfono de destino asociado y dirección IP de destino. El comando *destination-pattern* asocia un número de teléfono con un peer VoIP y el comando *session target* especifica una dirección IP de destino para un peer VoIP.
  
- ❑ **Optimizar las configuraciones de Dial Peers e Interfases de Red.** Se pueden definir características como precedencia IP, parámetros adicionales QoS (cuando

RSVP es configurado), Códec y VAD. Se usa el comando *ip precedence* para definir la precedencia IP. Si se ha configurado RSVP se puede usar uno de los comandos *req-qos* o *acc-qos* para configurar parámetros QoS. Se usa el comando *codec* para configurar tasas específicas del codificador de voz. El comando *vad* es usado para deshabilitar la detección de activación de voz y la transmisión de paquetes de silencio.

- ❑ **Configuración de Puertos de Voz.** Es necesario configurar el router Cisco serie 3600 para soportar puertos de voz. En general, los comandos de puertos de voz definen las características asociadas de un tipo particular de señalización de un puerto de voz. Los puertos de voz en un router Cisco serie 3600 soporta los tres tipos básicos de señalización:
  - FXO. Interfaz Foreign Exchange Office.
  - FXS. Interfaz Foreign Exchange Station
  - E&M. Interfaz “Ear and Mouth” o receive and transmit.

En la mayoría de los casos los valores por defecto de comandos de puertos de voz son adecuados para configurar los puertos FXO y FXS para transportar datos de voz sobre la existente red IP. Debido a complejidades inherentes a redes PBX, los puertos E&M podrían necesitar valores de configuración específicos, dependiendo en las especificaciones de los dispositivos en la red telefónica.

- ❑ **Configuración de Voz sobre IP para Microsoft NetMeeting.** Voz sobre IP puede ser usado con Microsoft NetMeeting (versión 2.x o superior) cuando el router Cisco serie 3600 es usado como gateway de voz.

### 3.1 Configuración de redes IP para tráfico de voz en Tiempo Real.

Se necesita tener una red bien diseñada de extremo a extremo cuando se corren aplicaciones sensitivas a los retardos como VoIP. Una buena sintonización de la red para adecuadamente soportar VoIP involucra una serie de protocolos y características para conseguir una buena calidad de servicio QoS. El software Cisco IOS provee varias herramientas para habilitar QoS en el backbone, tales como Random Early Detection (RED), Weighted Random Early Detection (WRED), Fancy queuing y IP Precedence.

Lo importante que se debe recordar es que QoS debe ser configurada a través de toda la red –no sólo el router corriendo VoIP- para mejorar el rendimiento de la voz en red. No todas las técnicas de QoS son apropiadas para todos los routers de red.

En general los routers de borde (edge routers) realizan las siguientes funciones de QoS:

- Clasificación de paquetes
- Control de Admisión
- Administración del ancho de banda
- Queuing

En general, routers de backbone realizan las siguientes funciones de QoS:

- *Switcheo* y transporte de alta velocidad.
- Administración de la congestión
- Administración de las colas.

Soluciones QoS requieren funciones cooperativas de routers de borde y de backbone. Para configurar la red con buena QoS existen herramientas que realizan una o mas de las siguientes tareas:

- Configuración Multilink PPP con Interleaving.
- Configuración Compresión de cabecera RTP.
- Configuración de Encolamiento personalizado.
- Configuración de Encolamiento por “*peso*” de la información transmitida.

### **3.1.1 Configuración Multilink PPP con Interleaving.** Multi-class Multilink PPP

Interleaving permite que grandes paquetes sean multi-enlazados-encapsulados y fragmentados dentro de paquetes mas pequeños para satisfacer los requerimientos de retardo para tráfico de voz en tiempo real; paquetes en tiempo real pequeños, los cuales no son multi-enlazados-encapsulados, son transmitidos entre fragmentos de los paquetes grandes. La característica de interleaving también provee una cola de transmisión especial para los paquetes más pequeños sensitivos al retardo, habilitándolos a ser transmitidos antes que otros. Interleaving provee los límites de retardo para paquetes de voz sensitivos al retardo en un enlace lento que es usado por otro tráfico de máximo esfuerzo.

En general, Multilink PPP con interleaving es usado en conjunto con weighted fair queuing y RSVP o Precedencia IP para asegurar la entrega de paquetes de voz. Se usa Multilink PPP con Interleaving y weighted fair queuing para definir la forma cómo los datos serán manejados; y se usa RSVP o IP Precedence para dar prioridad a los paquetes de voz.

Se debe configurar Multilink PPP si existen las siguientes condiciones en la red:

- Conexión punto a punto usando Encapsulación PPP.
- Enlaces lentos.

**Nota:** Multilink PPP no debe ser usado en enlaces mayores a 2 Mbps.

Para configurar Multilink PPP e interleaving en una interfaz configurada y operacional, se deben usar los siguientes comandos en modo interfaz:

Paso	Comando	Propósito
1	<i>ppp multilink</i>	Habilita Multilink PPP
2	<i>ppp multilink interleave</i>	Habilita interleaving de paquetes en tiempo real.
3	<i>ppp multilink fragment-delay milisegs.</i>	Opcionalmente configura un retardo de fragmento máximo.
4	<i>ip rtp reserve puerto-UDP-mas bajo rango-de-puertos [ancho-de-banda-maximo]</i>	Reserva una cola especial para flujo de paquetes en tiempo real a un puerto UDP de destino específico, permitiendo la mas alta prioridad de todos los flujos. Es aplicable sólo si no se ha configurado RSVP.

**Tabla 1.** Configuración Multilink PPP e Interleaving para tráfico de voz en tiempo real.

**Nota:** El comando *ip rtp reserve* puede ser usado en lugar de configurar RSVP. Si se configura RSVP, este comando no es requerido.

**Ejemplo de Configuración Multilink PPP.** El siguiente ejemplo define un modelo de interfaz virtual que habilita MultilinkPPP con interleaving y un retardo de tráfico en tiempo real máximo de 20ms:

```
interface virtual-template 1
  ppp multilink
  encapsulated ppp
  ppp multilink interleave
  ppp multilink fragment-delay 20
  ip rtp reserve 16384 100 64
```

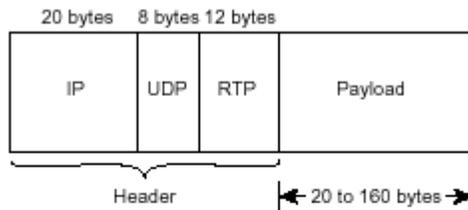
```
multilink virtual-template 1
```

**3.1.2 Configuración Compresión de Cabecera RTP.** El protocolo de transporte en tiempo real (RTP) es usado para transportar audio paquetizado sobre una red IP. La compresión de la cabecera RTP comprime la cabecera IP/UDP/RTP en un paquete de datos RTP desde 40 bytes hasta aproximadamente 2 a 4 bytes (la mayor parte del tiempo), como se muestra en la Figura 1.

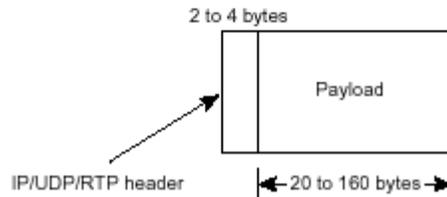
Esta compresión es beneficiosa si se está ejecutando Voz sobre IP sobre enlaces lentos. Habilitando la compresión en ambos extremos de un enlace serial de poco ancho de banda puede grandemente reducir el overhead de la red si es que hay un montón de tráfico RTP en ese enlace lento.

Típicamente, un paquete RTP tiene un *payload* de aproximadamente 20 a 160 bytes para aplicaciones de audio que usan *payloads* comprimidos. La compresión de la cabecera RTP es específicamente beneficiosa cuando el tamaño del payload es pequeño (por ejemplo, *payloads* de audio comprimidos entre 20 y 50 bytes).

**Antes de la compresión de cabecera RTP:**



**Después de la compresión de cabecera RTP:**



**Figura 1.** Compresión de cabecera RTP

Se debe configurar la compresión de header RTP si existen enlaces lentos o existe la necesidad de ahorrar ancho de banda.

**Nota:** La compresión de cabecera RTP no debe ser usada en enlaces mas grandes de 2Mbps.

Comando	Propósito
<i>ip rtp header-compression [passive]</i>	Habilita compresión header RTP
<i>ip rtp compresión connection numero</i>	Especifica el número total de conexiones de compresión de cabecera RTP soportadas en una interfaz.

**Tabla 2.** Comandos para la compresión de cabecera RTP.

**Ejemplo de configuración de Compresión RTP Header.** El siguiente ejemplo habilita la compresión de cabecera RTP para una interfaz serial.

```
interface 0
 ip rtp header-compression
 encapsulation ppp
 ip rtp compression-connections 25
```

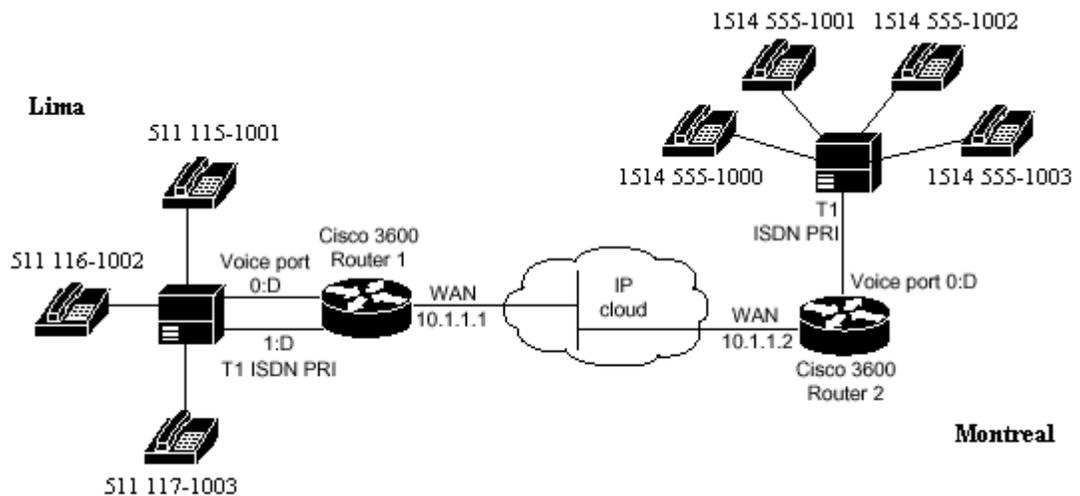
**3.1.3 Configuración Encolamiento Personalizado (custom queuing).** Algunas características de QoS, como reserva IP RTP y encolamiento personalizado están basados en el protocolo de transporte y el número de puerto asociado. Tráfico de voz en tiempo real es transmitido en puertos UDP que van desde el 16384 hasta el 16624.

**3.1.4 Configuración de Encolamiento por “peso” (weighted fair queuing).** Esta configuración asegura que las colas no padezcan de escasez de ancho de banda y que el tráfico consiga un servicio predecible. Flujos de tráfico de volumen bajo reciben servicio preferencial; tráfico de alto volumen comparten la capacidad remanente, obteniendo igual o proporcional ancho de banda.

### 3.2 Configuración de la Expansión de Números.

En la mayoría de los entornos corporativos, la red telefónica es configurada de tal forma que se pueda alcanzar al destino marcando solamente una porción (la extensión o anexo) del número telefónico completo E.164. Voz sobre IP puede ser configurado para reconocer los números de extensión y expandirlos en el número completo E.164 usando dos comandos: *destination-pattern* y *num-exp*. Antes de configurar estos dos comandos, es útil mapear individualmente las extensiones telefónicas con los números telefónicos completos. Esto puede ser hecho fácilmente creando una tabla de expansión numérica.

**3.2.1 Creación de una tabla de expansión numérica.** En la Figura 2, se muestra la integración de la red telefónica con la existente red IP de una empresa con oficina principal en Lima, Perú y oficina remota en Montreal, Canada. Los patrones de destino (o número de teléfono expandido) asociado con el Router 1 (localizado a la izquierda de la nube IP) son (511) 115-xxxx, (511) 116-xxxx, y (511) 117-xxxx, donde xxxx identifica el dial peer individual por extensión. El patrón de destino (o número telefónico expandido) asociado con el Router 2 (localizado a la derecha de la nube IP) es (1514) 555-xxxx.



**Figura 2.** Red VoIP de una empresa con oficina principal en Lima y otra remota en Montreal.

La Tabla 3 muestra los números de expansión de la empresa:

Extensión	Patrón de Destino	Comando para Núm-Exp.
5....	51111....	num-exp 5.... 511115....
6....	51111....	num-exp 6.... 511116....
7....	51111....	num-exp 7.... 511117....
1....	1514555....	num-exp 1.... 1514555....

**Tabla 3.** Números de expansión de la empresa con oficinas remotas.

El punto (.) se usa para representar variables (como la extensión telefónica) en un número telefónico.

La información incluida en la Tabla 3 necesita ser configurada en ambos Router 1 y Router 2.

**3.2.2 Configuración de la Expansión de Números.** Para definir como expandir un número de extensión en un patrón de destino particular, se usa el siguiente comando en modo de configuración global.

*num-exp numero-extensión cadena-extensión*

Para verificar que la información de expansión de números haya sido mapeado correctamente se usa el comando *show num-exp*.

Después de haber configurado los dial peers y haberles asignado patrones de destino, se puede verificar esta información usando el comando *show dialplan number* con el que podremos ver cómo un número telefónico se mapea con un dial peer.

### 3.3 Configuración de Dial Peers.

Como hemos mencionado cada dial peer define las características asociadas con un brazo de llamada, como se muestra en las dos figuras siguientes, un brazo de llamada es un segmento discreto de una conexión de llamada que une dos puntos en la conexión. Todos los brazos de llamada para una conexión en particular tienen el mismo ID de conexión.

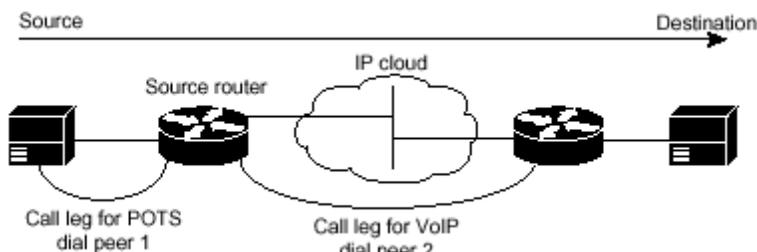


Figura 3. Brazos de la llamada de un dial peer desde la perspectiva del router de origen.

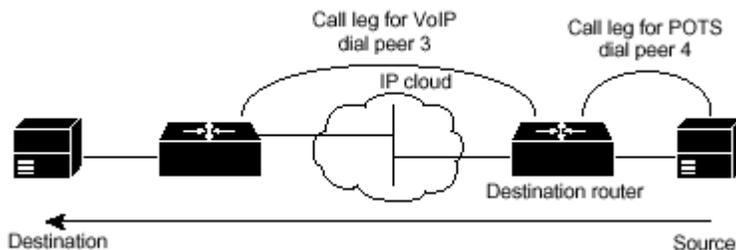
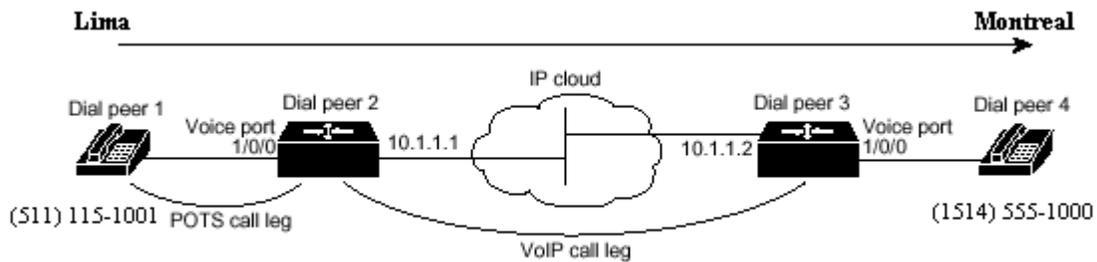


Figura 4. Brazos de la llamada de un dial peer desde la perspectiva del router de destino.

Para configurar la conectividad de la llamada entre el origen y el destino como se ilustra en la Figura 5, se programa el Router 10.1.1.1 en Lima con los siguientes comandos:



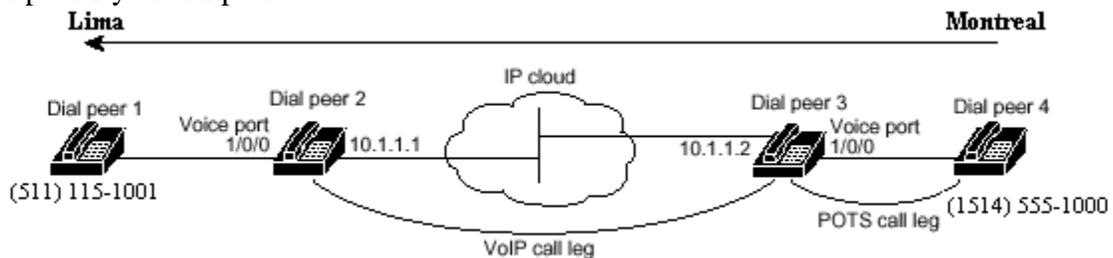
**Figura 5.** Llamadas de salida desde la perspectiva del Dial Peer POTS 1.

```
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 511115....
port 1/9/9
```

```
dial-peer voice 2 voip
destination-pattern 1514555....
session target ipv4:10.1.1.2
```

Los últimos cuatro dígitos en el patrón de destino del dial peer VoIP fueron reemplazados con comodines. Esto significa que desde el servidor de acceso 10.1.1.1 en Lima, llamar a cualquier número que empiece con los dígitos “1514555” resultará en una conexión al servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal. Esto implica que el servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal atiende todos los números que comiencen con esos dígitos. Desde el servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal, llamar a cualquier número que empiece con los dígitos “511115” resultará en una conexión al servidor de acceso 10.1.1.1 en Lima. Esto implica que el servidor de acceso 10.1.1.1 en Lima atiende todos los números que comiencen con esos dígitos.

En la Figura 6 se muestra como se lleva a cabo una llamada de extremo a extremo entre el dial peer 1 y el dial peer 4.



**Figura 6.** Llamadas de salida desde la perspectiva del Dial Peer POTS 2.

Para llevar a cabo una llamada de extremo a extremo entre dial peer 1 y dial peer 4 como se ilustró en la Figura 6, se deben ingresar los siguientes comandos en el router 10.1.1.2:

```
dial-peer voice 4 pots
destination-pattern 1514555....
port 1/0/0
```

```
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 511115...
session target ipv4:10.1.1.1
```

**3.3.1 Creación de una Tabla de Configuración de Peer.** Siguiendo el caso de la empresa en la Figura 2, el Router 1 en Lima, con el IP 10.1.1.1, conecta una oficina remota con la oficina principal a través del Router 2 en Montreal. Hay tres teléfonos en la oficina remota que necesitan ser establecidos como dial peers. Router 2 en Montreal, con una dirección IP 10.1.1.2, es el gateway primario a la oficina principal que como tal necesita ser conectado a la central telefónica PBX de la compañía. Hay cuatro dispositivos que necesitan ser establecidos como dial peers en la oficina principal, todos los cuales son teléfonos básicos conectados al PBX.

La Tabla 6 muestra la configuración de peers para el caso de la empresa con oficinas remotas.

Tag Dial Peer	Ext	Patrón de Destino	Tipo	Puerto de Voz	Sesión destino	Códec	QoS
<b>Router 1</b>							
1	6...	+511116. ...	POTS	1/0/0			
10		+151455 5...	VoIP		ipv4 10.1.1.2	G.729	Best Effort
<b>Router 2</b>							
11		+511116. ...	VoIP		ipv4 10.1.1.1	G.729	Best Effort
4	2...	+151455 5...	POTS	1/0/0			

**Tabla 4.** Configuración de Peers para el caso de la empresa con red de voz sobre IP.

**3.3.2 Configuración de Peers POTS.** Una vez mas, los peers POTS habilitan llamadas entrantes a ser recibidas por un dispositivo de telefonía particular. Para configurar un peer POTS, se necesita únicamente identificar el peer asignándole un único número identificador, definir sus números telefónicos, y asociarlos con un puerto de voz a través del cual las llamadas podrán ser establecidas. En la mayoría de circunstancias, los valores por defecto de los comandos de configuración dial-peer remanentes serán suficientes para establecer conexiones.

Para entrar al modo de configuración dial-peer (y seleccionar POTS como el método de encapsulado-de-voz) se usa el siguiente comando en modo de configuración global.

Comando	Propósito
<i>dial-peer voice número pots</i>	Entra al modo de configuración dial peer para configurar un peer POTS.

**Tabla 5.** Comando para entrar al modo de configuración de Peers POTS.

El valor *número* del comando **dial-peer voice pots** es el único identificador del dial peer (este número tiene sólo significado local).

Para configurar al peer POTS identificado, se usan los siguientes comandos en modo de configuración dial-peer.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>destination-pattern string</i>	Define el número telefónico asociado con el dial peer POTS.
2	<i>port num-slot/num-subunit/puerto</i>	Asocia este dial peer POTS con un puerto de voz específico.

**Tabla 6.** Comandos para la configuración de Peers POTS.

**3.3.3 Configuración de Peers VoIP.** Una vez más, los peers VoIP habilitan a las llamadas salientes ser hechas desde un dispositivo telefónico particular. Para configurar un peer VoIP, se necesita únicamente identificar el peer, definir su número telefónico de destino y dirección IP de destino. Al igual que con peers POTS, en la mayoría de las circunstancias, los valores por defecto de los comandos de configuración dial-peer remanentes serán adecuados para establecer conexiones.

Para ingresar al modo de configuración dial-peer (y seleccionar VoIP como el método de encapsulación de voz), se usa el siguiente comando en el modo de configuración global:

Comando	Propósito
<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial peer para configurar un peer VoIP.

**Tabla 7.** Comando para entrar al modo de configuración de Peers VoIP.

El valor *número* del comando **dial-peer voice voip** es el único identificador del dial peer.

Para configurar al peer POTS identificado, se usan los siguientes comandos en modo de configuración dial-peer.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>destination-pattern string</i>	Define el número telefónico asociado con el dial peer VoIP.
2	<i>session target {ipv4:dirección-destino / dns:nombre-host}</i>	Especifica una dirección IP de destino para este dial peer.

**Tabla 8.** Comandos para la configuración de Peers VoIP.

**3.3.4 Validación de Configuración.** Se puede validar la configuración dial-peer realizando usando el comando *show dial-peer voice* para verificar que los datos configurados son correctos. Se usa para visualizar un dial peer específico o todos los dial peers configurados. El comando *show dialplan number* muestra el dial peer al cual un número particular (patrón de destino) resuelve.

### 3.4 Optimización de las configuraciones de Dial Peers e Interfases de Red.

Dependiendo de cómo se han configurado las tarjetas de red, se podría necesitar configurar parámetros adicionales de dial peers VoIP. Se describen 3 casos:

- Configuración Precedencia IP para Dial Peers.
- Configuración RSVP para Dial Peers.
- Configuración CODEC y VAD para Dial Peers.

**3.4.1 Configuración Precedencia IP para Dial Peers.** Si se quiere dar al tráfico de voz en tiempo real mayor prioridad que otro tráfico de red, se puede aumentar el *peso* al tráfico de voz asociado con un dial peer VoIP usando Precedencia IP. Precedencia IP escala mejor que RSVP pero no provee control de admisión. Para hacer esta configuración se realizan los siguientes comandos:

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>ip precedence número</i>	Selecciona el nivel de precedencia para el tráfico de voz asociado con este dial peer.

**Tabla 9.** Comandos para la configuración de Precedencia IP para Dial Peers.

En Precedencia IP, los números 1 al 5 identifican clases para flujos IP; los números 6 a 7 son usados por ruteos de red y backbone.

Por ejemplo, para asegurar que el tráfico de voz asociado con el dial peer VoIP 103 tenga la más alta prioridad que otro tráfico de red IP, ingresar lo siguiente:

```
dial-peer voice 103 voip
ip precedence 5
```

**3.4.2 Configuración de RSVP para Dial Peers.** Si se han configurado las interfases de red de la LAN (o WAN) con RSVP, se debe configurar QoS para cualquiera de los peers VoIP asociados. Para configurar QoS para un peer VoIP seleccionado, usar los siguientes comandos desde el modo de configuración global.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>req-qos [best-effort / controlled-load / guaranteed-delay]</i>	Especifica la calidad de servicio a ser usada. Se sugiere <i>controlled-load</i> .

**Tabla 10.** Comandos para la configuración de RSVP para Dial Peers.

Por ejemplo, para especificar retardo garantizado QoS para el dial peer VoIP se tiene los siguientes comandos:

```
dial-peer voice 108 voip
destination-pattern +14085551234
req-qos controlled-load
session target ipv4:10.0.0.8
```

Si se desea generar un alerta SNMP si la QoS es menor que el valor configurado para un peer VoIP seleccionado se usa el comando **acc-qos [best-effort / controlled-load / guaranteed-delay]**

**3.4.3 Configuración CODEC y VAD para Dial Peers.** Para seleccionar el tipo de codificador de voz para un peer VoIP seleccionado, se usan los siguientes comandos desde el modo de configuración global:

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>codec [g711alaw / g711ulaw/ g729r8]</i>	Especifica el tipo de codificador de voz deseado para este dial peer.

**Tabla 11.** Comandos para la configuración del Códec de Dial Peers.

El valor por defecto es **g729r8**; lo cual normalmente es aceptable, sin embargo si se dispone de una red con gran ancho de banda y la calidad de voz es de la más alta importancia, se debería configurar el comando **codec** con **g711alaw** o **g711ulaw**. Usando estos valores se obtendrá una mejor calidad de voz, pero a costa de mayor ancho de banda.

Por ejemplo, para especifica un CODEC G.711 ley A para el dial peer 108:

```
dial-peer voice 108 voip
destination-pattern +14085551234
codec g711alaw
session target ipv4:10.0.0.8
```

Para la habilitación de VAD (Voice Activity Detection) o lo que es lo mismo: la deshabilitación de la transmisión de paquetes de silencio para un seleccionado peer VoIP, se usan los siguientes comandos en modo de configuración global:

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número VoIP</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>Vad</i>	Deshabilita la transmisión de paquetes de silencio (habilita VAD)

**Tabla 12.** Comandos para la configuración del VAD de Dial Peers.

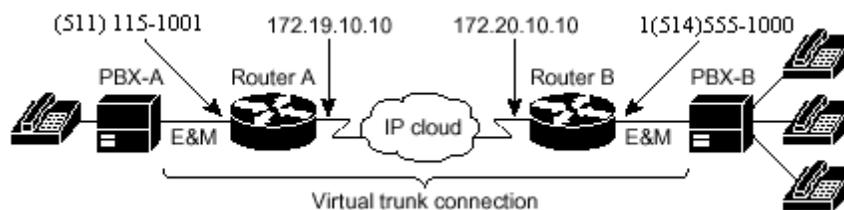
Por defecto está habilitado y esto hace que esta configuración sea normalmente lo mas deseable, pero si se dispone de un gran ancho de banda y la calidad de voz es de la más alta importancia, se debería deshabilitar *vad*.

Por ejemplo, para habilitar VAD para el dial peer 108:

```
dial-peer voice 108 voip
destination-pattern +14085551234
vad
session target ipv4:10.0.0.8
```

### 3.5 Configuración de los Puertos de Voz.

Voz sobre IP simula una conexión *trunk* creando *tie-lines* virtuales entre PBXs conectadas a routers en cada lado de la conexión VoIP (ver siguiente Figura). En este caso, hay dos PBXs conectadas que usan un circuito virtual *trunk*. PBX-A es conectada al Router A vía un puerto de voz E&M; PBX-B es conectada al Router B vía un puerto de voz E&M.



**Figura 7.** Conexión *trunk* virtual.

Los routers en ambos lados de la conexión VoIP deben ser configurados para conexiones *trunk*. Para el escenario de la Figura 7, se debe configurar el router A de la siguiente forma:

```
configure terminal
voice-port 1/0/0
connection trunk +15145551000
dial-peer voice 10 pots
destination-pattern +5111151001
port 1/0/0
dial-peer voice 100 voip
session-target ipv4:172.20.10.10
destination-pattern +15145551000
```

Y el Router B de la siguiente forma:

```
configure terminal
voice-port 1/0/0
connection trunk +5111151001
dial-peer voice 20 pots
destination-pattern +15145551000
port 1/0/0
dial-peer voice 200 voip
session-target ipv4:172.19.10.10
destination-pattern +5111151001
```

Las combinaciones soportadas entre puertos de voz son:

- E&M a E&M (el mismo tipo)
- FXS a FXO
- FXS a FXS (sin señalización)

Existe la limitación que las conexiones *trunk* virtuales no soportan expansión de números, los patrones de destino en cada lado de la conexión *trun* deben coincidir exactamente.

### 3.6 Configuración de Voz sobre IP con Microsoft NetMeeting.

Voz sobre IP puede ser usado con Microsoft NetMeeting (versión 2.x o superior) cuando el router Cisco 3600 es usado como gateway de Voz. Se recomienda usar los últimos drivers DirectX de Microsoft en la PC para mejorar la calidad de voz de NetMeeting.

**3.6.1 Configuración de VoIP para soportar MS NetMeeting.** Para configurar VoIP para soportar NetMeeting, se debe crear un peer VoIP que contenga la siguiente información:

- Sesión destino: dirección IP o nombre DNS de la PC corriendo NetMeeting.
- CODEC: g711ulaw o g711alaw.

**3.6.2 Configuración MS NetMeeting para Voz sobre IP.** Configurar NetMeeting para que trabaje con Voz sobre IP, es tan sencillo como completar los siguientes pasos:

Paso	Acción
1	Desde el menú <b>Tools</b> en la aplicación NetMeeting, seleccionar <b>Options</b> . NetMeeting mostrará el <i>dialog box</i> de Options.
2	Click el tab <b>Audio</b>
3	Click el check box "Calling a telephone using NetMeeting"
4	Ingresar la dirección IP del router Cisco serie 3600 en el campo <b>IP address</b> .
5	Bajo <b>General</b> , click <b>Advanced</b>
6	Click el check box "Manually configured compression settings".
7	Seleccionar el Códec <b>CCITT ulaw 8000Hz</b> .
8	Click el botón <b>Up</b> hasta que este Códec esté al principio de la lista.
9	Click <b>OK</b> para salir.

**Tabla 13.** Comandos para la configuración de Microsoft NetMeeting para Voz sobre IP.

**3.6.3 Inicio de una llamada usando Microsoft NetMeeting.** Para iniciar una llamada usando Microsoft NetMeeting, seguir los siguientes pasos:

Paso	Acción
1	Click el ícono <b>Call</b> desde la aplicación NetMeeting. Se abrirá el recuadro de diálogo de <b>Call</b> .
2	Desde el recuadro de diálogo Call, seleccionar <b>call using H.323 gateway</b> .
3	Ingresar el número de teléfono en el campo <b>Address</b> .
4	Click <b>Call</b> para iniciar con el router Cisco 3600 desde Microsoft NetMeeting.

**Tabla 14.** Comandos para iniciar una llamada telefónica desde Microsoft NetMeeting.

#### **4. Resumen.**

En este artículo hemos revisado los aspectos necesarios para la implementación de un sistema de Voz sobre IP en una Empresa con oficinas remotas en general, y en particular con oficina principal en Lima y oficina remota en Montreal conectadas en red utilizando equipos Routers Cisco Serie 3600 con capacidades de voz y características que permiten tener una buena calidad de servicio. Se describe el proceso de una llamada telefónica que empieza desde que se descuelga el auricular y se recibe el tono de marcado hasta que se cuelga el auricular lo que origina el término de la llamada telefónica. Existen tareas previas a la misma configuración de la red como establecer una red en funcionamiento con el protocolo IP, instalar los módulos de voz de red en las bahías de los routers Cisco, definir un plan de marcado de la empresa, integrar el plan de marcado y red telefónica conmutada dentro de la existente red IP entre otras. En cuanto a la configuración misma de los routers se revisaron las opciones de configuración de la red IP para tráfico de voz en Tiempo Real como por ejemplo Multilink PPP con Interleaving si es el caso de enlaces lentos punto a punto o Compresión de cabecera RTP para enlaces lentos menores a 2Mbps.

Otra tarea importante y necesaria es la configuración para la expansión de números, esto es la implementación del plan de marcado de la empresa, por ejemplo si un usuario marca un número que empieza con 5 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Lima, y si marca un número que empieza con 1 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Montreal.

Se introdujo el concepto de los Dial Peers que definen las características de la comunicación, se presentaron los comandos asociados y opciones para optimización de las configuraciones de Dial Peers como Precedencia IP, RSVP, cambiar de codificador de voz y habilitar/deshabilitar la supresión de silencio.

Como puntos finales se presentaron la configuración de los puertos de voz y la configuración de Voz sobre IP para trabajar conjuntamente con el software Microsoft NetMeeting permitiendo llamar a extensiones telefónicas desde una PC y viceversa.

#### **5. Referencias**

- Web site de Cisco: <http://www.cisco.com>
- White Paper “Configuring Voice over IP for the Cisco 3600”