

PRÁCTICA 5: Telefonía IP

Autor: Santiago Felici, 30/12/2005

Modificaciones: Carmen Botella, Javier Samper, 7/12/ 2011

0.- Sistema Operativo

Este enunciado recoge la realización de la práctica tanto en un entorno de Windows como Linux. El profesor indicará en cuál de estos entornos el alumno deberá trabajar.

1.- Objetivo

El objetivo de la presente práctica es familiarizar al alumno con los servicios de voz sobre IP (Voice Over IP, VOIP), interactuando con la telefonía analógica. Este entorno de telefonía más general, abierto e integrando servicios de voz tradicionales e IP, llamaremos telefonía IP.

En la práctica a realizar, configuraremos inicialmente la red de datos para pasar a configurar los servicios VOIP. Una vez configurado y comprobado su funcionamiento, integraremos la telefonía tradicional o analógica, con lo cual habremos conseguido hacer funcionar una maqueta de telefonía IP.

2.- Introducción

En la actualidad los servicios de videoconferencia se han extendido sobre Internet hasta el punto que han llegado a sustituir servicios tradicionales, concretamente servicios de voz, ofrecidos por las operadoras o PTT (Post, Telegraph and Telephone Service). Respecto telefonía IP, han aparecido diversos protocolos que han dado soporte a la voz y la imagen.

Si nos centramos en la voz, tenemos protocolos como:

- H.323 estandarizados por ITU que define una pila y/o paraguas de protocolos (para ofrecer servicios multimedia, entre ellos voz). Estos protocolos son didácticamente los más completos y a su vez los más complejos.
- SIP (Session Initiation Protocol) estandarizado por MMUSIC del IETF en RFC 2543 y 3261, consistente en una simplificación del H.323
- SCCP (Skinny Client Control Protocol) propietario de Cisco Systems

Utilizando la notación de H.323, los elementos que aparecen en telefonía IP los podemos clasificar en:

- Cliente: terminal
- Gatekeeper: guardián , registrador o también equipo selector que controla los diferentes clientes, tanto para llamadas entrantes como llamadas salientes
- Gateway o pasarela, que permite interactuar con otras redes, concretamente con los servicios de voz tradicionales. En este caso, para H.323 tenemos pasarelas de H.323 a H.320 que son los estándares de videoconferencia para RDSI o H.323 a H.324 para telefonía analógica.
- MCU (Multipoint Control Unit): equipo reflector que permite gestionar estos servicios para grupos de clientes

La telefonía IP es un área de negocio muy atractiva para los fabricantes de equipos de red, dado que las empresas pueden reducir sus costes de llamadas de forma considerable, utilizando para ello la propia infraestructura de red que disponen, potenciando su red de datos para ofrecer y soportar servicios como voz, amortizando mejor la infraestructura de red. Obviamente, para que dichos servicios comparativamente con los tradicionales funcionen bien (sean aceptables y con calidad suficiente), la red de datos debe tener soporte de QoS, especialmente cuando la red posee cuellos de botella y/o aparecen situaciones de congestión temporalmente.

Uno de los fabricantes más implantado en el sector es Cisco Systems, empresa que ha definido su propio protocolo SCCP para VOIP. Cisco Systems para integrar sus productos ha definido una arquitectura de red llamada AVVID (Architecture for Voice, Video, and Integrated Data) que en sí no aporta ningún concepto nuevo, más bien la forma y la metodología de hacer las cosas, en cuanto a cómo una red de datos debe añadir ciertas mejoras para dar soporte de servicios multimedia.

La arquitectura AVVID definida por Cisco Systems está pensada para la integración de voz, vídeo y datos sobre una red con soporte de calidad de servicio y tolerancia a fallos. En esta arquitectura se integra un elemento equivalente al Gatekeeper del estándar H.323 llamado Cisco Call Manager. La versión de Cisco Call Manager utilizado en esta práctica, es una versión simplificada que puede ejecutarse en los routers de Cisco, conocida como Cisco Call Manager Express (CCME). Estos elementos utilizan de forma nativa el protocolo propietario SCCP para registrar los teléfonos VOIP de Cisco Systems.

Cabe destacar del CCME, que los teléfonos registrados en un CCME siempre deben utilizar a éste para poder cursar las llamadas, la fase de señalización para el establecimiento como la finalización. Un caso particular y de especial interés es cuando dos teléfonos conectados en el mismo segmento quieren establecer una llamada, estando registrados en un mismo CCME ubicado en un segmento diferente. En este caso, la llamada se envía al segmento donde queda ubicado el CCME y éste la encamina, completando la señalización. Posteriormente, la conversación se mantiene a través de los terminales VOIP directamente hasta que finalice, momento en el cual vuelve a participar el CCME.

Además del CCME, otros elementos integrados en AVVID y utilizados en la práctica son:

- Terminales de voz IP (Cisco IP Phone), que son equivalentes a los clientes H.323, concretamente el modelo 7940G, pero que nativamente utiliza el protocolo SCCP.
- Tarjetas FXO (Foreign eXchange Office), que son tarjetas que permiten la conversión analógico-digital y digital-analógico, y que conectan directamente bien a una centralita privada o PBX¹ o bien a la operadora analógica directamente.
- Tarjetas FXS (Foreign eXchange Station), que son tarjetas que permiten la conversión analógico-digital y digital-analógico, y que permiten conectar directamente teléfonos analógicos y por ello ofrecen en su conector los 50 voltios para su alimentación.

Tanto las tarjetas FXS como FXO normalmente disponen de al menos 2 puertos de voz por tarjeta, concretamente es el caso de las utilizadas en esta práctica.

Resaltar, que a diferencia de H.323 donde todos los elementos mencionados se registran en el Gatekeeper, con el CCME no pasa así, excepto los terminales VOIP y por tanto debemos configurarlos manualmente. Los elementos de la arquitectura que requieren configuración explícita en los CCME son tanto las pasarelas (Gateway, a través de las tarjetas FXS y FXO) para la integración con el mundo analógico, como la interconexión con otros CCME y sus zonas gestionadas. Todos estos pasos, los veremos en el desarrollo de la presente práctica.

3.- Hardware requerido

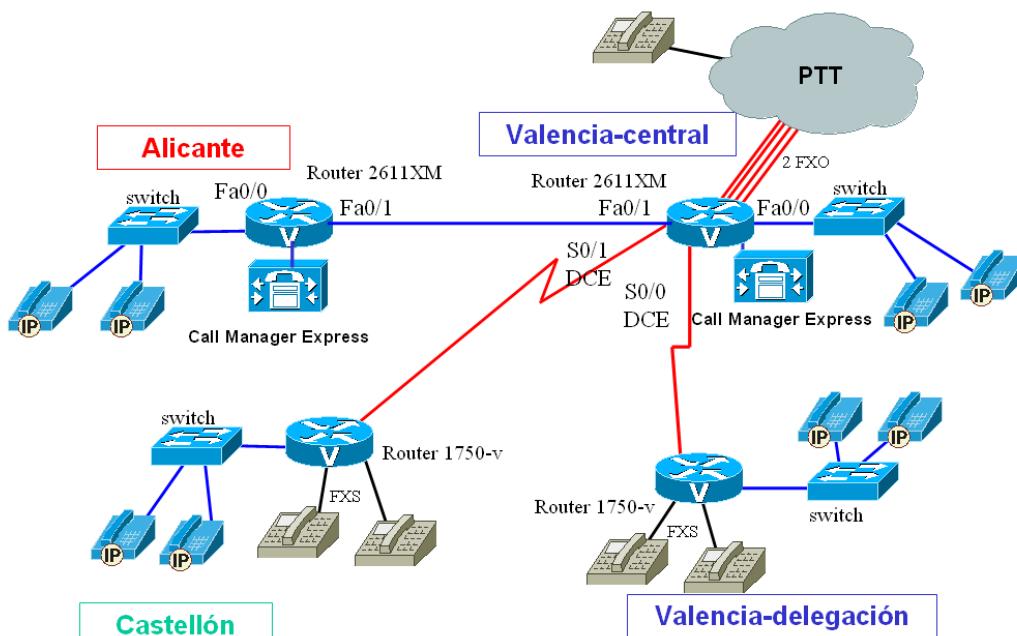


Figura 1: Maqueta de Telefonía IP

¹ PBX: Private Branch Exchange

Para la presente práctica, tal como aparecen en la figura 1, son necesarios los siguientes equipos:

- 2 routers 2600 con CCME cargado, uno de ellos con 2 tarjetas FXO
- 2 routers 1750-v con una tarjeta FXS cada uno de ellos
- 4 comutadores de al menos 4 puertos, uno por cada sede
- una centralita de voz o PBX para simular la red de la operadora
- ordenadores para conectar por consola y realizar las pruebas pertinentes a lo largo de la práctica
- cables Ethernet directos para ordenadores, routers y teléfonos VOIP conectados al comutador
- cable series para realizar las conexiones punto a punto
- cables de consola para configurar los routers

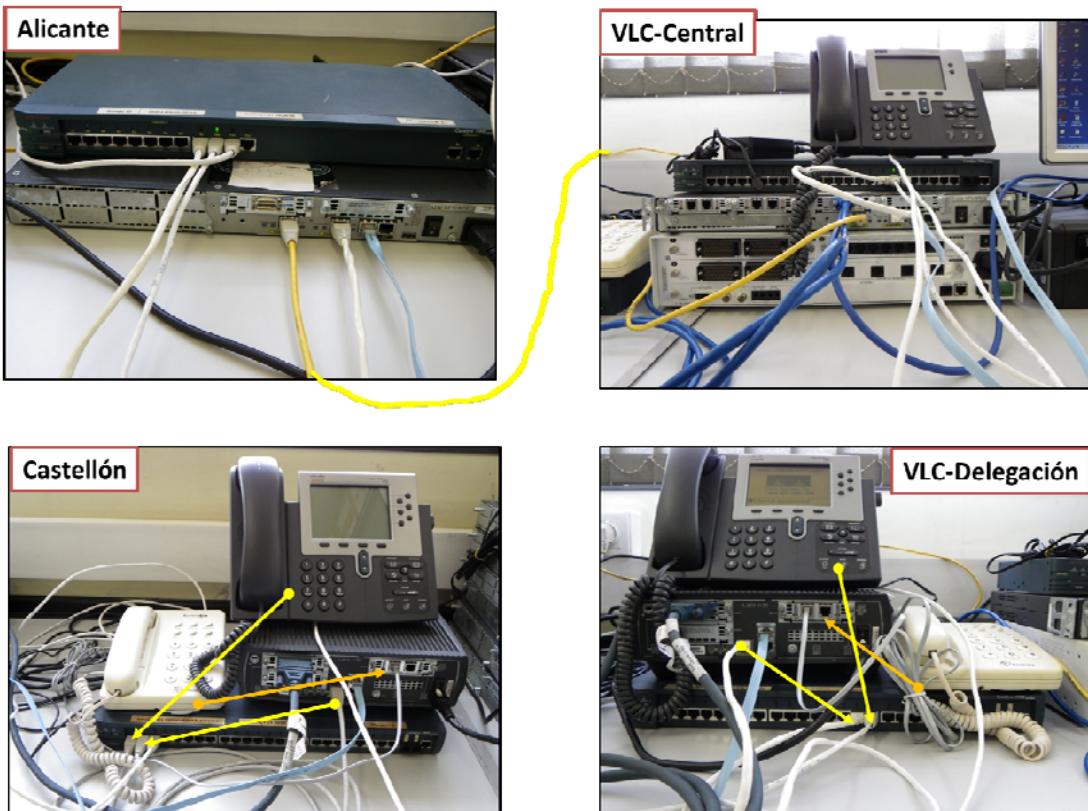


Figura 2 : Fotografía de maqueta de Telefonía IP cableada

4.- Desarrollo

Este tipo de prácticas son de trabajo en grupo. La práctica se desarrolla por orden según los siguientes pasos. Es requisito indispensable realizar el paso 0 previo a realizar la práctica.

No se puede pasar al siguiente paso si el profesor no da el aviso pertinente, ni tampoco cuando no se haya completado el paso anterior.

Los pasos se realizan de forma coordinada, trabajando en grupo, para lo cual o bien el profesor o un moderador debe coordinar a todas las parejas. Planteamiento del escenario de la práctica:

Una empresa de logística, dispone de una red de datos que quiere utilizar también para telefonía. Dispone de 4 sedes, una sede central en Valencia (Valencia-Central) y 3 delegaciones, una en Valencia (Valencia-Delegación), otra en Alicante y otra en Castellón, tal como se muestra en la figura 1. Además, la empresa se encuentra en un proceso de migración de

servicios de voz tradicionales a través de PBX a VOIP y por tanto alberga en estos momentos tanto teléfonos VOIP como teléfonos analógicos en las diferentes sedes, tal como se detalla a continuación.

La delegación de Alicante ha migrado completamente a VOIP y dispone de su propio CCME y las llamadas salientes a la PTT son encaminadas por datos hacia Valencia-Central.

Tanto en Valencia-Delegación como en Castellón, dado que había un gran despliegue de teléfonos analógicos, se ha pensado mantener su funcionalidad integrándose a través de la red de datos con tarjetas FXS. A su vez, se ha implantado la telefonía VOIP en estas delegaciones, pero registrando sus teléfonos en el CCME de Valencia-Central, por temas de gestión y coste.

Finalmente Valencia-Central dispone de teléfonos IP y de CCME. Además, para dar servicio a todas las llamadas analógicas entrantes y/o salientes de la empresa al exterior, tiene configurada una pasarela para acceder a los servicios públicos de la PTT, utilizando para ello tarjetas FXO.

En esta sección, repasaremos algunos conceptos teóricos necesarios para el desarrollo (paso 0) y a continuación configuraremos los routers por consola. El resto de parejas, bien pueden observar el proceso de configuración en la consola o bien pueden realizar Telnet al router si disponen conectividad IP con el router en cuestión, e ir ejecutando los comandos “show” que se especifican.

Paso 0: Ejercicio de comprensión lectora (este paso debe completarse antes de empezar el laboratorio)

De la introducción anterior, explique:

1.- La diferencia entre “Voz sobre IP” y “Telefonía IP”
.....

2.- Significado de las siglas:
FXO:
FXS:
PBX:

3.- La diferencia entre tarjetas FXO y FXS
.....

4.- Indique qué tarjeta genera 50 voltios para alimentar los teléfonos ¿FXO o FXS?
.....

5.- Explique qué problema puede aparecer si conecta una tarjeta FXS a la operadora (PTT o PBX).
.....

6.- ¿qué elemento de la arquitectura AVVID de Cisco equivale al Gatekeeper de H.323? ¿qué versión comercial del citado elemento se ejecuta en los routers?
.....

7.- Establezca las conexiones correctamente de la siguiente figura, de forma que los teléfonos analógicos se conecten tanto a la PBX y al router, así como el router pueda conectar a la PBX como pasarela de VOIP a la telefonía analógica. Indique con una flecha el sentido de dónde procede la alimentación de la telefonía analógica, así como el tipo de cable y conector utilizado.
.....



Figura 3: Ejercicio de conexiones de tarjetas FXO y FXS

8.- En el caso de tener 2 teléfonos en el mismo segmento pero registrados en un CCME ubicado en otro segmento, ¿la conversación se establece directamente entre los 2 teléfonos sin salir del segmento donde quedan ubicados? ¿Por qué?

.....
.....

Paso 1: Conexión de la maqueta o red de datos, sin cablear la parte de telefonía

Cablear la maqueta tal como se indica en la figura 1 sin cablear la parte de telefonía, utilizando los routers y conmutadores necesarios. Utilice los cables Ethernet directos así como los cables serie, teniendo en cuenta al conectarlos que Valencia-Central siempre es DCE. Destacar que el router de Alicante con Valencia-Central utiliza un cable Ethernet cruzado, formando una LAN punto a punto.

Si previamente ya estuviera cableada, asegúrese que está bien.

Paso 2: Configuración de todos los routers

La voz IP es un servicio de nivel de aplicación, por tanto previa a la configuración de este servicio deberemos de implementar una infraestructura de red con conectividad total IP. Para ello, vamos a realizar la siguiente asignación de IP por LAN, identificando la puerta por defecto y los rangos reservados, en cada sede tal como se indica en la tabla 1.

	LAN	Puerta por defecto de la LAN	IP Reservadas
Valencia-Central	10.0.1.0/24	10.0.1.1	10.0.1.1-10.0.1.10
Valencia-Delegación	10.0.2.0/24	10.0.2.1	10.0.2.1-10.0.2.10
Alicante	10.0.3.0/24	10.0.3.1	10.0.3.1-10.0.3.10
Castellón	10.0.4.0/24	10.0.4.1	10.0.4.1-10.0.4.10

Tabla 1: Asignación de IP por LAN y router

Las conexiones entre las delegaciones se realizarán bien por interfaces serie (para Castellón y Valencia Delegación) y por Ethernet (para Alicante) y la asignación de IP es como sigue en la tabla 2

Enlace	Tipo	Red				
VLC-Central-VLC Delegación	WAN (serie) Serial 0/0	192.168.2.0/24	Valencia Central (DCE)	192.168.2.1/24	VLC Delegación (DTE)	192.168.2.2/24
Vlc-Central-Alicante	LAN (cruzado) Fa0/1	192.168.3.0/24	Valencia Central	192.168.3.1/24	Alicante	192.168.3.2/24
VLC-Central-Castellón	WAN (serie) Serial 0/1	192.168.4.0/24	Valencia Central (DCE)	192.168.4.1/24	Castellón (DTE)	192.168.4.2/24

Tabla 2: Asignación de IP a los enlaces punto a punto

En base a la asignación de IP de la tabla 1, estudie y defina las rutas estáticas (incluidas rutas por defecto) necesarias para que exista conectividad entre todas las redes. Utilice la sintaxis siguiente:

"ip route red máscara siguiente-salto"

Ejemplo, para alcanzar desde Valencia-Central a Castellón, debo introducir en Valencia-Central la siguiente ruta estática:

"ip route 10.0.4.0 255.255.255.0 192.168.4.2"

Indica las rutas estáticas (incluidas las rutas por defecto) a definir en cada uno de los siguientes routers:

Alicante:

-
Castellón:

-
Valencia Delegación:

-
Valencia Central:

-
-

Importante: Confirmar con el profesor si las rutas estáticas son las adecuadas.

A continuación, vamos a configurar los routers por consola. El resto de parejas, bien pueden observar el proceso de configuración desde consola o bien pueden realizar Telnet al router si disponen conectividad IP con el router en cuestión, e ir ejecutando los comandos "show".

Para configurar los host y poder realizar Telnet a los routers de la maqueta, debemos conectar el host al commutador de una de las LANs de las sedes y asignar una IP reservada y ruta por defecto, según la tabla. Este paso no es necesario (preguntar al profesor) y si se hace en el entorno WINDOWS, al finalizar la práctica, el alumno tendrá que restablecer dicha configuración: obtención dinámica de IPs o DHCP).

En Windows basta con cambiar las propiedades de la red local del Host TCP-IP:

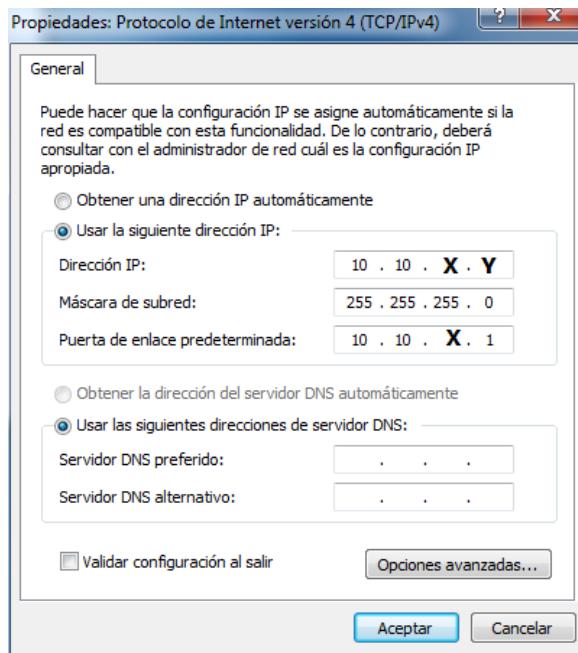


Figura 4: Cuadro de propiedades de la red local

En LINUX, la configuración en los hosts es²:

```
ifconfig eth0 inet 10.0.x.y netmask 255.255.255.0
route add default gw 10.0.x.1
```

Los pasos para configurar los routers son:

a.- utilizaremos la conexión de consola mediante el programa de emulación de terminal HyperTerminal en MS Windows (Programas->Accesorios->Comunicaciones->HyperTerminal) o “minicom” (comando ‘**minicom**’) en Linux, dependiendo del entorno operativo en el que trabajemos. La configuración del programa de emulación debe ser la siguiente:

- Velocidad 9600 bits/s
- Sin paridad
- 8 bits de datos
- bit de parada (8N1)
- Dispositivo de entrada: ttyS0 o COM1

b.- encender el router. Debe aparecer la secuencia de mensajes de arranque. Esto nos confirma que la comunicación por el puerto de consola es correcta.

c.- Una vez ha arrancado el router debe aparecer el prompt ‘Router>’; teclear el comando ‘**enable**’ para pasar a modo Privilegiado. En caso de que pida una password consultar al profesor.

d.- Ejecutar el comando “show ip interface brief” y tomar nota de los nombres asignados a las interfaces en cada modelo de router. El nombre de las interfaces depende del modelo y se utilizarán a continuación.

e.- Una vez en modo Privilegiado entraremos en modo Configuración Global para introducir la configuración que corresponde a cada router, siguiendo el siguiente modelo. Utilizad en cada router el nombre para identificar a las diferentes interfaces tal como se ha indicado anteriormente.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Alicante
Alicante(config)#no ip domain-lookup
Alicante (config)#interface fastethernet3 0/04
Alicante (config-if)#ip address 10.0.3.1 255.255.255.0
Alicante (config-if)#no shutdown
Alicante (config-if)#interface fastethernet 0/1
Alicante (config-if)#ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
Alicante (config-if)#no shutdown
Alicante (config-if)#exit
Alicante (config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.3.1
Alicante (config)#line vty 0 4
Alicante (config-line)#password cisco
```

Una vez hemos terminado la configuración, ejecutamos CTL-Z (o EXIT repetidas veces hasta salir de configuración)

```
Alicante (config-line)#CTRL/Z
```

² Si no funcionara el Telnet, desactivar el servicio DNS moviendo el fichero **/etc/resolv.conf** a otro nombre. Acuérdese después de restaurarlo. Si aún así tampoco funcionara, desactive el firewall, “**services iptables stop**”

³ Dependiendo del modelo del router, las interfaces se llamen **FastEthernet** o **Ethernet**

⁴ En los routers modulares la designación de interfaces es módulo/slot, por ejemplo 0/0, en los no modulares simplemente slot, por ejemplo 0

Destacar que para los enlaces serie, es necesario configurar “clock rate ?” y seleccionar una velocidad adecuada en los interfaces DCE (64000) , que según se indica en la tabla 2 son los interfaces serie de Valencia-Central.

Al haber configurado una password en el modo Configuración de Línea es posible acceder vía Telnet al router utilizando cualquiera de sus direcciones IP; sin embargo al no definir una password para acceso Privilegiado este sólo será posible desde la consola del router, con lo que evitaremos posibles interferencias por modificación de la configuración desde más de un ordenador.

Al finalizar la configuración de los routers debemos tener conectividad a nivel unicast en toda la red, cosa que comprobaremos haciendo ping a las diferentes interfaces de los routers. Como el ping utiliza la IP más próxima al router destino, la de la interfaz de salida, generalmente toma las IP de las interfaces serie, por ello, debemos ejecutar ping con opciones avanzadas (o ping extendido), de forma que el router tome como IP la de sus interfaces LAN, que es donde van a conectarse los teléfonos VOIP. Por tanto para comprobar la conectividad desde todas las redes, utilizaremos bien el **ping extendido** (en consola del router ejecutamos ping sin ningún argumento y vamos contestando lo que nos pide, entrando en opciones avanzadas y seleccionando IP origen las de las LAN asociadas).⁵

De todas formas, podemos usar el PING normal, lanzando PINGs a todas las interfaces LANs de la maqueta. Conviene hacer uso también de los comandos SHOW IP ROUTE (Tablas de enrutamiento) y de Show Interfaces (estado de las interfaces).

Por ejemplo, un error habitual es no conectar el router al conmutador (cable UTP no cruzado) en cuyo caso la interfaz FastEthernet 0/0 estará deshabilitada. Lo anterior es fácilmente observable mediante el comando Show Interfaces.

Si no tenemos conectividad completa deberemos hacer pruebas progresivas y revisar las conexiones y las configuraciones hasta determinar donde se encuentra el error y corregirlo, ya que mientras la conectividad unicast no sea perfecta será imposible que funcione la telefonía IP.

Paso 3: Plan de marcación e inventariado de teléfonos IP

Para poder ofrecer un servicio de voz compatible con la numeración E.164 de los servicios públicos, debemos realizar un plan de marcación especial para los teléfonos privados, tanto analógicos como VOIP. Para ello, tomaremos la siguiente regla:

todo número privado de la empresa tiene 4 dígitos, empezando siempre por 5 y continuando con 3 dígitos “YYY”, donde “X” indica la sede (1 Valencia-Central, 2 Valencia-Delegación, 3 Alicante y 4 Castellón) e “YY” indica el terminal dentro de cada sede. Además, en el caso de disponer de telefonía analógica privada, reservaremos de “YY”, la combinación “9Y” para dicha marcación, como es el caso de Valencia-Delegación y Castellón. Las llamadas al exterior de la empresa, deben ir precedidas de un 0 y 7 dígitos y son cursadas a través de Valencia-Central

Ejemplos:

- **5202** indica un número interno a la empresa, localizado en Valencia Delegación, siendo de allí el terminal número 2 de VOIP
- **5291** indica un número interno a la empresa, localizado en Valencia Delegación, asociado a un teléfono analógico privado
- **0 5556005** indica un número dirigido al exterior de la empresa y será cursado siempre por Valencia-Central (como podéis observar precedido por un cero).

Como resultado obtenemos la siguiente tabla 3.⁶, donde además del número privado, asociaremos a cada terminal VOIP un alias (nombre de la etiqueta pegada sobre el terminal, o en su defecto, preguntar al

⁵ En versión de IOS 12.3 se puede ejecutar directamente “ping source” de forma que nos permite directamente indicar la IP origen. Por ejemplo, desde Valencia-Central a Alicante: “ping 10.0.3.1 source 10.0.1.1”

⁶ El número de filas, dependerá de la cantidad de teléfonos conectados a la maqueta.

profesor), una MAC (ver número en la parte posterior del terminal), una IP que en principio desconocemos dado que vamos a configurar DHCP para realizar la asignación y la dirección IP del CCME donde van a registrarse. Estas 2 últimas columnas las rellenaremos en los pasos siguientes

Nombre (alias)	X	YY	MAC	IP	CCME (IP)
Valencia Central 1	5	1	01		
Valencia Central 2	5	1	02		
Valencia Delegación 1	5	2	01		
Valencia Delegación 2	5	2	02		
Valencia Delegación	5	2	9.	Analógicos	Analógicos
Alicante 1	5	3	01		
Alicante 2	5	3	02		
Castellón 1	5	4	01		
Castellón 2	5	4	02		
Castellón	5	4	9.	Analógicos	Analógicos

Tabla 3: Plan de marcación privado

Paso 4: Configuración del servicio DHCP en todos los routers

El objetivo de este paso es configurar los servidores DHCP en todos los routers, para que los terminales VOIP obtengan una IP y unos parámetros opcionales. Los parámetros opcionales del DHCP específicos para VOIP son la IP de un TFTP (que a su vez es el mismo CCME donde se van registrar) para que el teléfono VOIP pueda descargar su “firmware” según el modelo y configuración. Esto se especifica con un registro DHCP en el paquete UDP etiquetado con opción 150.

Según se especifica en el enunciado y en la figura 1, los CCME están ubicados en Valencia-Central y en Alicante. Además, Valencia-Central va a registrar a los teléfonos de Valencia-Delegación y Castellón. Tomaremos por convenio que la IP utilizada para cada CCME es la asignada a la propia interfaz LAN de los routers de Valencia-Central y Alicante. Con esta información, ya podemos llenar la última columna de la tabla 3.

Por tanto, la configuración necesaria para el DHCP es (particularizamos para el CCME de Alicante):

```
Alicante #configure terminal
Alicante (config)#service dhcp
```

Si existiera una configuración de DHCP residual en el router, se elimina con (config) #no service dhcp .

A continuación configuramos en cada router el nombre de conjunto de IP para gestionar por DHCP, por ejemplo en Alicante “**VOIP-pool-Alicante**” formado por la subred asignada a su LAN

```
Alicante (config)#ip dhcp pool VOIP-pool-Alicante
Alicante (dhcp-config)#network 10.0.3.0 255.255.255.0
```

Finalmente configuramos DHCP para que envíe a los clientes (en este caso teléfonos VOIP) la puerta de enlace predeterminada y la opción 150, con el siguiente comando:

```
Alicante (dhcp-config)#default-router 10.0.3.1
Alicante (dhcp-config)#option 150 ip 10.0.3.1
Alicante (dhcp-config)#exit
```

Como hemos dicho, la opción 150 suministrada por el DHCP permite a los teléfonos VOIP obtener la IP del CCME donde van a registrarse. Sin embargo, para el caso de Castellón y Valencia-Delegación que no disponen de CCME directo, tal como se muestra en la figura 1, configuraremos localmente el DHCP (es decir en Castellón y Valencia-Delegación) con la

opción 150 vinculada al CCME de Valencia Central, en este caso la IP de la LAN de Valencia Central. Tened en cuenta que el comando default-router tiene que corresponderse con la dirección ip de Castellón y de Valencia Delegación.

Para no entrar en conflicto con duplicación de IP de los dispositivos de red (servidores, routers, ...) en la asignación DHCP, debemos excluir las IP reservadas tal como se especifica en la tabla 1. Vamos a excluir desde 10.0.3.1 hasta 10.0.3.10 para equipos de red desde modo global de configuración:

```
Alicante (config)#ip dhcp excluded-address 10.0.3.1 10.0.3.10
```

Una vez realizada la configuración, hacemos CTL-Z (o EXIT repetidas veces hasta salir de configuración). Como los teléfonos VOIP no están conectados todavía, no podemos averiguar la asignación de IP, debemos esperar hasta que lleguemos al paso donde se conectan.

Comprobar la configuración con “**show run**”.

Paso 5: Configuración del servicio de telefonía en el CCME en Valencia-Central y Alicante

Para configurar el servicio de CCME, dentro del modo de configuración de los routers debemos de ejecutar el comando “**telephony-service setup**” para que nos pida de forma automática la configuración del CCME, tal como se muestra a continuación.

Para poder interpretar la configuración del CCME y las preguntas que se formulan desde “**telephony-service setup**” debemos saber algunos conceptos previos:

- **dual-line** es una opción para llamadas en espera
- **DID (Direct-Inward Dial)**: deriva llamada entrante de RDSI a un terminal VOIP. Por ejemplo esto puede ser utilizado para que un secretari@ atendiera todas las llamadas entrantes RDSI o también para que algunas extensiones privadas, tuvieran mapeado directamente un número E.164 externo.
- **forward call**: opción para reenvío de llamadas
- **dn**: directory number o número de extensiones (teléfonos virtuales o números de directorio) gestionables desde CCME
- **cnf** : son extensiones de archivos de configuración de teléfonos

Dicho esto, pasemos a ejecutar desde modo de configuración en los CCME, es decir en Alicante y en Valencia Central, teniendo en cuenta que:

- *no configuraremos el DHCP, pues lo hemos realizado en el paso anterior*
- *asignaremos al CCME la dirección IP de su interfaz LAN (10.0.1.1 en Valencia Central y 10.0.3.1 en Alicante).*
- *fijaremos el puerto para el SCCP, el que viene por defecto, puerto 2000*
- *el número de dn o extensiones a configurar son 5 en Alicante y 15 en Valencia-Central*
- *configuraremos dual-lines para llamadas en espera*
- *los tonos e idioma utilizados en español*
- *el primer número de extensión para asignar a los teléfonos VOIP, tanto para Valencia Central como Alicante, debemos consultar el plan de marcación (5101 en Valencia Central y 5301 en Alicante).*
- *no configurar el DID*
- *no configuraremos reenvío de llamadas*

Si hubiera una configuración preliminar del CCME, se borraría simplemente con
 (config)# **no telephony-service setup**

Pasemos a ver a continuación la configuración del CCME Valencia Central:

```
Vlc-central (config)#telephony-service setup
--- Cisco IOS Telephony Services Setup ---
```

```

Do you want to setup DHCP service for your IP Phones? [yes/no] : no7
Do you want to start telephony-service setup? [yes/no] : yes
Configuring Cisco IOS Telephony Services :
Enter the IP source address for Cisco IOS Telephony Services :10.0.1.1
Enter the Skinny Port for Cisco IOS Telephony Services : [2000] :
How many IP phones do you want to configure : [0] : 15
Do you want dual-line extensions assigned to phones? [yes/no] : yes
What Language do you want on IP phones :
    0 United States
    1 France
...
    4 Spain
...
[0] : 4
Which Call Progress tone set do you want on IP phones :
    0 United States
    1 France
...
    4 Spain
...
[0] : 4
What is the first extension number you want to configure : [0] : 5101
Do you have Direct-Inward-Dial service for all your phones? [yes/no] : no
Do you want to forward calls to a voice message service? [yes/no] : no
Do you wish to change any of the above information? [yes/no] : no

```

Otras opciones de configuración serían o bien introducir comando a comando o bien utilizar el entorno web que dispone. De todas formas, con un modo de configuración o con otro, más tarde podremos editar modificar la configuración manualmente para adaptarla a nuestras necesidades reales.

Finalizada dicha configuración, hacemos CTL-Z (o EXIT repetidas veces hasta salir de configuración).

Veamos el resultado tanto en Valencia-Central como en Alicante:

- show run
- show telephony-service

Observa las salidas de los comandos anteriores relacionadas con los teléfonos VOIP, de la forma “ephone-dn x dual-line” y “ephone x”, con los siguientes comandos, en particular para Valencia-Central:

```

ephone-dn 1 dual-line
    number 5101
!
ephone 1

```

Lo que acaba de configurar el CCME son una serie de teléfonos virtuales (dn, o números de directorio), tantos como indicados en la configuración, que los irá asociando el CCME a MAC, según el orden de registro de los diferentes terminales. Por tanto, el orden de los teléfonos virtuales es algo particular del CCME y transparente a los terminales.

En este caso, observamos que para el terminal virtual 1 de Valencia-Central, se le asocia la extensión 5101. Esta configuración será completada y ajustada en el paso siguiente, a medida que los teléfonos se vayan registrando.

De momento, no hay teléfonos registrados todavía.

Paso 6: Configuración de los teléfonos VOIP según el plan de marcación previsto y realización de llamadas en VOIP (Escenario Digital-Digital)

Una vez configurado los CCME, vamos a alimentar los teléfonos.

⁷ El servicio DHCP ya se configuró anteriormente.

Ahora, la conexión de teléfonos al switch lo vamos a realizar de forma ordenada utilizando un cable directo del teléfono al switch, con el siguiente orden:

- 1.- En primer lugar conectaremos los teléfonos de Valencia Central y Alicante a sus switches respectivos.
- 2.- Cuando los teléfonos anteriores ya estén registrados, conectaremos los teléfonos de Valencia Delegación al switch respectivo.
- 3.- Cuando los teléfonos anteriores ya estén registrados, conectaremos los teléfonos de Castellón.

En cada teléfono veremos que toman IP de su DHCP local y con la opción 150 buscan a su CCME para registrarse. El registro en el CCME, como no hemos configurado nada es por orden de llegadas, modo por defecto y por tanto, los diferentes “dial-number dn” irán registrando las MAC de los teléfonos. Una vez registrados veremos que el CCME les asigna una extensión. En consola de los CCME aparecerá mensajes de este tipo:

```
%!IPPHONE-6-REGISTER_NEW:ephone-2:SEP001193508835 IP:10.0.1.11 Socket:2
DeviceType:Phone has registered.
```

De esta forma automática, en Valencia Central nos encontramos que los teléfonos de Valencia-Delegación y/o Castellón tendrán rango 51.. pues con este rango abarcamos desde 5100 hasta 5199, y como los “dn” configurados en el CCME han sido 15 en Valencia-Central, habremos asignados del 5100 hasta el 5114, según orden de llegada, entre las diferentes sedes.

Una vez los teléfonos registrados, aparecerá en configuración de los CCME, una configuración como esta (Ojo: la MAC puede ser distinta):

```
Vlc-central(config)#ephone-dn 1 dual-line
Vlc-central(config-ephone-dn)# number 5101

Vlc-central(config)#ephone 1
Vlc-central(config-ephone)# mac-address 0011.9350.8835
Vlc-central(config-ephone)# type 7940
Vlc-central(config-ephone)# button 1:1
```

En este caso, el “ephone 1” o terminal número 1 de Valencia-Central, con MAC 0011.9350.8835 y modelo 7940, se le asignó la extensión 5101. El comando “button” permite una marcación rápida de extensiones, pero en esta práctica no lo vamos a utilizar.

Pero como vemos, esto no cumple el plan de marcación introducido y por tanto vamos a modificar dicha configuración, para que en Valencia Delegación y Castellón utilicen el rango que les corresponde.

Para asignar correctamente las extensiones y los nombres de los terminales modificaremos la configuración. Para modificar la configuración, tenemos que detectar el número “ephone-dn” asignado a la MAC de cada teléfono. Por ejemplo, para modificar la configuración del teléfono Castellón 2 con MAC 0011.BB24.9bfd, compruebo en el CCME de Valencia Central, la MAC 0011.BB24.9bfd con qué “ephone-dn” se ha registrado, por ejemplo, si fuera el “ephone-dn 6” tendría que realizar la siguiente configuración (lo que está marcado con negrita) y así para el resto de terminales, para que queden correctamente configurados:

```
Vlc-central(config)#ephone-dn 6 dual-line
Vlc-central(config-ephone-dn)# number 5402
Vlc-central(config-ephone-dn)# name Castellon2
Vlc-central(config-ephone-dn)# label Castellon2

Vlc-central(config)#ephone 6
Vlc-central(config-ephone)# mac-address 0011.BB24.9bfd
Vlc-central(config-ephone)# type 7940
Vlc-central(config-ephone)# button 1:1
```

De nuevo tener en cuenta que probablemente las MACs serán distintas a las de los teléfonos que estáis manejando.

Una vez modificado el plan de marcación en el CCME, podemos reinicializar a los terminales VOIP para que vuelvan a registrarse y comprobar que ahora el plan de marcación es correcto. Los teléfonos pueden reinicializarse desconectando su alimentación o bien introduciéndoles por teclado * * # * todo seguido y a continuación el terminal VOIP nos preguntará si queremos inicializarlo.

Si el terminal VOIP se encuentra bloqueado, para desbloquearlo utilizamos la secuencia por teclado * * #

Ahora ya podemos ver las IP asignadas a cada teléfono VOIP y con ello completar la tabla 3, haciendo las siguientes consultas en cada uno de los routers

- show ip dhcp binding
- show ip dhcp server statistics

Podemos ejecutar ahora en los CCME para ver todos los teléfonos registrados: “**show ephone**”

:Una vez registrados los teléfonos, ya podemos realizar llamadas a las diferentes extensiones localmente, es decir dentro de la misma zona del CCME, sin embargo no podemos realizar llamadas a los teléfonos registrados en otro CCME!

Si no fuera así, es porque habrá una configuración residual que se detalla en el paso siguiente.

Paso 7: Identificación de zonas en los CCME para intercambio de llamadas entre los CCME de Valencia-Central y Alicante (Escenario Digital-Digital)

Para poder desviar las llamadas a los diferentes CCME, deberemos configurar los CCME explícitamente para que sean conscientes de la localización de otros CCME. Esto se debe realizar de forma manual.

Por tanto, en el CCME de Valencia-Central, debemos introducir la siguiente configuración (que se explica a reglón seguido) para desviar las llamadas propias de Alicante 53YY

```
Vlc-central (config) #dial-peer voice 10 voip
Vlc-central (config-dial-peer) # destination-pattern 53..
Vlc-central (config-dial-peer) # session target ipv4:10.0.0.3.1
Vlc-central (config-dial-peer) # exit
```

y en el CCME de Alicante:

```
Alicante (config) #dial-peer voice 10 voip
Alicante (config-dial-peer) # destination-pattern T
Alicante (config-dial-peer) # session target ipv4:10.0.0.1.1
Alicante (config-dial-peer) # exit
```

Con estas configuraciones indicamos que los vecinos de marcación o iguales de marcación (dial-peer) a través de VOIP (digital), con el plan marcación especificado (destination-pattern expresión-regular⁸), desvíe la llamada al CCME correspondiente (session target ipv4:). Cabe destacar, que en este encaminamiento de llamadas, la señalización realizada entre los CCME no es SCCP si no H.323, concretamente H.225.

En este caso particular, Valencia-Central desviará todas las llamadas con prefijo 53.⁹ al CCME de Alicante y por su parte, Alicante desviará todas las llamadas (destination-pattern T¹⁰) a Valencia-Central.

Una vez realizada esta configuración, podemos comprobar que todos los teléfonos VOIP se pueden llamar entre sí, incluso si se han registrado en diferente CCME.

⁸ Las expresiones regulares en “destination-pattern” incluyen los siguientes caracteres ^[][^0-9,A-F#*.?+%()]*T?(\$)?\$

⁹ “.” es comodín de un dígito en el plan de marcación dentro del comando “destination-pattern”

¹⁰ “T” es comodín de cualquier extensión en el plan de marcación dentro del comando “destination-pattern”, independientemente del número de dígitos utilizados. Esta opción puede conllevar un retraso, para detectar cuando la marcación se haya terminado

Comentar, que dentro de cada zona gestionada por cada CCME, no hay problema en localizar los teléfonos, dado que el propio CCME los tiene registrados localmente. Es por ello, que con la configuración anterior, cuando realizamos las llamadas desde Alicante con destino a Valencia-Delegación o Castellón, el propio CCME de Valencia-Central, responde por dichas extensiones, dado que Valencia-Delegación y Castellón se han registrado en el CCME de Valencia-Central.

LLEGADOS A ESTE PUNTO, CONVIENE SALVAR LA CONFIGURACION, QUE AL FINALIZAR LA PRÁCTICA HABRÁ QUE BORRAR. EL COMANDO ES: COPY RUN START en modo privilegiado.

Paso 8: Conexión de los teléfonos analógicos privados a las tarjetas FXS de Valencia-Delegación y Castellón.

(Escenario Digital-Analógico y/o Analógico-Digital)

Una vez los servicios VOIP funcionan, vamos a integrar la telefonía analógica privada de la empresa. Para ello, haremos uso de las tarjetas FXS instaladas en las sedes que mantienen teléfonos analógicos privados, concretamente Valencia-Delegación y Castellón. Para la conexión de los teléfonos, vamos a utilizar cable de 4 hilos o cable telefónico. Este cable se diferencia de los cables de red, tanto por el número de hilos como por el conector RJ-11, que es equivalente al RJ-45 pero para 4 hilos.

Como hemos comentado en la introducción, este paso requiere configuración manual dado que las tarjetas de voz, tanto FXO como FXS no se registran en el CCME, dado que no implementan SCCP.

En este paso vamos a configurar las tarjetas FXS en Valencia-Delegación y Castellón. Para ello, utilizaremos los comandos “voice port” y “dial peer”. Estos comandos permiten la configuración de las interfaces de voz (tarjetas FXS o FXO), el primero en su aspecto físico (tipo de tono, cancelación de eco, atenuación, ...) y el segundo en su aspecto lógico.

Antes de realizar ninguna configuración, vamos a ver que los routers de Valencia-Delegación y Castellón han detectado las tarjetas de voz FXS y en su configuración han incorporado una configuración por defecto. Para realizar estas comprobaciones utilizamos los comandos:

- show run
- show version
- show voice port summary

Tras la ejecución del comando anterior en los routers, identifica los diferentes puertos de voz disponibles para cada equipo: nombre asignado, localización, ...

Sede\tipo de puerto de voz	Voice-port
Valencia Delegación	- -
Castellón	- -

Tabla 4: Identificación de puertos de voz en las tarjetas FXS

A nivel lógico, vemos que existen dos tipos diferentes de interfaces de voz POTS (Plain Old Telephony Service) y VOIP, que podemos configurar a través de los comandos “dial-peer”, es decir configuración de un vecino de marcación o iguales de marcación. Los “dial-peer” son bidireccionales, es decir se utilizan tanto para llamadas entrantes como salientes. Las características asociadas a cada uno de ellos son:

- POTS: vecino de telefonía tradicional o analógica, al cual configuraremos el identificativo E.164 (número E.164 asociado al teléfono) utilizando para ello el comando “destination-pattern” y puerto físico al que se vincula, es decir donde está conectado en el router (módulo/slot), utilizando para ello el comando “port”. Los POTS pueden estar asociados tanto a tarjetas FXS, en cuyo caso el destino asociado es el propio número del teléfono directamente conectado y para tarjetas FXO, donde el destino asociado es todo el rango de marcación accesible por dicho puerto.

- VOIP (Voice over IP): vecino de telefonía sobre IP, el cual configuraremos con un identificativo E.164 (número E.164 asociado al teléfono) utilizando para ello el comando “destination-pattern” y la dirección IP de la entidad que va a atender/gestionar dicha llamada, utilizando para ello el comando “session target ipv4:”. El mecanismo utilizado para transferir la llamada y su señalización no es SCCP, si no H.225.

Por tanto, lo primero a configurar en los routers de Valencia-Delegación y Castellón son los “voice port” de las tarjetas FXS y que corresponde con los aspectos físicos de la línea telefónica. Además, dado dichos routers van a actuar como pasarelas, debemos introducir el comando “gateway”, para que permitan la introducción de estos comandos. Para el caso de Castellón, un ejemplo de esta configuración es:

```

Castellón #configure terminal
Castellón (config)#gateway
Castellón (config-gateway)#exit

Castellón (config)#voice-port 2/0
Castellón (config-voice)# output attenuation 14
Castellón (config-voice)# echo-cancel coverage 32
Castellón (config-voice)# cptone ES
Castellón (config-voice)# no shutdown
Castellón (config-voice)# exit

Castellón (config)#voice-port 2/1
Castellón (config-voice)# output attenuation 14
Castellón (config-voice)# echo-cancel coverage 32
Castellón (config-voice)# cptone ES
Castellón (config-voice)# no shutdown
Castellón (config-voice)# exit

```

Uno de los inconvenientes de CCME, es que llamadas no originadas en SCCP (como es el caso de las llamadas realizadas “voip” por vecinos de marcación), no se reencaminan dado que se basan en H.225, por tanto para las líneas analógicas, hay que realizar una distribución de llamadas manual. Para ello, hay que tener en cuenta que para configurar la parte lógica que:

- Los teléfonos registrados en el CCME, actúan como si estuvieran directamente conectados al CCME.
- Las extensiones de los números conectados según el plan de marcación de la tabla 3, son para el caso de Valencia-Delegación “529.” y para Castellón “549.” donde “.” indica un comodín de un dígito.
- Las llamadas analógicas-privadas de Valencia-Delegación y Castellón, dirigidas a una extensión no gestionada por el CCME de Valencia-Central, no va a ser reencaminada y por tanto debemos de realizar explícitamente la distribución manual

Por ello, la configuración a introducir por ejemplo en Castellón para dos teléfonos analógicos privados que tiene conectados a través de las tarjetas FXS (con marcación 5491 y 5492) es:

```

Castellón (config)#dial-peer voice 10 pots
Castellón (config-dial-peer)# destination-pattern 5491
Castellón (config-dial-peer)# port 2/0
Castellón (config-dial-peer)# exit

Castellón (config)#dial-peer voice 20 pots
Castellón (config-dial-peer)# destination-pattern 5492
Castellón (config-dial-peer)# port 2/1
Castellón (config-dial-peer)# exit

Castellón (config)#dial-peer voice 30 voip
Castellón (config-dial-peer)# destination-pattern 529.
Castellón (config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.2.1
Castellón (config-dial-peer)# exit

Castellón (config)#dial-peer voice 40 voip
Castellón (config-dial-peer)# destination-pattern 53..
Castellón (config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.3.1
Castellón (config-dial-peer)# exit

```

```

Castellon (config)#dial-peer voice 50 voip
Castellon (config-dial-peer)# destination-pattern T
Castellon (config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.1.1
Castellon (config-dial-peer)# exit

```

Con ello, lo que hemos configurado es:

- dial-peer voice 10 pots y dial-peer voice 20 pots configuramos las extensiones de las interfaces analógicas privadas (POTS) directamente conectadas a las tarjetas FXS
- dial-peer voice 30, 40 y 50 voip, configuramos las llamadas digitalizadas destino a Valencia-Delegación, Alicante y al resto del mundo por el CCME de Valencia-Central

Para Valencia-delegación, la configuración será equivalente que para Castellón, salvo que las extensiones de los POTS serán **5291** y **5292** con los puertos correspondientes y que el “dial-peer voice 30” para **549**. será por Castellón.

En este caso, tanto en Valencia-Delegación como en Castellón, podemos comprobar que para una misma marcación, puede haber varios vecinos de marcación que cumplan la condición. En este caso, el proceso de selección que realiza el router, es buscar aquel más específico. Por esta razón, la condición “**destination-pattern T**” será la última opción a considerar. Comentar que el orden (10, 20, 30, ...) de introducción de los vecinos de marcación es irrelevante en el proceso de llamadas.

Comentar que el “dial-peer voice 30” para alcanzar los terminales analógicos, es necesario porque si dirigimos la llamada al CCME de Valencia-Central, al tratarse de una llamadas no nativa en SCCP, como hemos comentado anteriormente, el CCME no la reencamina. De igual forma que hace cuando la llamada va dirigida a Alicante, dado que la llamada no es originada en SCCP, el CCME de Valencia-Central no va a reencaminar la llamada y necesitará del “dial-peer voice 40” para cursarla.

Por otro lado, dado que dichos teléfonos analógicos privados no han sido registrados en el CCME de Valencia-Central, para que las llamadas puedan cursarse desde Valencia-Central, debemos configurar en Valencia-Central

```

Vlc-central(config)#dial-peer voice 20 voip
Vlc-central(config-dial-peer)# destination-pattern 529.
Vlc-central(config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.2.1

Vlc-central(config)#dial-peer voice 30 voip
Vlc-central(config-dial-peer)# destination-pattern 549.
Vlc-central(config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.4.1

```

Finalmente en Alicante, dado que las llamadas no se reencaminan en el CCME de Valencia-Central, debemos configurar:

```

Alicante(config)#dial-peer voice 20 voip
Alicante (config-dial-peer)# destination-pattern 529.
Alicante (config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.2.1

Alicante(config)#dial-peer voice 30 voip
Alicante (config-dial-peer)# destination-pattern 549.
Alicante (config-dial-peer)# session target ipv4:10.0.4.1

```

Paso 9: Integración de la telefonía analógica en Valencia-Central utilizando tarjetas FXO (Escenario Analógico-Analógico, Digital-Analógico y Analógico-Digital)

En este paso vamos a integrar la telefonía analógica pública que vamos a emular a través de un emulador de conexiones serie, que hemos utilizado en prácticas anteriores. Concretamente se trata del **emulador WAN Adtran modelo Atlas 550** que es un equipo que emula conexiones asíncronas como líneas analógicas y líneas RDSI (con interfaces básicos y primarios), así como líneas síncronas para conexiones Frame Relay. Todos estos servicios se ofrecen a través de diferentes módulos, tal como se especifica en la figura 3.

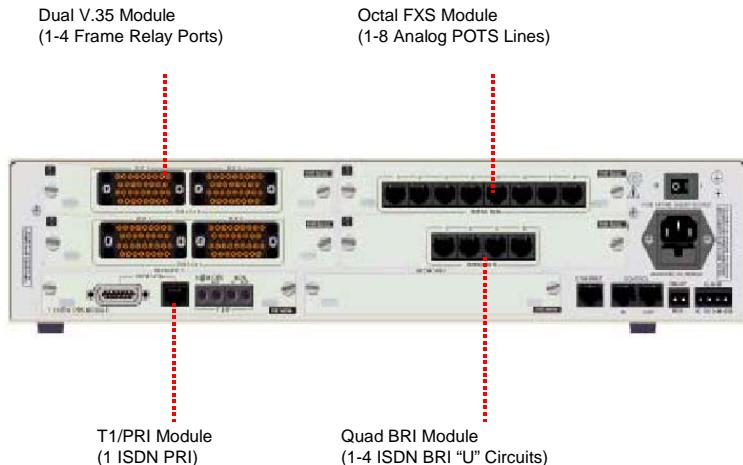


Figura 5: Emulador de Conexiones WAN Adtran Atlas 550

El uso que vamos a realizar del emulador es para emular a la PTT. Para ello, debemos de saber el plan de marcación E.164 que dispone en cada uno de los puertos analógicos:

Puerto	Número asociado
1	555 6001
2	555 6002
3	555 6003
4	555 6004
5	555 6005
6	555 6006
7	555 6007
8	555 6008

Tabla 5: Numeración E.164 de los puertos analógicos del Adtran Atlas 550

Podemos comprobar el funcionamiento del emulador si conectamos en los puertos dos teléfonos analógicos.

Siguiendo la figura 1, observad que sólo Valencia-Central tiene conexiones analógicas o conexiones directas a la PTT utilizando las tarjetas FXO, que serán utilizadas por todas las delegaciones como salida al exterior, en dirección a las PTT. Para la conexión de las tarjetas FXO al emulador vamos a utilizar cable de 4 hilos o cable telefónico, de forma que conectaremos, los siguientes puertos FXO (módulo/slot/puerto) con los siguientes puertos del emulador. Es importante que se siga la misma disposición que la indicada en la tabla.

Puerto VLC-Central	Puerto (número)
1/0/0	1(555 6001)
1/0/1	2(555 6002)
1/1/0	3 (555 6003)
1/1/1	4 (555 6004)

Tabla 6: Conexión de las tarjetas FXO de Valencia-Central al emulador

En el resto de puertos libres del emulador WAN, conectaremos teléfonos analógicos, es decir a partir del puerto 5 del emulador.

Antes de realizar ninguna configuración, vamos a ver en Valencia-Central las tarjetas de voz y la configuración por defecto para ellas, utilizando para ello:

- show run
- show voice port summary

Para el caso de Valencia-Central y para los 4 puertos de voz que dispone asociados a las 2 tarjetas FXO, analógicos y no de RDSI, la configuración se ha de realizar igual que en el paso anterior con las tarjetas

FXS, exceptuando el último comando (**#cptone ES**), que no es necesario, dado que las tarjetas FXO no emiten tono, pues conectan directamente a una PBX o PTT.

Además, dado que las tarjetas FXO van a recibir llamadas analógicas entrantes con señalización dentro de banda¹¹ y dado que el número destino llamado tiene formato E.164, es necesario traducir a número interno o extensión interna de la empresa a la cual dirigir la llamada. Este desvío o asignación de llamadas entrantes analógicas a extensiones privadas lo haremos según la siguiente tabla:

Número llamado (E.164)	Delegación	Desvío a extensión
555 6001	Valencia-Central	5101
555 6002	Valencia-Delegación	5201
555 6003	Alicante	5301
555 6004	Castellón	5401

Tabla 7: Asignación de desvíos para llamadas analógicas entrantes a extensiones internas privadas

Este desvío, al identificarse la llamada dentro de banda, no es posible realizarlo de forma lógica y por tanto ha de configurarse en la parte física del puerto de voz (voice-port), lo cual se realizar con el comando **#connection plar opx**¹² número-de-desvío. La opción opx (off-premise) exige que la extensión a la que se desvía esté libre, en caso contrario rechazará la llamada.

Comentar, que si las llamadas entrantes fueran a través de interfaces de voz RDSI, que no es el caso de esta práctica, al ser la señalización dentro de banda, deberíamos configurar entonces la parte lógica de “dial-peer” asociada con la opción “direct-inward-dial”, tal como se ha comentado en pasos anteriores. Esta opción, iría a su vez acompañada del comando “num exp n°E.164 extensión” en modo de configuración global donde indicaría por defecto según el número llamado (n°E.164), un número de desvío asociado, generalmente al secretari@ de la empresa (extensión).

Por tanto, en Valencia-Central para configurar las tarjetas FXO (lo cual requerirá actuar como pasarela con comando “gateway”) y al tratarse de señalización fuera de banda, la configuración es:

```
Vlc-Central #configure terminal
Vlc-Central (config)#gateway
Vlc-Central (config-gateway)#exit

Vlc-Central (config)#voice-port 1/0/0
Vlc-Central (config-voiceport)# output attenuation 14
Vlc-Central (config-voiceport)# echo-cancel coverage 32
Vlc-Central (config-voiceport)# connection plar opx 5101
Vlc-Central (config-voiceport)# no shutdown
Vlc-Central (config-voiceport)# exit

Vlc-Central (config)#voice-port 1/0/1
Vlc-Central (config-voiceport)# output attenuation 14
Vlc-Central (config-voiceport)# echo-cancel coverage 32
Vlc-Central (config-voiceport)# connection plar opx 5201
Vlc-Central (config-voiceport)# no shutdown
Vlc-Central (config-voiceport)# exit

Vlc-Central (config)#voice-port 1/1/0
Vlc-Central (config-voiceport)# output attenuation 14
Vlc-Central (config-voiceport)# echo-cancel coverage 32
Vlc-Central (config-voiceport)# connection plar opx 5301
Vlc-Central (config-voiceport)# no shutdown
Vlc-Central (config-voiceport)# exit

Vlc-Central (config)#voice-port 1/1/1
Vlc-Central (config-voiceport)# output attenuation 14
Vlc-Central (config-voiceport)# echo-cancel coverage 32
Vlc-Central (config-voiceport)# connection plar opx 5401
```

¹¹ La señalización dentro de banda consiste en realizar el proceso de identificación de la llamada, una vez la llamada se ha establecido, a diferencia de la “señalización fuera de banda” como pueda ser la RDSI, donde por un canal de señalización reservado, canal D, se identifican las llamadas.

¹² PLAR Private Line Auto Ringdown Off-premise

```
Vlc-Central (config-voiceport)# no shutdown
Vlc-Central (config-voiceport)# exit
```

De forma que las llamadas entrantes por puerto 1/0/0 en Valencia-Central, van a ir dirigidas a la extensión **5101** y en los puertos 1/0/1, 1/1/0 y 1/1/1 en cada caso, van dirigidas a a **5201** (Valencia-Delegación) **5301** (Alicante) y **5401** (Castellón) respectivamente. Fijaros que lo que acabamos de hacer es el reflejo de las tablas 6 y 7.

Una vez configurado la parte física, ahora configuraremos los “*dial peer*”, que son la parte lógica asociada. En este caso sólo debemos configurar para llamadas salientes, dado que para llamadas entrantes se ha configurado físicamente en el propio puerto de voz.

Para las llamadas salientes a la PTT, además vamos a fijar las siguientes restricciones:

- las llamadas salientes a la PTT deben siempre de ir precedidas por un 0 seguido de los dígitos asignados en el plan de marcación de la PTT, en este caso particular, por ejemplo 555 6005 son 7 dígitos, por tanto el *destination-pattern* será **0.....**, es decir un 0 con 7 “.” seguidos.
- vamos a establecer un orden de preferencias, para utilizar los diferentes puertos en el caso de llamadas simultáneas, utilizando el comando “*preference valor*”, donde menor *valor* varía de 0 a 10, siendo 0 la mayor preferencia.

```
Vlc-Central (config)#dial-peer voice 40 pots
Vlc-Central (config-dial-peer)# destination-pattern 0.....
Vlc-Central (config-dial-peer)# preference 0
Vlc-Central (config-dial-peer)# port 1/0/0
Vlc-Central (config-dial-peer)# exit

Vlc-Central (config)#dial-peer voice 50 pots
Vlc-Central (config-dial-peer)# destination-pattern 0.....
Vlc-Central (config-dial-peer)# preference 1
Vlc-Central (config-dial-peer)# port 1/0/1
Vlc-Central (config-dial-peer)# exit

Vlc-Central (config)#dial-peer voice 60 pots
Vlc-Central (config-dial-peer)# destination-pattern 0.....
Vlc-Central (config-dial-peer)# preference 2
Vlc-Central (config-dial-peer)# port 1/1/0
Vlc-Central (config-dial-peer)# exit

Vlc-Central (config)#dial-peer voice 70 pots
Vlc-Central (config-dial-peer)# destination-pattern 0.....
Vlc-Central (config-dial-peer)# preference 3
Vlc-Central (config-dial-peer)# port 1/1/1
Vlc-Central (config-dial-peer)# exit
```

Comprobemos ahora todas las llamadas, entre los diferentes teléfonos de forma indiferente para comprobar la conectividad.

Comprobación de llamadas entrantes: Si hemos conectado un teléfono por ejemplo en el puerto 5 del emulador WAN, con numeración 555 6005, podemos llamar en primer lugar a los números 555 6001, 555 6002, 555 6003 y 555 6004. (Internamente se realizará la correspondencia con las extensiones que teníamos al principio, según las tablas 6 y 7.)

Comprobación de llamadas salientes: A continuación, desde cualquier teléfono de la empresa, tanto VOIP como analógico podemos realizar llamadas a 0 555 6005, el teléfono que se conecta en el puerto 5 del emulador. Fijaros que se ha añadido un 0 al número asociado al puerto 5 que aparece en la tabla 5. Recordar el paso anterior: “*destination-pattern* será **0.....**, es decir un 0 con 7 “.” seguidos.“

Paso 10: Comprobaciones

Una vez tenemos toda la práctica completa con el plan de marcación implementado, podemos router a router y comprobar los siguientes comandos

- show voice port summary
- show dial-peer voice summary

Paso 11: Final

En este paso vamos a dejar las cosas tal como estaban al principio. **ES MUY IMPORTANTE REALIZAR ESTOS 3 PASOS:**

1. Si hemos guardado la configuración tal y como se indicaba al final del paso 7, deberemos ejecutar ERASE START en modo privilegiado. Un RELOAD bastará para comprobar que al re-arrancar ya no existe ninguna configuración guardada.
2. Si hemos cambiado la configuración de los hosts en el entorno WINDOWS, habrá que restablecerla para que cada host obtenga su IP dinámicamente.
3. Si el cable de red del host (ordenador) lo hemos desconectado de la mesa, deberemos volver a conectarlo.
4. Además, se deben guardar el resto de cables y equipos utilizados, de la forma más recogida y ordenada posible.