

# IMPLEMENTACION DE SS7 EN UNA RED CISCO INTERCONECTADA A UNA PSTN

Erika Jara <sup>(1)</sup>; César Rodríguez <sup>(2)</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral

Apartado 09015863. Guayaquil, Ecuador

[ejara@espol.edu.ec](mailto:ejara@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>; [cesarodr88@espol.edu.ec](mailto:cesarodr88@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>

Febrero del 2013 – Febrero del 2014

Guayaquil-Ecuador

Director de Tesis Ing. Washington Medina [wmedina@espol.edu.ec](mailto:wmedina@espol.edu.ec) <sup>(3)</sup>

## Resumen

*Este proyecto consiste en la implementación de los protocolos IAX, SIP, SCCP en una red CISCO que se interconectará con una Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) utilizando el protocolo de señalización número 7.*

*Necesitaremos un servidor de comunicaciones unificadas llamado ELASTIX, el cual trabaja con el sistema operativo CENTOS; también; utilizaremos equipamientos CISCO, entre ellos estarán los Linksys SPA 3102 que trabajan como Gateway de voz, el router C881-SRST en el cual conectaremos todos los dispositivos para que trabajen con la red de empresa.*

*En las pruebas se realizarán llamadas para verificar el comportamiento de cada uno de los protocolos, esto lo podremos testear mediante un [analyzer de protocolos](#) llamado WIRESHARK cuya funcionalidad es proveer un análisis completo gracias a la interfaz gráfica que posee.*

*Mostraremos ciertas características del CISCO PGW 2200, el cual es un Gateway de voz en donde se puede configurar la señalización SS7 y se utiliza para interconectar centrales telefónicas con redes IP.*

*En conclusión con las pruebas realizadas demostraremos que las llamadas se pueden conectar y analizar, a través de los diferentes protocolos antes mencionados.*

**Palabras Claves:** Elastix, Señalización, Cisco,

## Abstract

*This project consists on the implementation of protocols IAX, SIP, SCCP within a CISCO network that shall be interconnected with a public switched telephone network (PSTN) using the signaling protocol number 7.*

*We need a unified communication server called ELASTIX, which works with the operating system "CENTOS"; also; we are going to use CISCO equipment, such as, Linksys SPA 3102, which works as voice Gateways, all our devices will be connected to the router C881-SRST in order to work with an internal company network.*

*During the testing period, we will make calls to verify the performance of each protocol. These calls will be tested with the protocol analyzer named WIRESHARK, whose functionality is to provide a complete analysis by a graphical interface.*

*Also we will show many characteristics of the CISCO PGW 2200, which is a Voice Gateways where you can configure the SS7 signaling used to interconnect a central telephone with IP networks.*

*With the test outcomes we will demonstrate that the calls will be connected and analyzed through the mentioned protocols.*

**Keywords:** Elastix, Signaling, Cisco,

## 1. Introducción

La tesina fue realizada con la finalidad de implementar el Sistema de señalización N°7 (SS7) en una red CISCO la misma que será interconectada a una red telefónica pública conmutada (PSTN).

SS7 es un protocolo que tiene como beneficios:

- Señalización estandarizada
- Flexibilidad
- Confiabilidad
- Posibilidad de evolucionar
- Capacidad de interconexión
- Soporte para nuevos y variados servicios.

Se investigó acerca de la historia y evolución de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN), debido a que el proyecto implica elaborar una red con equipos CISCO interconectados a una PSTN. Posterior a la investigación y basados en ideas y ejemplos se procedió a implementar un diseño de una Red pequeña interna con equipamiento CISCO y de manera empírica se intentó buscar un equipo que trabajara como un Gateway de Voz, el cual se pueda interconectar a la red pública conmutada con la pequeña red interna cisco. Este Gateway de Voz toma el nombre de CISCO PGW 2200.

Con la Implementación de la red CISCO procederemos a analizar cada uno de los protocolos (SCCP, SIP, IAX) con los que podemos realizar pruebas, para que posteriormente podamos comparar el comportamiento de los mismos con ciertas características propias de la Señalización SS7.

Para poder interconectar nuestra PSTN simulada o real físicamente debemos utilizar el equipo CISCO PGW 2200 el cual tiene las siguientes características:

- Se pueden realizar pruebas de lazo, pruebas de continuidad, las mismas que se las compararía con el número de llamadas realizadas.
- Análisis de llamadas, tanto de las que se realizan como de las que se reciben.
- Aceptación o rechazo de llamadas, se las analiza antes de recibir las.
- Sobrecarga de control, controla el tráfico de llamadas para que no se sature el canal.
- Portabilidad numérica, el cliente puede cambiar de servidor de telefonía sin necesidad de cambiar su número telefónico.
- Posee un software de control que habilita el

Media Gateway Controller, que es el que se encarga de ofrecer un 99.9999% de eficiencia en las llamadas.[4]

Trabaja con las siguientes interfaces, razón por la cual sería ideal su uso en caso de querer utilizarlo con la señalización SS7:

- Cisco Media Gateway Controller software (MGC), plataforma de información.
- Punto de transferencia de CISCO IP.
- Switch LAN para la conectividad entre equipos IP y el CISCO PGW 2200.
- Una interfaz H.323 para la señalización.
- Productos de administración, entre ellos están Cisco Facturación y Medición (BAMS), Cisco Servicios de Voz(VSPT).[4]

### 1.1 Configuración CISCO PGW 2200

Para configurar los servicios de señalización SS7 en el CISCO PGW 2200, se deberá ingresar al MML que es el nombre que tendrá por defecto la consola de comandos, ver Figura 1. En la misma que se deberá escribir:

```
MML> PROV-ADD: SS7PATH: NAME="SS7SVC1", MDO="ANSISS7_STANDAR", DCP="DCP1", OPC="OPC1", DESC="SS7 SVC TO DPC1".
```

Los comandos de ruteo para con los switches remotos conectados a la red, recordemos que estos se deben configurar para cada uno de los switches que estén conectados remotamente a nuestra red. [4]

```
MML> PROV-ADD: SS7PATH: NAME="SS7SVC1", DESC="OPC1 TO INET DPC1", M3UAKEY="M3UAKEY", DPC="DPC1", MDO="Q761_BASE".
```

En caso de que nuestro CISCO PGW2200 no se encuentre en la misma red en la cual estemos trabajando debemos configurar la dirección IP con su respectiva máscara, para que exista comunicación. [4]

```
MML> PROV-ADD: IPROUTE: NAME="IPRTE1", DESC="IP ROUTE 1", DEST="209.165.200.240", IPADDR="IP_ADDR1", NETMASK="255.255.255.24", NEXTHOP="209.165.201.10".
```

Cabe recalcar que esta configuración no se la pudo realizar físicamente debido a que no contábamos con el

CISCO PGW 2200 por ser un equipo demasiado costoso.

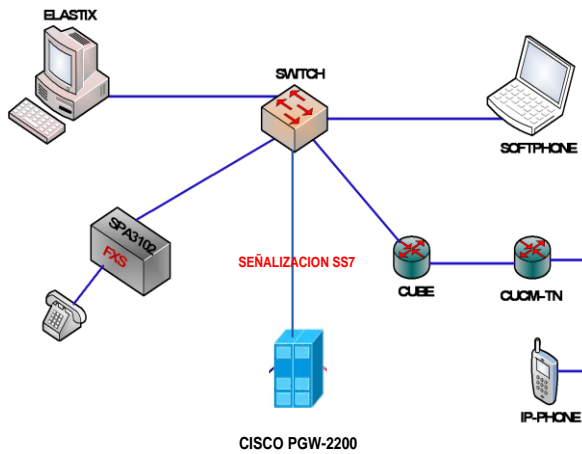


Figura 1.: Diseño de la Red CISCO PGW 2200

## 2. Protocolos de Señalización.

### 2.1 Señalización.

La señalización es un proceso o instrucciones que se deben seguir para poder establecer una comunicación entre dos o más abonados; por lo tanto, transmite, recibe, reconoce e interpreta las señales que permitirán la conexión.

Dentro de una red de telecomunicaciones encontramos siempre una estructura basada en la señalización-establecimiento de llamadas, conexión, desmontaje y facturación.

### 2.2 Señalización por Canal Asociado.

La señalización por canal asociado trabaja dentro de banda, es decir la voz y la señalización viajan por el mismo canal a través de una red telefónica. El tono de marcado, descolgado, ocupado, la opción de volver a llamar (ring back) y el identificador de llamadas son transmitidos en la misma banda de frecuencia utilizadas para la señal de voz, tal como se muestra en la Figura 3.8. [3]



Figura 3.8: Señalización por Canal Asociado [3]

### 2.3 Señalización por Canal Común.

La Señalización por Canal Común (Common Channel Signaling) es conocida también como señalización fuera de banda, es decir, cuando se emplea por separado una ruta dedicada para la señalización. Las troncales de voz solo se emplean cuando se establece una conexión, no antes de eso.

El tiempo que se emplea para el establecimiento de llamadas es más rápido porque los recursos son utilizados de manera eficiente, tal como lo muestra la Figura 3.9 [3].

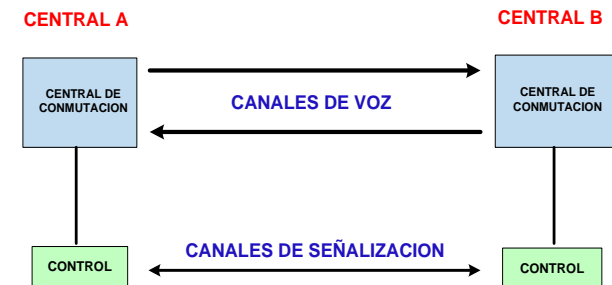


Figura 3.9. Señalización por Canal Común [3]

### 2.4 Sistema de Señalización por Canal Común SS7.




Es un sistema que está formado por un conjunto de protocolos dedicados a las telecomunicaciones. SS7 es el más utilizado en cuanto a telefonía pública se refiere y debido a que posee un canal dedicado solo para la transmisión de voz, también soporta la señalización de abonados telefónicos analógicos y digitales.[14].

#### 2.4.1 Características de SS7.

SS7 es un sistema de señalización muy completo, tiene características propias de gran utilidad entre ellas encontramos las siguientes:

- Enlaces de alta velocidad de datos; 56 Kbps para llamadas nacionales y 64 Kbps para llamadas internacionales.
- Optimo uso del ancho de banda.
- Usa un canal de señal separado de los canales de voz del usuario, también conocido como señalización fuera de banda.

### 2.4.2 Arquitectura SS7.

ABBREVIACION	NOMBRE	SIMBOLO
SSP	PUNTO DE CONMUTACIÓN DE SERVICIO	
STP	PUNTO DE TRANSFERENCIA DE SEÑAL	
SCP	PUNTO DE CONTROL DE SERVICIO	

**Tabla 1:** Elementos de señalización SS7 en una red. [5]

**Punto de Conmutación de Servicio:** Funcionalmente identifica y obtiene la información de manejo de llamadas a través de la base de datos. Son los encargados de originar, conmutar y terminar una llamada, emplea la información de quien llama (los dígitos marcados) para determinar cómo se rutea la misma. [6]

**Punto de Control de Servicio:** son bases de datos específicas las mismas que proveen la información necesaria para el proceso avanzado de llamadas, acepta requerimientos solicitados en otras bases de datos.[2]

**Punto de Transferencia de Señal:** Los puntos de transferencia de señal son conmutadores de paquetes que pueden actuar como routers en la red SS7, es decir reciben y enrutan los mensajes de la señalización hacia el destino adecuado o punto de llegada.[2]

### 2.5 Protocolo SIP

Sus principales características son las siguientes:

- Video conferencia
- Mensajería instantánea

- Transferencia de archivos
- No transporta la voz codificada
- Utiliza el puerto 5060 (TCP/UDP)
- Llamadas Tripartitas

Actualmente es el protocolo más utilizado.

### 2.6 Protocolo SCCP.

Conocido también como Skinny Client Control Protocol. Sus características:

- Usa TCP/IP para la transmisión y recepción de las llamadas
- Para el audio utiliza RTP/UDP/IP
- Es utilizado para interconectarse con hardware que utilice también SIP
- Protocolo propietario de CISCO

### 2.7 Protocolo IAX.

- Minimizar ancho de banda.
- Ayuda a prevenir problemas de NAT.
- Soporte para transmitir planes de marcación.
- El protocolo más utilizado en la actualidad.
- Trabaja con el servidor Asterix.
- Soporta Video Llamadas, envío de mensajes, transferencias de llamadas.

## 3. Hardware y Software

Los dispositivos que utilizamos para esta implementación fueron:

- 2 Linksys SPA3102 – Gateway de voz.
- Router Cisco C881SRST.
- 2 teléfonos analógicos.
- 2 PCs portátiles
- Call Manager
- 1 Teléfono IP 7906
- Elastix.
- Zoiper.

### 3.1 Diseño de la Red a Implementar

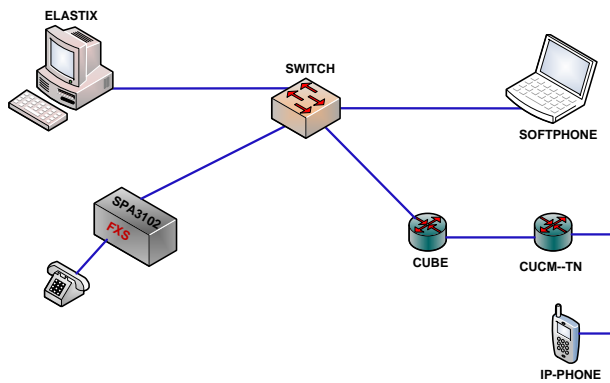


Figura 2. Diseño Red Cisco Conectada a una PSTN

**Primer Escenario:** mediante una portátil en la cual instalamos Elastix, probamos comunicación realizando una llamada a un softphone, el cual estaría instalado en otra portátil; esto irá conectado mediante un switch (Cisco C881-SRST), en el cual verificamos el comportamiento del protocolo SIP. Ver Figura 2.1

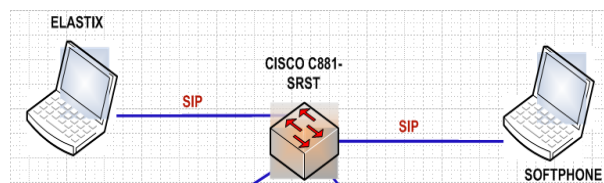


Figura 2.1 Primer Escenario - SIP

**Segundo Escenario:** realizar una llamada mediante la PC que tiene Elastix hacia un teléfono analógico, para que esta comunicación se haga posible utilizamos un LINKSYS SPA3102, el cual tiene un puerto Fxs, en el cual verificamos el comportamiento del protocolo SIP e IAX. Ver Figura 2.2.

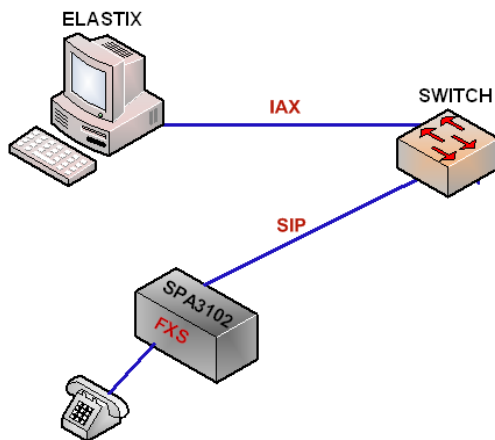


Figura 2.2 Segundo Escenario IAX - SIP

**Tercer Escenario:** entablar una comunicación con la PC que contiene Elastix y mediante un ROUTER que se interconectará con el CUCM-EMPRESA (Call Manager de la Empresa en donde realizamos las pruebas), se realizará una llamada hacia un teléfono IP; para comprobar así que mediante distintos protocolos u no se puede conectar en diferentes redes. En este escenario se verificó el comportamiento del protocolo de señalización SCCP (Skinny Client Control Protocol). Ver Figura 2.3

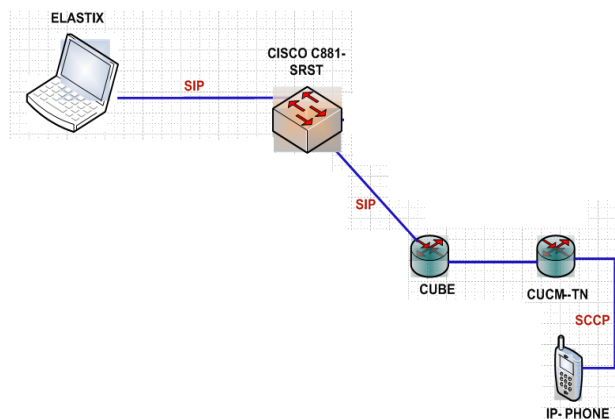


Figura 2.3 Tercer Escenario SIP - SIP - SCCP

## 4. Configuraciones de Equipamientos.

Para que nuestra implementación funcione adecuadamente debemos proceder a configurar routers, IP-Phones, softphones entre otros equipos.



Figura 3. Red Implementada

### 4.1 Configuración Elastix

Para comenzar con la implementación de nuestra red fue necesario instalar Elastix en una de las PC's a utilizar, ya que este programa nos serviría de Gateway para simular nuestra PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada).

Elastix es un software libre utilizado en las telecomunicaciones, el cual cuenta con un sistema que brinda servicios tales como: Fax, Mensajería Instantánea, VoIP, Email, entre otras. Trabaja con el sistema operativo CentOS, fácil de usar e instalar.

Elastix fue instalado mediante una máquina virtual llamada VIRTUAL-BOX, la cual fue configurada con el sistema operativo CENTOS mismo que hace que este software funcione en óptimas condiciones y de manera eficaz.

### 4.2 Configuración del Linksys SPA3102 y Zoiper (Softphone).

Instalamos el softphone ZOIPER, que es un teléfono virtual, el mismo que sería de gran utilidad pues en él se pueden configurar llamadas usando los protocolos SIP e IAX ideales para nuestra implementación y comprobación de cómo trabajan dichos protocolos, ver Figura 3.1 y Figura 3.2.

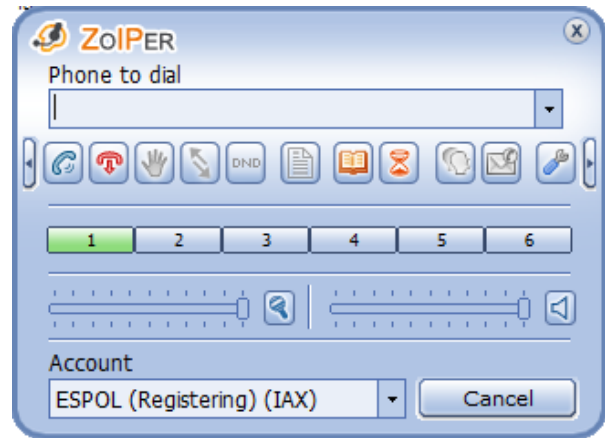


Figura 3.1. Configuración Protocolo IAX

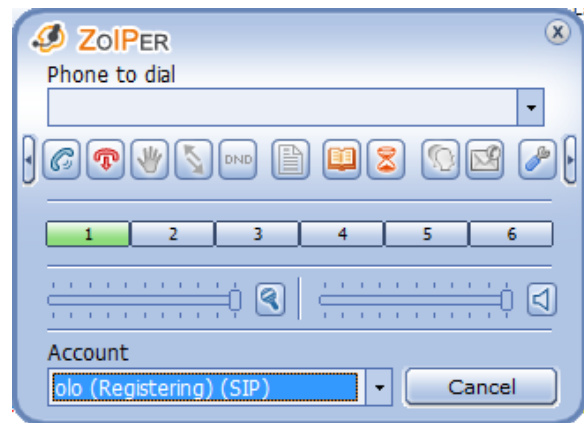


Figura 3.2. Configuración Protocolo SIP

En la siguiente Figura 3.3 se puede observar cómo se configura una extensión, la dirección IP 10.10.100.8 pertenece a la red en que se encuentra trabajando nuestro servidor ELASTIX.

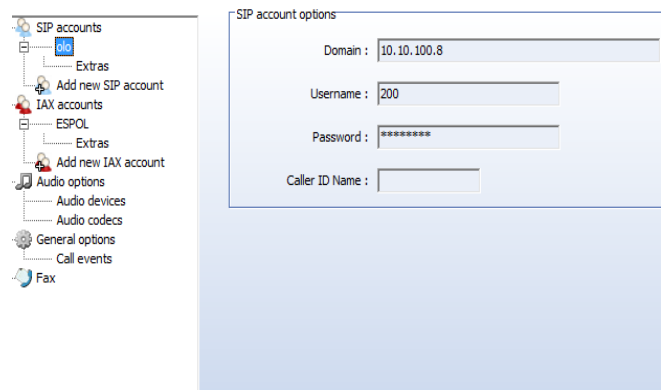


Figura 3.3: Configuración Extensión 200

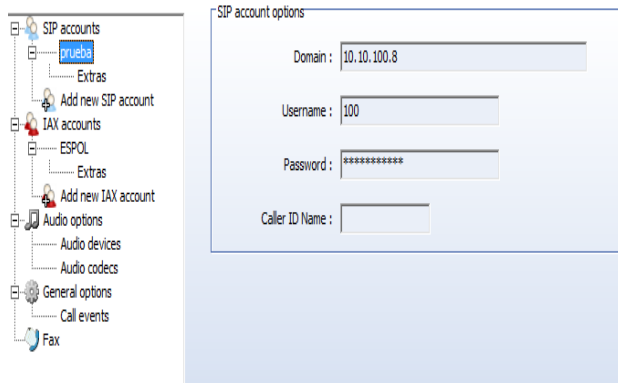


Figura 3.3.1: Configuración Extensión 100

Los dispositivos Linksys SPA3102 tienen un puerto para RJ-11 POTS (Plain Old Telephone Service) FXS que se los utiliza para conectar un teléfono análogo o fax. También tienen un puerto para PSTN llamado FXO para conectarse a un circuito PBX, en nuestra implementación simulamos la PSTN con el servidor Elastix.

### 4.3 Configuración del CISCO C881-SRST

Utilizaremos este router como un Gateway de voz puro, ver Figura 3.4

```
!
voice service voip
  allow-connections sip to sip
  sip
```

Figura 3.4: Configuración SIP

La primera interfaz que vamos a configurar es la WAN con la cual nos conectaremos al ISP, configuramos la Vlan1 que es la dirección del Gateway de voz (Elastix). También se configura el protocolo por defecto Figura 3.5.

```
interface FastEthernet4
  ip address 192.168.242.242 255.255.255.0
  ip nat outside
  ip virtual-reassembly
  duplex auto
  speed auto
!
interface Vlan1
  ip address 10.10.100.1 255.255.255.0
  ip nat inside
  ip virtual-reassembly
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.242.1
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
ip nat inside source list 80 interface FastEthernet4 overload
!
access-list 80 permit 10.10.100.0 0.0.0.255
snmp-server community $1$3.v/q/$ RO 98
```

Figura 3.5: Configuración Direcciones IP

El primer dial-peer Voice está configurado específicamente para el teléfono IP le damos el nombre de CUCM (CISCO UNIFIED CALL MANAGER) y creamos la extensión al mismo, definiendo también el protocolo de señalización que se va a utilizar (SIP) que es necesario para que exista comunicación entre el teléfono y la central.

El segundo dial-peer Voice se configurará para todos los demás equipos que se conectarán al router; es decir, las dos Laptops y el Linksys spa3102 debido a que todos pertenecen a la red de nuestro servidor (Elastix).

Por último se configura el puerto FXS, para comprobar el funcionamiento de la telefonía analógica con nuestro equipo CISCO 881 SRST, ver Figura 3.6.

```
dial-peer voice 1 voip
  description CUCM
  destination-pattern 2378090
  session protocol sipv2
  session target ipv4:172.24.4.232
  dtmf-relay rtp-nte
  codec g711ulaw
  no vad
!
dial-peer voice 2 voip
  description ELASTIX
  destination-pattern [1-4]0.
  session protocol sipv2
  session target ipv4:10.10.100.8
  dtmf-relay rtp-nte
  codec g711ulaw
  no vad
!
dial-peer voice 3 pots
  description SENCILLO
  destination-pattern 201
  port 3
```

Figura 3.6: Configuración Dial-Peer Voice

## 4.4 Configuración del CALL MANAGER

Configuramos en el Call Manager los CSS (Calling Search Spaces) que son los modelos de rutas que deben ser configurados en el mismo, las cuales las podemos clasificar de acuerdo a nuestra conveniencia, podemos tener particiones tales como: particiones locales y/o particiones regionales; por ejemplo las particiones regionales contendrían números que abarquen a nivel de provincias y las particiones locales contendrían números pertenecientes a una misma ciudad u oficina donde se encuentre el Call Manager; tal como lo muestra la Figura 3.7

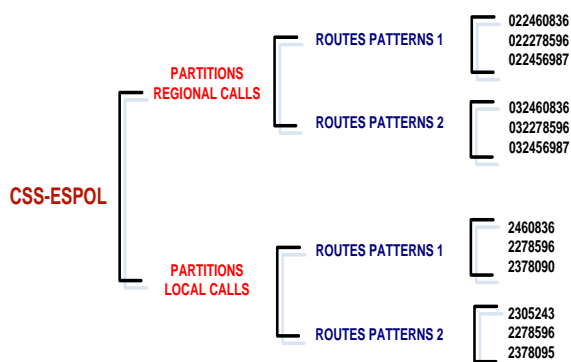


Figura 3.7: CSS-ESPOL

## 5. Análisis

Monitoreamos cada una de las llamadas y pudimos ver cómo se comporta el proceso de cada una de ellas gracias a la herramienta WIRESHARK.

WIRESHARK es un programa que nos da la facilidad de poder analizar protocolos, ver cómo se comporta el proceso de una llamada (en este caso), es de mucha utilidad debido a que gracias a las gráficas/flujo, podemos solucionar problemas (en el caso de que estos presenten) de una manera más rápida y precisa.

Las extensiones a continuación analizadas fueron creadas en los diferentes dispositivos que se configuraron.

Llamada desde el 237809 (IP-Phone) al 200 (Softphone PC), como se observa en la Figura 3.10 al analizar el flujo de la misma nos damos cuenta que la llamada nunca se conecta del 2378090 al 200 debido a que nosotros realizamos un Rejected (cortar la llamada, no levarla a cabo).

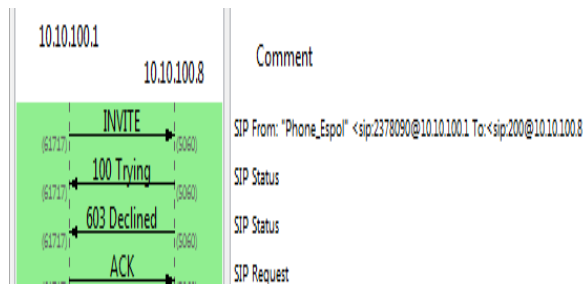


Figura 3.10. Término de una Llamada.

Como podemos observar en la Figura 3.11 se presenta el flujo del resultado de una llamada exitosa, en este caso se llamó desde la extensión 201 (Teléfono Análogo) a la extensión 200 (Softphone PC), se puede observar desde el comienzo de la misma como se interconecta y se va enlazando con cada uno de los puertos o los mismos que tienen funciones específicas tales como: Trying, Ringing, Ack, Bye.

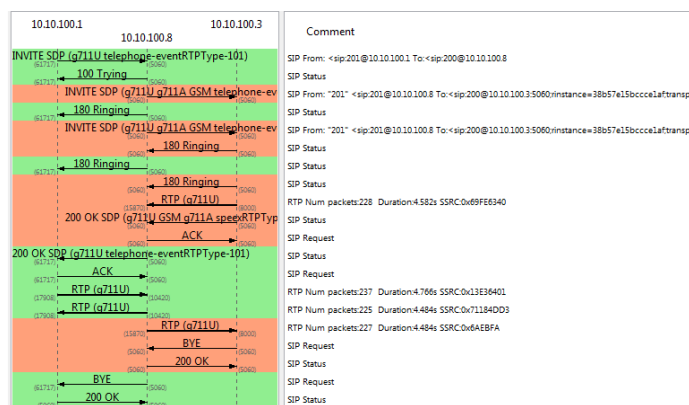


Figura 3.11: Flujo de una Llamada Exitosa Extensiones 201-200.

Una llamada desde la extensión 2378090 (IP-Phone) al 200 (Softphone PC) resulta exitosa presentando cada uno de los códigos de interconexión, se observa también el comportamiento de la llamada desde que esta se enlaza hasta cuando llega a su fin tal como se muestra en la Figura 3.12.

Así mismo podemos observar una gráfica de la codificación de la voz durante la llamada, esta se pudo escuchar en WIRESHARK luego de finalizada la llamada, es decir queda automáticamente grabada en el software para su análisis. Ver Figura 3.13



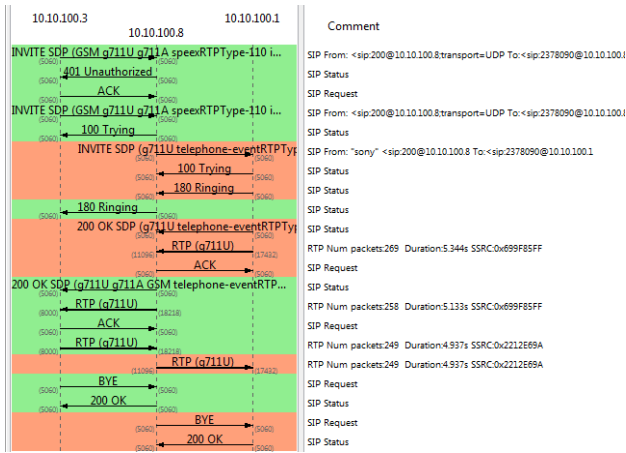


Figura 3.12: Flujo de una Llamada Exitosa Extension es 200-2378090.

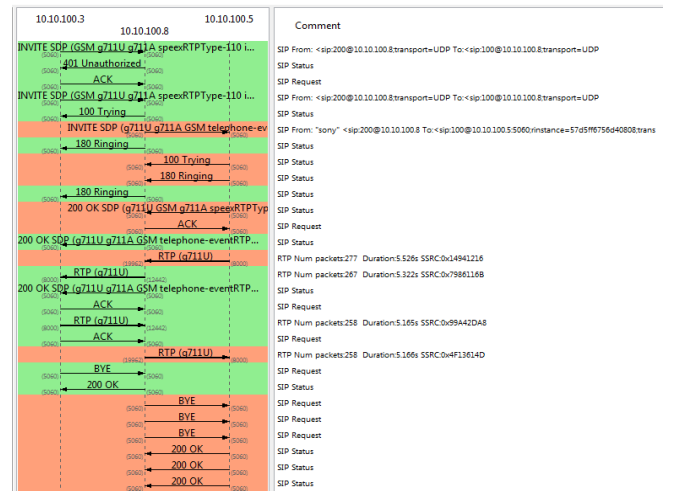


Figura 3.14: Flujo de una Llamada Exitosa Extension es 200-100.

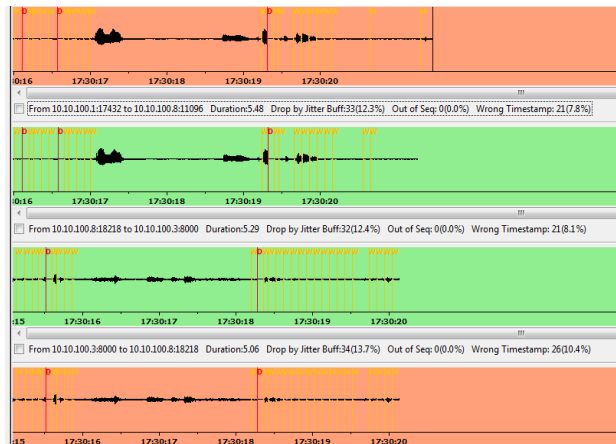


Figura 3.13: Codificación de la voz durante la llamada. Extensiones 200-2378090.

Otra llamada realizada fue desde la extensión 200 a 100 que pertenecen a las extensiones configuradas previamente en los Softphones que fueron instalados en las PC's. Tal como se muestra en la Figura 3.14.

## 6. Conclusiones

El sistema de señalización por canal común número 7 (SS7) es considerado un sistema fuera de banda, porque utiliza un canal de señalización independiente al de voz y al de datos, lo cual hace que la comunicación sea más eficiente y eficaz. Este comprende la elaboración que va de la mano con las tecnologías digitales de última generación. No solamente se puede alcanzar con esta algo más que la implementación de enlaces entre centrales telefónicas, equipo y cliente para la transmisión de voz sino que también puede enviarse señales de video o datos a través de una misma red sea esta analógica o digital.

Al realizar las pruebas de funcionamiento de nuestra red configurada con los diferentes protocolos (SIP, IAX, SCCP) pudimos verificar que se pueden realizar varias llamadas al mismo tiempo debido a que cada protocolo trabaja independientemente del otro; implementar los protocolos antes mencionados dentro de una red pequeña sea en una empresa o en el hogar tiene un costo muy pequeño en comparación a implementar SS7, pues este se lo emplea al momento de implementar una central telefónica sea pública o privada, la cual utilizaría muchos más recursos y equipamientos.

Gracias al buen uso y conocimiento del analizador de protocolo WIRESHARK, pudimos analizar nuestro flujo de llamadas, ver todas las etapas de las mismas, desde cuando la llamada inicia o se enruta hasta cuando esta termina; con el analizador también pudimos verificar cuando teníamos algún problema con la red, es decir cuando las llamadas no iban por la ruta correcta o se perdía algún paquete.

Investigamos y estudiamos los comandos adecuados para las configuraciones de los equipos que utilizamos, en nuestro caso fueron el Linksys SPA3102, IP-Phone 7906, el router c881 srst, y el Call Manager. Esto se realizó con el fin de poder demostrar que con una red cisco se pueden brindar servicios de telefonía que usen diferentes protocolos. Otro de los dispositivos investigados fue el CISCO PGW 2200 el cual está diseñado para proporcionar el máximo apoyo para diferentes arquitecturas de redes IP, tanto en modo de señalización o modo de control brinda una interfaz robusta de clase portadora entre la Red Telefónica Pública Conmutada y las redes IP, lo cual no se pudo llevar a cabo, pues esto tendría un alto costo de implementación.

Gracias a Elastix pudimos implementar nuestra red interna, creando un servidor en una máquina virtual (Virtual-Box), Elastix nos brinda una interfaz web en la cual se crearon las diferentes extensiones para la comunicación entre nuestro equipamiento (Hardware y Software) y el usuario final en este caso la salida de llamadas en nuestra misma red interna.

## 7. Bibliografía

[1] Universidad Catarina, Tesis, [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/mendez/capitulo1](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez/capitulo1), fecha de consulta noviembre 2013.

[2] CISCO, Voice IP Configuration, [http://www.cisco.com/en/US/docs/voice\\_ip\\_comm/pgw/9.8/Provisioning/Guide/9provGde.pdf](http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/pgw/9.8/Provisioning/Guide/9provGde.pdf), fecha de consulta octubre – diciembre 2013

[3] Yaqui, Sistema de Señalización SS7, <http://yaqui.mx/uabc.mx/~mlglez/WAN/SS7122.pdf>, fecha de consulta 2013-2014.

[4] Milagros Álvarez, Arquitectura y Señalización SS7, aplicada a la Red Telefónica, <http://ufttxdatostarea3ss7.blogspot.com/2013/02/arquitectura-y-senalizacion-ss7.html>, fecha de consulta 2013 - 2014.

[5] Ing. Edwin R Lacayano Cruz, Sistemas de Telefonía, <http://www.slideshare.net/whiteekougar/sistema-desealizaciontelefonica>, fecha de consulta 2013 - 2014.