

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**"IMPLEMENTACIÓN DE SS7 EN UNA RED CISCO  
INTERCONECTADA A UNA PSTN"**

**TESINA DE SEMINARIO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y**

**TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

**ERIKA MARÍA JARA CADENA**

**CÉSAR AUGUSTO RODRÍGUEZ SALGADO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**AÑO: 2014**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia, a mi MADRE Ana Salgado Salguero; a mi PADRE Cornelio Rodríguez Gonzales. A mis otras madres Moraima, Euvenia, Cecilia, Cheli, a mi hermanita Anita Gabriela y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su apoyo incondicional que me ha llevado hasta donde estoy ahora. Por ultimo a mi compañera de tesis Erika Jara porque sin ella no lo hubiese logrado y a mi director de tesis quien nos ayudo en todo siempre, Ing. Washington Medina.

**CESAR RODRIGUEZ SALGADO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Antetodo agradezco a DIOS, por haberme dado sabiduría e ineligencia durante toda mi vida, por haber guiado mis pasos y llevarme siempre por el camino del bien.

Agradezco a mis PADRES, Miguel y Laura, por darme fuerzas para superar cualquier obstáculo que se me presenta, por ser los pilares fundamentales en mi vida, por estar conmigo cuando los necesito.

Agredezco a mis HERMANOS Laura y Miguel por regalarme una sonrisa a diario, por esos abrazos sin motivo y por las palabras “ya termina rapido” que me han ayudado a culminar mi tesis.

Agradezco a mis compañeros de trabajo, que estuvieron siempre pendientes y prestos a ayudarme con sus conocimientos y nunca me dijeron NO.

A mis amigos, por darme palabras de aliento y motivarme a luchar a diario por culminar esta meta.

A mi compañero de tesina, César Rodríguez porque a pesar de las dificultades que tuvimos, nos apoyamos y pudimos luchar por alcanzar nuestro objetivo.

Al Ing. Washington Medina , por brindarnos sus conocimientos y apoyarnos en cada momento.

**ERIKA JARA CADENA**

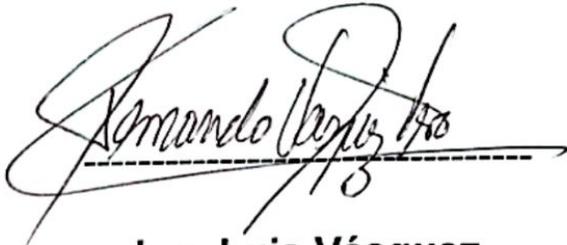
## **DEDICATORIA**

Esta tesina se la dedicamos a cada una de las personas que nos han motivado e inspirado a seguir adelante, padres, hermanos, amigos, compañeros de trabajo.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

-----

**Ing. Washington Medina Moreira**

**PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACION**

-----

**Ing. Luis Vásquez**

**PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADEMICA**

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesina nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Erika Jara Cadena



Cesar Rodríguez Delgado

## RESUMEN

Esta tesina fue realizada con la finalidad de implementar el Sistema de señalización N°7 (SS7) que 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 podamos realizar pruebas, para que posteriormente podamos comparar el comportamiento de los mismos con ciertas características propias de la Señalización SS7.

# ÍNDICE GENERAL

## CAPÍTULO 1

### SEÑALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN SS7.

1.1. Señalización por Canal Asociado -----	1
1.2 Señalización por Canal Comun -----	3
1.3 Modos de Señalización-----	5
1.3.1 Modo Asociado de Señalización-----	5
1.3.2 Modo No Asociado de Señalización-----	6
1.3.3 Modo Cuasi-Asociado de Señalización-----	7
1.4 Sistema de Señalización por Canal Comun N° 7 y sus Características-----	8
1.5 Arquitectura de Señalización SS7-----	10
1.5.1 Punto de conmutación de Servicio (SSP) -----	11
1.5.2 Punto de Control de Servicio (SCP) -----	12
1.5.3 Punto de transferencia de señal (STP) -----	12

1.6 Tipos de Protocolos SS7-----	15
1.6.1 Parte de Transferencia del Mensaje (MTP) Nivel 1-----	15
1.6.2 Parte de Transferencia del Mensaje (MTP) Nivel 2-----	16
1.6.3 Parte de Transferencia del Mensaje (MTP) Nivel 3-----	16
1.6.4 Parte del Control de Conexión de la Señalización (SCCP) -----	17
1.6.5 Parte de Aplicación de las Capacidades de Transacción (TCAP) -----	18
1.6.6 Parte de Usuario de Telefonía (TUP) y Servicios Integrados para una Red Inteligente (ISUP) -----	18

## CAPÍTULO 2

### RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)

2.1 Generalidades de una PSTN-----	21
2.2 Estructura de la PSTN-----	25
2.3 Conmutación en la Red Telefónica-----	27
2.3.1 Numeración Telefónica-----	28
2.3.2 Concentración-----	29
2.3.3 Funciones Basicas de la Conmutacion-----	30

## CAPÍTULO 3

### IMPLEMENTACIÓN DE LA RED CISCO

3.1.	Diseño de la Red -----	32
3.2.	Características de los Dispositivos a Utilizar-----	37
3.3.	Implementación de Software y Hardware-----	38
	3.3.1 Instalación de Elastix y Virtual-Box-----	38
	3.3.2 Configuración Softphone y Linksys SPA3102-----	39
	3.3.3 Configuración Router 881-SRST-----	43
	3.3.4 Configuración del Call Manager-----	45
	3.3.5 Diagrama y Fotos de Conexiones entre Dispositivos Finales-----	52
3.4.	Protocolos y Características de la Red-----	54
	3.4.1 Telefonía IP-----	54
	3.4.1.1 Elementos de la Telefonía IP-----	55
	3.4.1.2 Conmutación de Circuitos y sus Fases-----	57
	3.4.2 Protocolo SIP-----	61
	3.4.3 IAX-----	65
	3.4.4 SCCP-----	68

3.5.	Costos de la Implementación-----	70
3.6.	Pruebas-----	71
3.7.	Análisis Teórico-----	75
	3.7.1 Similitudes del protocolo SS7 con IAX, SIP, voip-----	75
	Conclusiones y Recomendaciones.-----	79
	Anexos.-----	87
	Bibliografía-----	84

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

ATM	MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA
BAMS	BILLING AND MEASUREMENTS SERVER
CAS	SEÑALIZACIÓN POR CANAL ASOCIADO
CCS	SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN
CDMA	MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE CÓDIGO DE ACCESO
CSS	COMUNICACIONES SERVICIOS Y SISTEMAS
CUCM	CISCO UNIFIED CALL MANGER

FDM	MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA
GPRS	SERVICIO GENERAL DE PAQUETES POR RADIO
ISP	PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET
ISUP	SERVICIOS INTEGRADOS PARA UNA RED INTELIGENTE
ITU-TS	ESTÁNDARES DE SEÑALIZACIÓN DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
IAX	INTER-ASTERISK EXCHANGE PROTOCOL
ISND	RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

LAN	REDES DE ÁREA LOCAL
MGC	MEDIA GATEWAY CONTROLLER
MTP	PARTE DE TRANSFERENCIA DEL MENSAJE
OSI	MODELO DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS
PBX	RAMAL PRIVADO DE CONMUTACIÓN – CENTRAL TELEFÓNICA
PCM	MODULACIÓN DE CÓDIGO DE PULSOS
PSTN	RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA
RTP	PROTOCOLO DE TRANSPORTE

TIEMPO REAL

SCCP SKINNY CLIENT CONTROL  
PROTOCOL

SCCP PARTE DEL CONTROL DE  
CONEXIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN

SCP PUNTO DE CONTROL DE SERVICIO

SIP PROTOCOLO DE SESIÓN INICIAL

SS7 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N°7

SSP PUNTO DE CONMUTACIÓN DE  
SERVICIO

STP PUNTO DE TRANSFERENCIA DE  
SEÑAL

TCAP PARTE DE APLICACIÓN DE LAS  
CAPACIDADES DE TRANSACCIÓN

TDM	MULTIPLICACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO
TUP	PARTE DE USUARIO DE TELEFONÍA
UAC	USER AGENT CLIENT
UAS	USER AGENT SERVER
UDP	PROTOCOLO DE DATAGRAMA DE USUARIO
VSPT	VOICE SERVICES PROVISIONING TOOL
WAN	REDES DE ÁREA AMPLIA

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Señalización por Canal Asociado-----	3
Figura 1.2: Señalización por Canal Comun-----	4
Figura 1.3: Modo Asociado de Señalización-----	6
Figura 1.4: Modo No Asociado de Señalización-----	6
Figura 1.5: Modo Cuasi-Asociado de Señalización -----	7
Figura 1.6: Arquitectura Básica de Señalización-----	10
Figura 1.7: Protocolos de Señalización-----	15
Figura 1.8: Niveles de SS7 Comparados con Capas del Modelo OSI-----	20
Figura 2.1: Red PSTN-----	24
Figura 2.2: Modulación PCM-----	25
Figura 2.3: Estructura de la PSTN-----	26
Figura 2.4: Red Telefónica de Conmutación Publica PSTN-----	30
Figura 3: Diseño de la Red Interconectada con el CISCO PGW-2200-----	37

Figura 3.1: Configuración Protocolo IAX-----	39
Figura 3.2: Configuración Protocolo SIP-----	40
Figura 3.3: Configuración Extensión 200-----	41
Figura 3.4: Configuración Extensión 100-----	41
Figura 3.5: Configuración SIP-----	43
Figura 3.6: Configuración Direcciones IP-----	44
Figura 3.7: Configuración Dial-Peer Voice-----	45
Figura 3.8: CSS-ESPOL-----	46
Figura 3.9: Configuraciones Básicas-----	47
Figura 3.10: Configuraciones Básicas I -----	48
Figura 3.11: Configuraciones Básicas II -----	49
Figura 3.12: Configuraciones Básicas III -----	49
Figura 3.13: Configuraciones Básicas IV -----	50
Figura 3.14: Configuración de Troncales -----	50

Figura 3.15: Configuración de Troncales I -----	51
Figura 3.16: Configuración de Troncales II -----	51
Figura 3.17: Red Implementada -----	52
Figura 3.18: Diseño Red Cisco Conectada a una PSTN -----	53
Figura 3.19: Conmutación de Paquetes - PBX -----	57
Figura 3.20: Multiplexor de Frecuencia -----	59
Figura 3.21: Multiplexor de Tiempo -----	59
Figura 3.22: Proceso de una llamada -----	64
Figura 3.23: Proceso de una llamada -----	67
Figura 3.24: Terminación de una llamada. -----	72
Figura 3.25: Flujo de una llamada Exitosa-Extensiones 201-200. -----	73
Figura 3.26: Flujo de una llamada Exitosa-Extensiones 201-200 -----	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elementos de señalización SS7 en una red-----	10
Tabla 2: Costo de Implementación-----	7

## INTRODUCCIÓN

El proyecto a realizar consiste en la implementación y comparación de los diversos protocolos de señalización existentes con el protocolo de señalización número 7 (SS7). Vamos a necesitar un servidor de comunicaciones unificadas llamado ELASTIX que corre sobre CENTOS como sistema operativo, utilizando para su efecto los equipos CISCO adquiridos por los integrantes del proyecto realizándose llamadas para verificar, mediante un analizador de protocolos WIRESHARK, que tiene la funcionalidad de proveer mediante una interfaz gráfica un análisis completo del proceso de señalización de los protocolos los cuales analizaremos.

Mediante la realización de este proyecto se busca demostrar las ventajas y desventajas que se tiene al implementar los protocolos tales como IAX, SIP, LOOPSTAR, SKINNY; también, al administrar de forma eficaz y eficiente los recursos tecnológicos y económicos que nos ofrecen los equipos CISCO que pueden ser empleados para el ámbito empresarial.

## **CAPÍTULO 1**

### **SEÑALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN SS7.**

Se conoce a la señalización como 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 encontraremos siempre una estructura basada en la señalización-establecimiento de llamadas, conexión, desmontaje y facturación. Existen dos formas de señalización de las cuales hablaremos a continuación. [5]

#### **1.1 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. Esta señalización por canal asociado utiliza Una sola frecuencia (Single Frequency) y múltiples frecuencias (Multi-Frequency).

Una sola frecuencia (Single Frequency) de señalización emplea tonos para representar colgado o el término de una llamada. Múltiples frecuencias (Multi-Frequency) de señalización permite enviar señales simultáneamente en ambas direcciones, es decir del "abonado A" envía mensajes al "abonado B" y viceversa, la utilizamos al momento de configurar las llamadas entre conmutadores.

Implementar CAS tiene una gran ventaja debido a sus bajos costos y puede ser empleado en cualquier medio de transmisión. Como desventaja de esta señalización tenemos interferencias entre la señalización y las señales/frecuencia de voz, menos eficiencia en los recursos del sistema por lo que existe la posibilidad de que se cree tráfico en la transmisión, entre otros. En la **Figura 1.1** podemos observar un esquemático de la Señalización Asociada al Canal. [5]



Figura 1.1: Señalización por Canal Asociado [3]

## 1.2 SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMUN

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. CCS hace posible utilizar SS7.

Las ventajas de esta señalización es que no presenta interferencia entre el tono de señalización y la red o las frecuencias de voz, permite información adicional, y otros servicios, tales como identificación de llamadas.

En la **Figura 1.2** podemos ver como se distribuyen los canales de voz y los canales de señalización. [5]



**Figura 1.2 Señalización por Canal Común [3]**

### 1.3 MODOS DE SEÑALIZACIÓN

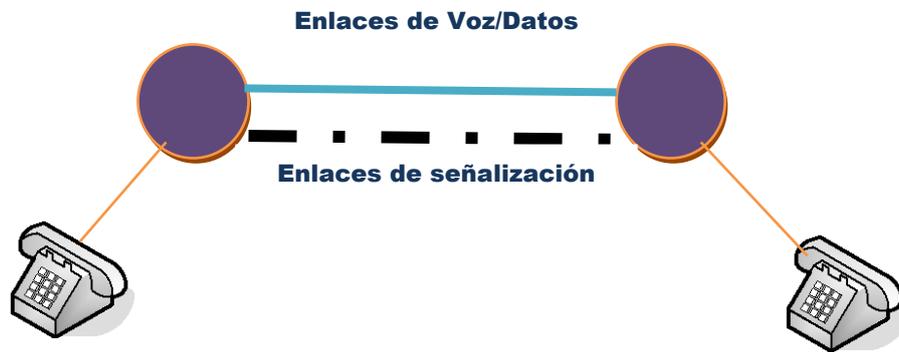
Los modos de señalización son los caminos o trayectorias en que viaja el mensaje de señalización y la relación que encierra con la misma.

#### 1.3.1 MODO ASOCIADO DE SEÑALIZACIÓN

Emplea una ruta dedicada entre conmutadores de enlace de señalización, que solo funciona cuando están directamente troncalizados, así los enlaces dedicados deben estar autorizados a cambiar entre todos los interconectados. En la **Figura 1.3** podemos observar cómo se comporta dicho modo de señalización.

La red digital de servicios integrados (Integrated Services Digital Network - Primary Rate Interface, ISDN-PRI) se encarga de dividir los servicios de transporte en los canales digitales al portador, se dividen de tal manera que se asigna un canal para transmitir los enlaces de voz y datos y otro canal para la transmisión de la señalización de datos.

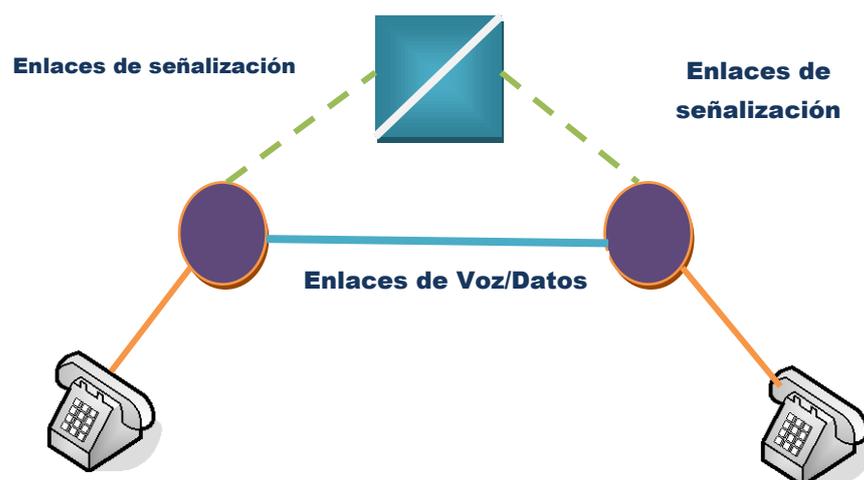
En Norte América T1-PRI cuenta con 24 canales (23B +1 D a 64 Kbps por canal PCM) con un ancho de banda total de 1.536 Mbps. En Europa E1-PRI cuenta con 32 canales (30B +2 D a 64 Kbps por canal PCM) con un ancho de banda total de 2.048 Mbps. [5]



**Figura 1.3: Modo Asociado de Señalización [8]**

### 1.3.2 MODO NO ASOCIADO DE SEÑALIZACIÓN

Con este tipo de señalización, los enlaces de Voz y Datos son transportados por separado del canal de señalización, utilizando rutas lógicas. En este modo de señalización se pueden presentar en múltiples nodos de señalización, mostrando retrasos en la transmisión. Ver **Figura 1.4**



**Figura 1.4: Modo No Asociado de Señalización. [8]**

### 1.3.3 MODO CUASI-ASOCIADO DE SEÑALIZACIÓN

Utiliza un número mínimo de nodos, reduciendo así al mínimo los retrasos que se puedan producir en el proceso y transcurso de la llamada, es el modo preferido para la señalización SS7. En la **Figura 1.5** podemos ver el proceso de este modo cuasi-asociado. [5]

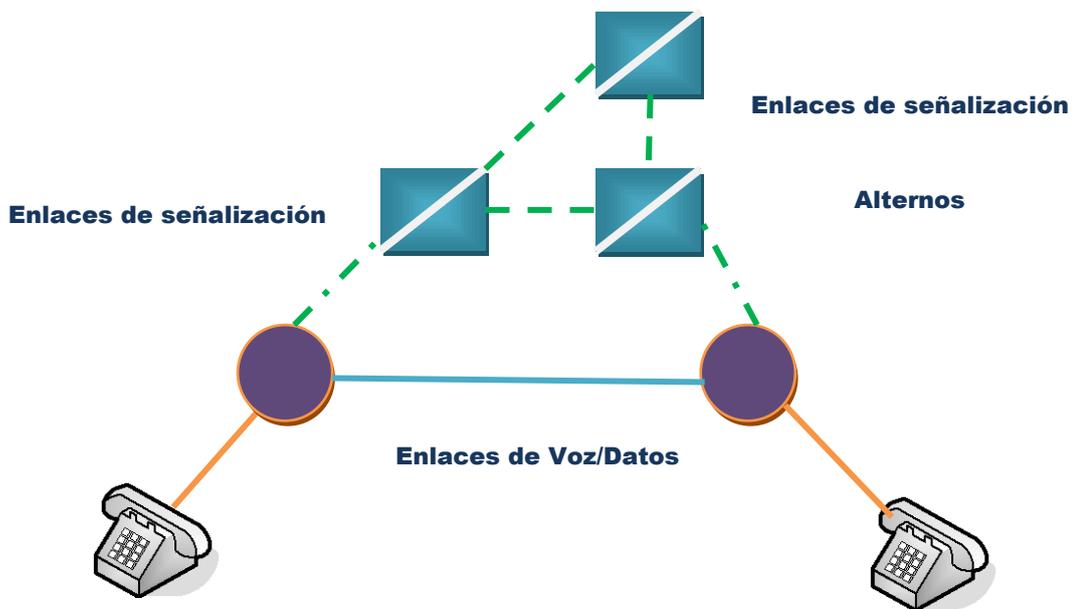


Figura 1.5: Modo Cuasi-Asociado de Señalización [8]

## 1.4 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMUN N° 7

En la década de los 60, la Unión Internacional De Las Telecomunicaciones (que viene del inglés International Telecommunications Unir) antes conocida como Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (que viene del inglés Consultativa Comité foro International Telegraphy and Telephony **CCITT**) desarrolló un estándar de señalización digital conocido como Sistema de Señalización # 6 (ES6). Este sistema de señalización consistía en la conmutación de paquetes provenientes de una red de datos. ES6 fue la primera que utilizó conmutación de paquetes dentro de una PSTN, trabajaba con paquetes de 12 unidades transmitiendo 28 bits cada uno, y se los representan en bloques de datos.

SS7 aparece en 1983, es un sistema utilizado a nivel mundial y está asociado con las configuraciones de llamadas, enrutamientos y control de las mismas.

SS7 se creó con el fin de lograr mejoras en el ámbito de las telecomunicaciones, entre las mejoras tenemos una correcta configuración de llamadas, desmontaje, entre otros servicios tales como identificadores de llamadas, etc.

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 debido a que posee un canal dedicado solo para la transmisión de

voz, también soporta la señalización de abonados telefónicos analógicos y digitales.[14]

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.[14]

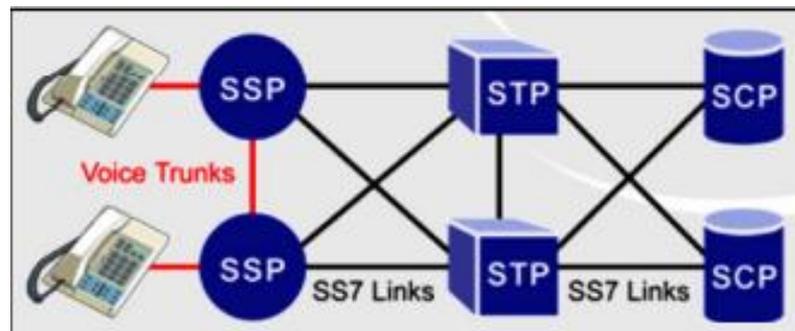
## 1.5 ARQUITECTURA DE SEÑALIZACIÓN SS7

Se constituye de tres elementos esenciales los mismos que se pueden observar en la **Figura 1.6**, conectados a través de enlaces de señalización.

En la **Tabla 1** se enumeran los componentes y sus símbolos asociados.

ABBREVIATION	NAME	SYMBOL
SSP	Signal Switching Point - or - Service Switching Point	
STP	Signal Transfer Point	
SCP	Signal Control Point -or- Service Control Point	

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



**Figura 1.6: Arquitectura Básica de Señalización [6]**

### 1.5.1 PUNTO DE CONMUTACIÓN DE SERVICIO

Constituye la plataforma de conmutación para la red inteligente. Funcionalmente identifica y obtiene la información de manejo de llamadas a través de la base de datos [1]. Los puntos de conmutación de señal (SSPs) crean paquetes o también llamados unidades de señal (viene de inglés Signal Units) y envían esos mensajes a los puntos de conmutación de servicios (SSP) utilizando el protocolo de circuitos conmutados (ISUP), así como consultas a distancia las bases de datos compartidas para averiguar cómo enviar llamadas.

Los SSP 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. Se puede visualizar los dígitos marcados en la tabla de enrutamiento SSP para encontrar el circuito troncal adecuado. Una de las funciones del SSP es ofrecer seguridad del sistema, la cual permite al administrador negar el acceso al SSP o introducir órdenes prohibidas al personal no autorizado. [6]

### **1.5.2 PUNTO DE CONTROL DE SERVICIO**

Un servicio de control de puntos es generalmente una computadora usada como la entrada a un sistema de base de datos. Se refiere a una interfaz para bases de datos de telecomunicaciones, no suele ser usada para otras aplicaciones, es decir 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. Los datos suelen estar vinculados a dichos programas a través de vínculos X.25. [2]

### **1.5.3 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. Un STP puede actuar como un firewall, detección mensajes con otras redes. No ofrece terminación de servicios.

La ruta de los Puntos de Transferencia de la Señal SS7 está basada en la información contenida en el formato del mensaje a los vínculos salientes en la red de señalización SS7. Ellos son los más versátiles de todas las entidades SS7, y son un componente importante en la red. Hay tres tipos de puntos de transferencia:

- ✓ Punto Nacional de la Transferencia de Señal.
- ✓ Punto Internacional de la Transferencia de Señal.
- ✓ Punto de Transferencia de la puerta de enlace Nacional STP.

Los Puntos de Transferencia de Servicio Nacional constan dentro de la red de un país. Transportan los mensajes que emplean el mismo estándar nacional de protocolo, que se pueden transportar a un STP internacional, pero no pueden ser cambiados por la STP Nacional. Convertidores de Frecuencia Protocolo de Interconexión Nacional como STP Internacional por la conversión de ANSI para la UIT-TS.

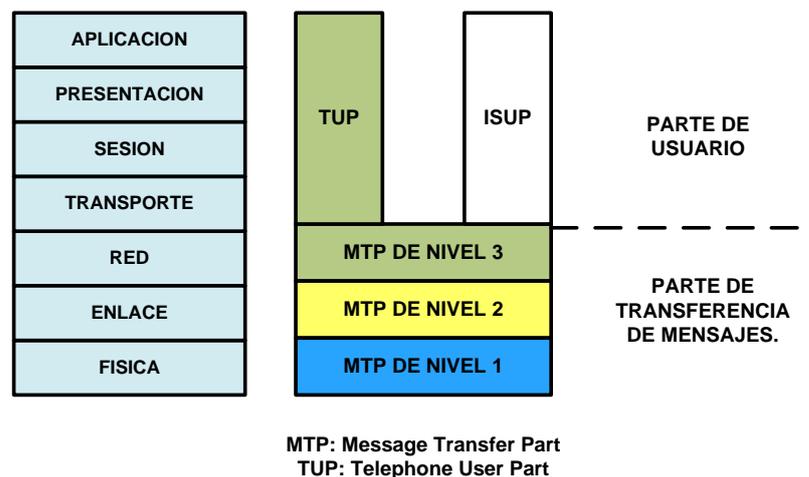
El Punto de Transferencia de Servicio Internacional consta dentro de una red la cual es manejada a nivel internacional. Se estima que SS7 se convierta en el método de interconexión de todos los países, utilizando la UIT-TS protocolo estándar. Todos los nodos de conexión a un STP Internacional deben utilizar el protocolo estándar ITU-TS. [2]

El Punto de Transferencia de Servicio Gateway transforma la señalización de datos de un protocolo a otro. STP Gateway se emplea con frecuencia como un punto de acceso a la red internacional. Los protocolos nacionales se convierten en el estándar ITU-TS protocolo. Dependiendo de su localización, la STP de puerta de enlace debe ser capaz de utilizar tanto las normas internacionales y nacionales de protocolo. [2]

## 1.6 TIPOS DE PROTOCOLOS SS7

Los protocolos son componentes que se ubican en pilas los cuales tienen una función específica que se encargan del correcto funcionamiento del sistema.

Los niveles de las capas de SS7 tienen una gran similitud con los de las capas del modelo OSI, en la **Figura 1.7** observar esta similitud.



**Figura 1.7: Protocolos de Señalización [3]**

### 1.6.1 PARTE DE TRANSFERENCIA DEL MENSAJE NIVEL 1

MTP Nivel 1 es el que se encarga de la capa física del sistema, la parte eléctrica y la parte funcional de todos los enlaces que se formen en la red; estos enlaces son multiplexados en canales de 64Kbps cada uno.

En otras palabras es el canal por el cual se lleva a cabo la comunicación (interfaz), están presentes toda clase de equipos que ayuden a una correcta transferencia de datos.

### **1.6.2 PARTE DE TRANSFERENCIA DEL MENSAJE NIVEL 2**

MTP Nivel 2 cumple la misma función que la capa de enlace del modelo OSI. El nivel 2 es el que se encarga de la transmisión del mensaje sobre el enlace de la señalización; valida la entrega ordenada que trata de seguir una secuencia del mensaje, controla el flujo, revisa los errores y de ser necesario retransmite el mensaje a su destino.

Es el que prueba los enlaces para verificar si es que se encuentran listos para su uso, los monitorea y de encontrar algún error los reporta; es que aquí donde se establece el tamaño del paquete a ser enviado.

### **1.6.3 PARTE DE TRANSFERENCIA DEL MENSAJE NIVEL 3**

MTP Nivel 3 está asociado con la capa de red del modelo OSI; ya que este nivel se encarga de rutear los mensajes SS7 y en caso de de que falle la transmisión o simplemente el camino esté congestionado o exista mucho tráfico, éste será el encargado de redirigir el mensaje. Se lo conoce también

como la capa de administración debido a que controla la red de señalización, los enlaces y el ruteo de los mensajes.

#### **1.6.4 PARTE DEL CONTROL DE CONEXIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN.**

SCCP (que viene del inglés SIGNALING CONNECTION CONTROL PART) es un protocolo que brinda funciones más avanzadas que la capa de nivel 3 que es la que trabaja como capa de red, mejorando así la transferencia de los circuitos(información) de señalización, los procesos que realiza la gestión en las aplicaciones son controlados por este protocolo.

Está formado por mecanismos de enrutamiento más potentes y flexibles, los cuales están orientados a la conexión de los servicios de transferencia de los datos; trabaja principalmente con la base de datos de las aplicaciones de toda la red. Se utiliza en las redes de telefonía celular. [2]

### **1.6.5 PARTE DE APLICACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE TRANSACCIÓN.**

TCAP (Transaction Capabilities Application Part) es uno de los niveles de SS7 utilizado como capa de transporte, es el responsable de los requerimientos y respuestas entre los SSPs y los SCPs; conecta y desconecta la llamada; facilita la conexión con una base de datos externa, cabe recalcar que cada servicio tiene su propia base de datos. Es una aplicación que intercambia mensajes en tiempo real entre MSC, HLR y VLR los cuales contienen las diferentes bases de datos ya sean del cliente o la información a actualizarse. [2]

### **1.6.6 PARTE DE USUARIO DE TELEFONÍA (TUP) Y SERVICIOS INTEGRADOS PARA UNA RED INTELIGENTE (ISUP).**

TUP (viene del inglés Telephone User Part) se lo usa para soportar llamadas básicas y trabaja con circuitos analógicos; actualmente la ISUP ha reemplazado a la TUP.

ISUP (viene del inglés Integrated Services Digital Network) se define el protocolo para conexiones troncales, transporta voz y datos entre los

terminales. Por lo general son usados para mensajes de señalización de usuarios ISDN.

Los mensajes más utilizados son los siguientes:

- ✓ IAM: información inicial de la llamada.
- ✓ SAM: transporta los datos no transmitidos por IAM.
- ✓ ACM: acceso a la llamada destino.
- ✓ ANM: respuesta por el usuario con que se quería comunicar.
- ✓ BLO: bloqueo del canal útil.
- ✓ UBL: desbloquea el canal útil.
- ✓ REL: termina la llamada.

Estos niveles o capas de enlaces se los puede apreciar de una mejor manera en la **Figura 1.8**.

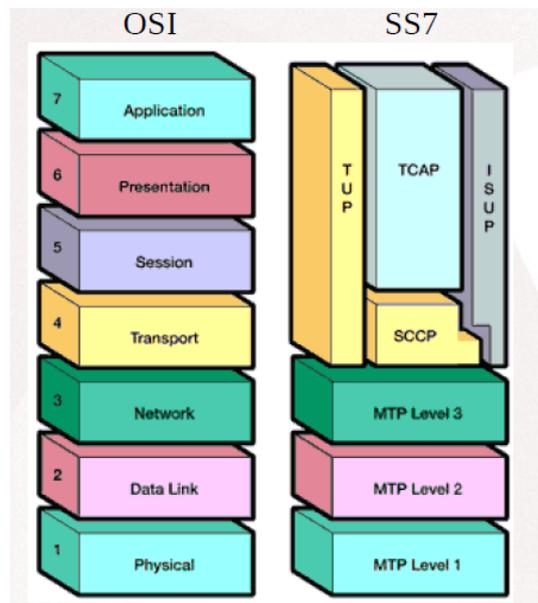


Figura 1.8: Niveles de SS7 comparados con capas del modelo OSI [3]

## **CAPÍTULO 2**

### **RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)**

#### **2.1 GENERALIDADES DE UNA PSTN**

Anteriormente se establecía comunicación entre dos personas a larga o corta distancia, cuando una de ellas levantaba el teléfono. Este proceso es conocido como un circuito, el cual se encargaba de entablar la comunicación con la otra persona, es decir la primera persona que descolgaba el teléfono es la que solicitaba hablar con la otra.

Al comienzo esto no tenía muchos inconvenientes, pero con el tiempo fueron apareciendo; debido a que los canales de telecomunicación se saturaban de usuarios y ya era difícil entablar la conversación esto sucede cuando los

circuitos se conectan con el switch principal que era el que conectaba un usuario con otro.

Tiempo más tarde se decide asignar un switch para cada cliente, cada uno de ellos manejado por una operadora, al principio resultó fácil pero a medida que iban aumentando los clientes, se complicaba, debido a que se necesitaban más operadoras y eso implicaba más gastos y tiempo. [2]

De todo este proceso salen los conceptos de LLAMADA TELEFÓNICA Y CONMUTADOR TELEFÓNICO, esto es marcar un identificador numérico y enviar la voz a un switch automatizado que conmute la llamada con su destino; atribuye rapidez al sistema y permite una mayor escalabilidad. [3]

A esta enorme red que nos ayuda a comunicarnos con nuestros amigos, familiares dentro y fuera del país se la denominó Public Switching Telephone Network o PSTN. Para que la red PSTN tenga un correcto funcionamiento necesita de 4 elementos muy importantes que son los siguientes:

- Dispositivos
- Transmisión
- Conmutación
- Señalización

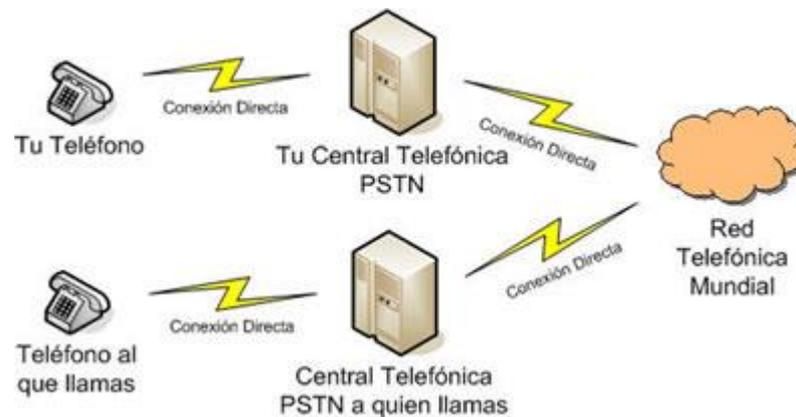
**LOS DISPOSITIVOS** son también llamados periféricos, entre ellos encontramos las contestadoras automáticas, identificadores de llamadas, estos elementos encierran todo lo que tiene que ver con el software donde se hacen las diferentes actualizaciones del sistema.

**LA TRANSMISIÓN** es la encargada de ver la mejor manera de enviar la voz, los datos, o ambos mensajes a la vez.

**LA CONMUTACIÓN** es la que nos dice si están bien conectados todos los enlaces de la red, es la que busca el mejor camino para el envío y recepción de los mensajes.

**LA SEÑALIZACIÓN** es la que se encarga de la administración de la red, y a su vez controla la red de telefonía, fijándose que no haya ningún error de transmisión durante el envío y recepción de datos (mensaje).

En una red PSTN, la calidad de voz es muy buena puesto que suena natural y es muy fácil reconocer con quien estamos comunicándonos, existen pequeños ruidos en la comunicación pero que realmente no afectan la interlocución, como podemos observar la **Figura 2.1** nos muestra el diseño de una Red Pública Conmutada.[2]



**Figura 2.1: Red PSTN [2]**

La voz se da de manera análoga, se logra tener una comunicación muy clara debido a que las señales analógicas se muestrean a 8000 Hz y se comprimen a 8 bits por muestra este proceso se da gracias a la utilización de la Modulación de Código de Pulso **ITU-T-G711**.

La Modulación de Código de Pulso (PCM) es una de las modulaciones más utilizadas alrededor del mundo puesto a que es la más conocida al momento de querer hacer conversiones de señales analógicas a digital.

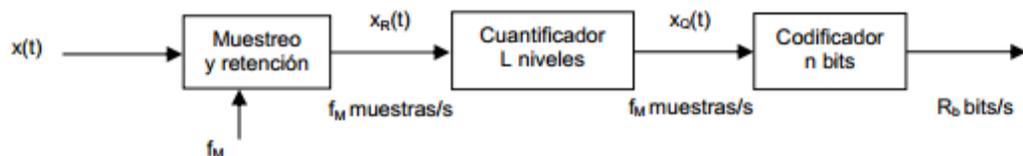
Esta modulación tiene grandes ventajas en cuanto a la transmisión ya que hace que sea más eficiente, evita el ruido y hay menos interferencias.

La modulación por código de pulso trabaja con el teorema del muestreo, la cuantificación y el codificador. [2]

El muestreo es aquel que se encarga de tomar muestras de la señal a codificar en determinados intervalos de tiempo; al realizar la cuantificación se

le asigna un valor discreto a cada uno de los resultados obtenidos en el muestreo con el fin de con el fin de minimizar las muestras; después de que la señal a transmitir pasa por el cuantificador entra en el proceso de ser codificada, esto quiere decir que a la señal se le asignan códigos binarios, y así queda lista para ser transmitida.

La **Figura 2.2** presenta un diagrama de bloques de cómo funciona esta modulación.



**Figura 2.2: Modulación PCM [2]**

## 2.2 ESTRUCTURA DE LA PSTN

La señalización es un proceso muy complejo y de gran utilidad, el cual ha dado excelentes resultados estructurando una PSTN, en la **Figura 2.3** podemos observar cómo se estructura la PSTN.

Está formado por los siguientes elementos:

- ✓ **LOCAL LOOP:** línea de abonado o la perteneciente al cliente, es el cableado que va desde la casa del usuario hasta la central más cercana.
- ✓ **TRONCALES:** Enlaza dos centrales de conmutación.
- ✓ **PRIMARIO:** Conmutador que se encuentra en la zona de servicio.
- ✓ **TANDEM:** Conecta varios conmutadores entre sí.[2]

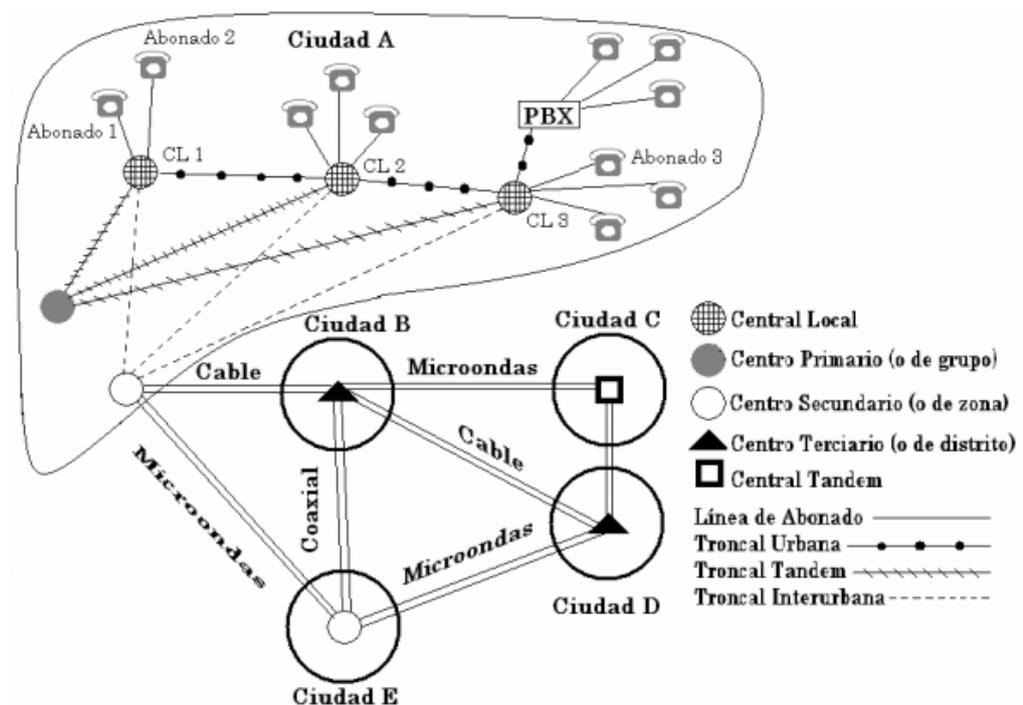


Figura 2.3: Estructura de la PSTN [2]

## 2.3 CONMUTACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA

La red de telefonía está formada por una trayectoria de nodos los cuales se conectan entre sí a través de una conmutación; todos los teléfonos que se encuentran en la misma red podrán conectarse entre sí, para proporcionar los diferentes servicios que se brinden.

Lo primordial al momento de diseñar una red telefónica es tener en cuenta la transmisión y la conmutación de los servicios.

La TRANSMISIÓN permite que dos abonados se comuniquen entre sí, mientras que la CONMUTACIÓN es la que se encarga de establecer la trayectoria de comunicación entre dos abonados.

Existen varios requerimientos que los usuarios requieren al momento de establecer la llamada (transmisión/conmutación), entre ellos tenemos los siguientes: [9]

- ✓ El tiempo en que una llamada demore en conectarse debe ser rápido, debe ser un tiempo mucho menor de lo que durará la llamada.
- ✓ La probabilidad de que una llamada llegue a su fin debe ser del 99%, sin embargo está comprobado que en horas donde más llamadas hay, esta probabilidad llega al 95%.

- ✓ Se espera siempre que la conversación de un abonado a otro sea confiable/privada, pero no siempre puede ser así.
- ✓ El abonado siempre se comunicará mediante el canal de voz.

### **2.3.1 NUMERACIÓN TELEFÓNICA**

Una llamada es encaminada a través de un número telefónico, ya que mediante el número es como la llamada se activa, en este caso se activan los conmutadores en los puntos donde se vaya a realizar la comunicación.

Todos los abonados deben tener un número de teléfono específico/único; las funciones básicas que realiza un número telefónico son:

- ✓ Enrutar la llamada.
- ✓ Activar todos los medios para que la llamada se pueda realizar.

Una llamada comienza de la siguiente manera:

- ✓ Se debe levantar la bocina y esperar el tono de marcado, este sonido/tono es el que indica que el conmutador se activa.
- ✓ Luego se debe marcar el número del abonado destinatario para poder establecer dicha llamada.

Existen conmutadores de 100, 1000, 10000 líneas en los cuales se pueden asignar números telefónicos de entre 00 a 99, 000 a 999, 0000 a 9999 respectivamente.

La conmutación es analizada mediante centrales con números de abonados, se consideran 7 dígitos para tomarlo de ejemplo, 246-0836, donde 246 es el que indica la central local y 0836 identifica el abonado. [9]

### **2.3.2 CONCENTRACIÓN**

La central de conmutación local es aquella en donde se concentra el tráfico; la concentración es la función que reduce el tiempo de la trayectoria de la conmutación o enlace dentro de la central y el número de troncales a conectarse con la central local o con otras centrales. En la **Figura 2.4** se muestra la estructuración de una red PSTN. [9]

### Red Telefónica de Conmutación Pública PSTN

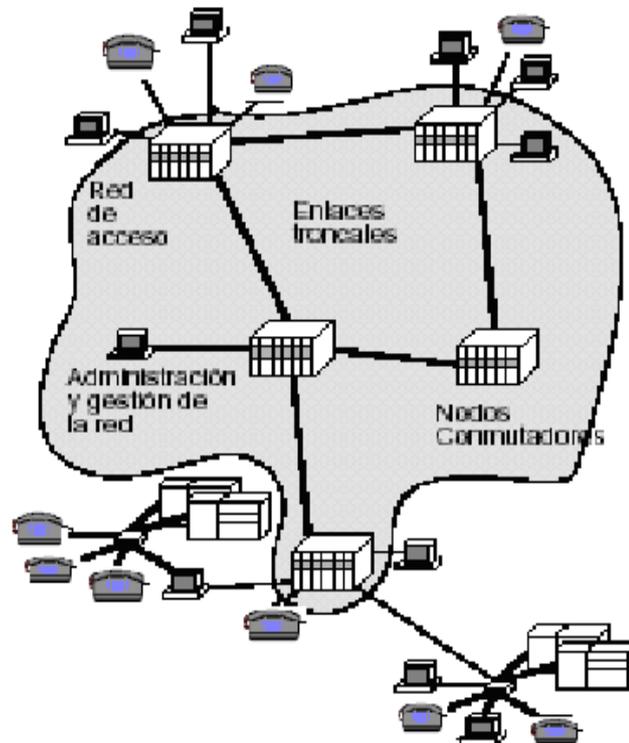


Figura 2.4: Red Telefónica de Conmutación Pública PSTN [9]

#### 2.3.3 FUNCIONES BÁSICAS DE LA CONMUTACIÓN

El conmutador o central tiene 8 funciones básicas sobre la llamada tales

Como: [9] [2]

- ✓ Interconexión
- ✓ Control
- ✓ Alerta
- ✓ Atención

- ✓ Recepción de información
- ✓ Transmisión de información
- ✓ Prueba de ocupado
- ✓ Supervisión

## **CAPÍTULO 3**

### **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED CISCO**

#### **3.1 DISEÑO DE LA RED**

Debido a que no contamos con equipamientos CISCO que soporten o trabajen con la señalización SS7, vamos a dar una breve explicación de cómo se podría realizar esta implementación en base a la red que ya tenemos trabajando.

En base a las investigaciones realizadas hemos encontrado un dispositivo que actúa como Media Gateway Controller (MGC), el mismo que trabaja con multiprotocolo, que lo hace útil para interconectar redes de telefonía públicas conmutadas(PSTN) y soportar el transporte de paquetes entre redes que trabajan a nivel de IP.

Este dispositivo CISCO toma el nombre de PGW 2200 Softswitch, el mismo que soporta la señalización SS7 que es con la que queremos trabajar nuestra

implementación. Es el que se encargará del control del flujo de llamadas y que tengan un buen funcionamiento de ruteo todas las comunicaciones.

Se conecta a la PSTN a través de estándares que permiten la transacción de aplicaciones (TCAP) e interfaces inteligentes de aplicaciones de red, lo cual hace que la misma se convierta en una red inteligente y avanzada. [4]

Cisco PGW 2200 tiene características avanzadas, las mismas que se presentarán a continuación.

- ✓ 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 recibirlas.
- ✓ 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]

CISCO PGW 2200 tiene cinco elementos que utiliza para la interconexión entre dispositivos mediante los cuales se llevarán a cabo llamadas y diferentes requerimientos entre usuarios y/o centrales:

- ✓ 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]

Aplicaciones del CISCO PGW 2200 en enlaces habilitados con la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN), tales como:

- ✓ VoIP transporte.
- ✓ Multiplexación por División de Tiempo (TDM), interfaces de velocidad Primaria (PRI).
- ✓ Gateway SIP-PSTN.
- ✓ Puertos o interfaces de enlace H.323.
- ✓ Enterprise Services tales como Call Center y servicios de Voz.
- ✓ Servicios de voz y datos habilitados con Protocolos propietarios de CISCO como el SCCP (Skinny Client Control Protocol).

Para configurar los servicios de señalización SS7 en el CISCO PGW 2200 Softswitch, se deberá ingresar al MML que es el nombre que tendrá por defecto la consola de comandos. 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"
```

En donde la palabra clave para añadir la configuración SS7 esta en PROV-ADD, para confirmar si el comando fue correctamente ejecutado y el servicio se levantó y si la señalización SS7 fue agregada lo podemos revisar con PROV-RTRV.

Si necesitamos realizar algún cambio en las propiedades de la señalización lo podemos hacer ejecutando el siguiente comando: [4]

```
MML> PROV-ADD: SIGSVCPROP: NAME="SS7SVC1", GNINCLUDE=1
```

Otros de los links que deben ser activados en el CISCO PGW 2200 son los Puntos de Transferencia IP (ITPs), pues estos se usarán para el control de

una llamada, activando estos comandos, el dispositivo podrá usar MTP3 (M3UA) y SCCP (SUA); para ellos debemos activarlos:

```
MML> PROV-ADD: M3UAKEY: NAME="M3UAKEY1", OPC="OPC1",  
DPC="DPC1", SI="ISUP", ROUTINGCONTEXT=10
```

```
MML> PROV-ADD: SUAKEY: NAME="SUAKEY1", OPC="OPC1",  
APC="APC1", LOCALSSN=200, ROUTINGCONTEXT=20
```

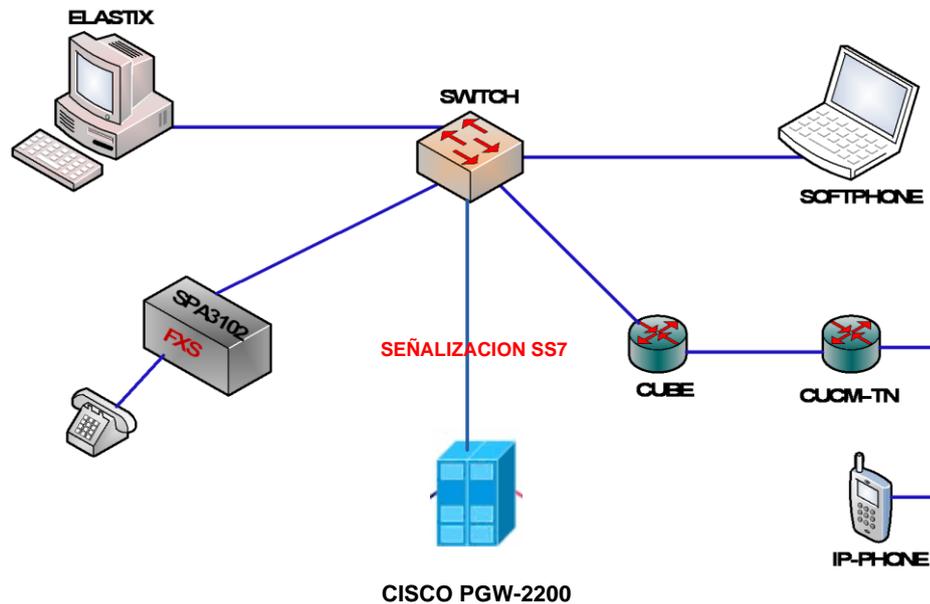
Una vez que ya hemos configurado los diferentes ITPs, procedemos a ejecutar los comandos de ruteo para con los switches remotos conectados a la red, recordemos que estos se deben configurar para cada uno de los switches que estén conectados remotamente a nuestra red. [4]

```
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.

```
MML> PROV-ADD: IPRUTE: NAME="IPRTE1", DESC="IP ROUTE 1",
DEST="209.165.200.240", IPADDR="IP_ADDR1",
NETMASK="255.255.255.224", NEXTHOP="209.165.201.10".
```

En la figura que se presentara a continuación podemos observar como se realizaría la interconexión entre el router ya existente el CISCO PGW 2200.



**Figura 3: Diseño de la Red Interconectada con el CISCO PGW-2200**

### **3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS A UTILIZAR.**

Para la implementación de la red utilizamos los siguientes dispositivos y programas:

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

### **3.3 IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE Y HARWARE**

#### **3.3.1 INSTALACIÓN DE ELASTIX Y VIRTUAL-BOX**

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).

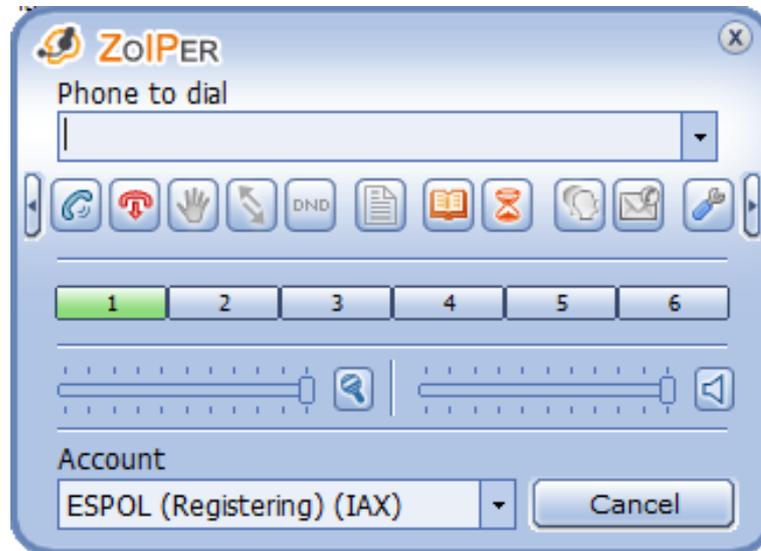
Elastix es un software libre utilizado en las telecomunicaciones, el cual cuenta con un sistema que brinda servicios tales como: Fax, Mensajería Instantánea, VoIP, Email, entre otras. Trabaja con el sistema operativo CENTOS, fácil de usar e instalar.

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.

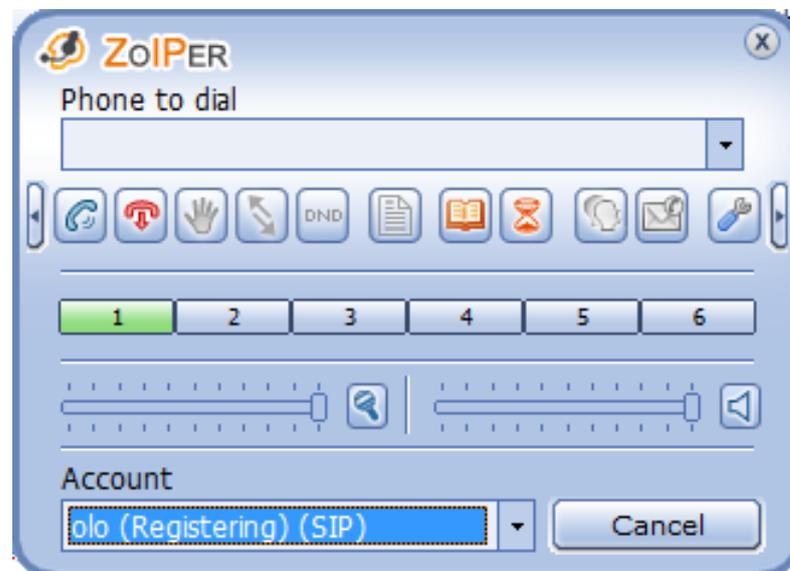
**En el ANEXO A se encontrarán los pasos a seguir para la configuración del software ELASTIX.**

### **3.3.2 CONFIGURACIÓN SOFTPHONE Y LINKSYS SPA3102**

Se instaló 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. Este softphone se lo descargo de internet, pues es una aplicación gratis, fácil de encontrar en la red, tal como se muestra en **Figura 3.1** y **Figura 3.2**.

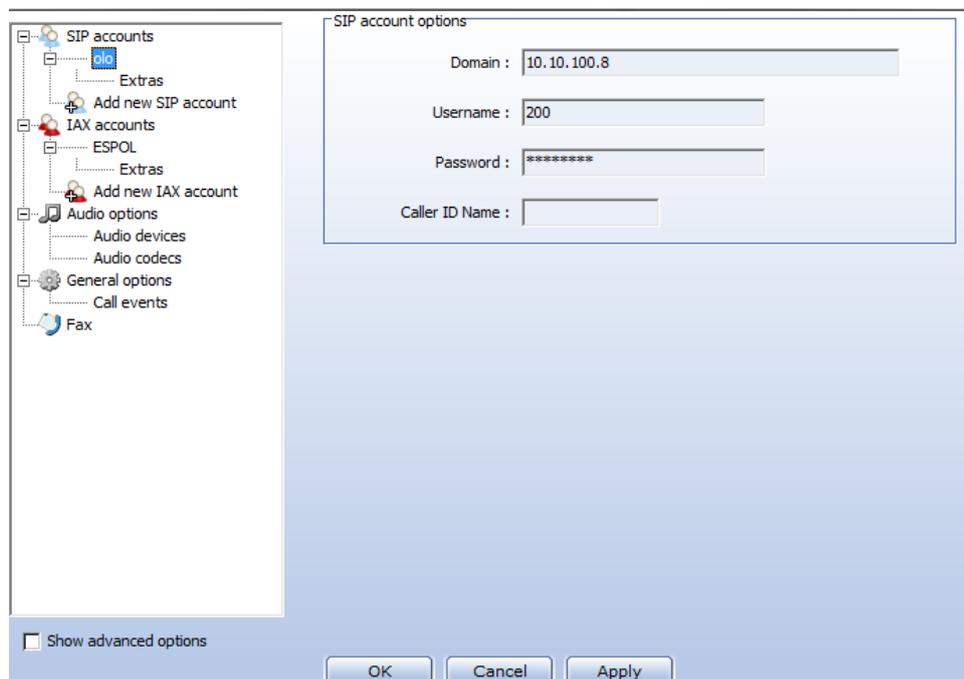


**Figura 3.1: Configuración Protocolo IAX**

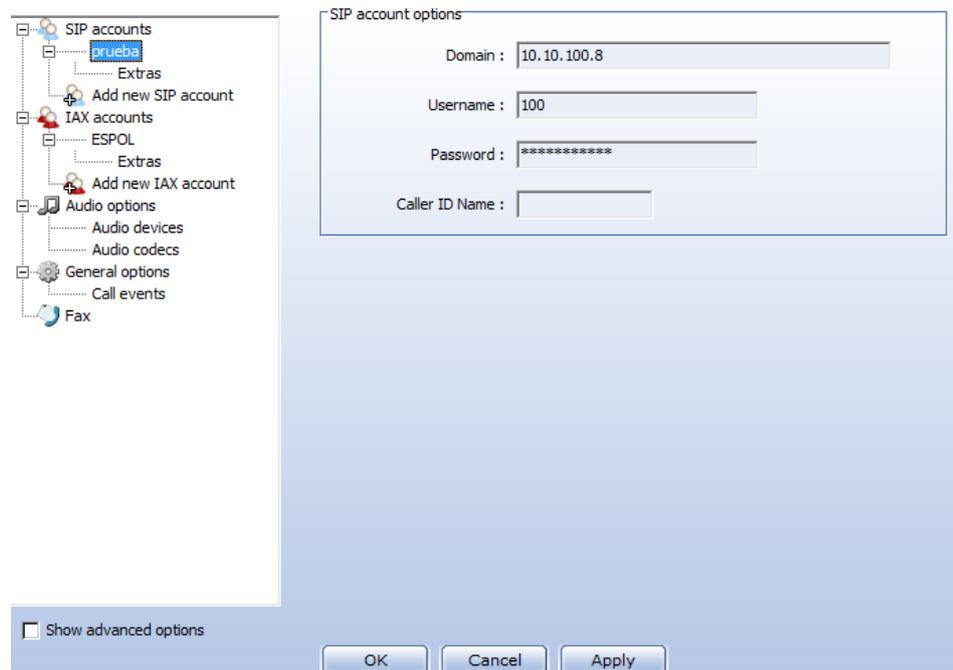


**Figura 3.2: Configuración Protocolo SIP**

En la **Figura 3.3** y **Figura 3.4** podemos observar la configuración de las extensiones con las cuales trabajaremos, configuramos la extensión 200 y 100 para trabajar con el Protocolo SIP y la 301 para trabajar con el Protocolo IAX.



**Figura 3.3: Configuración Extensión 200**



**Figura 3.4: Configuración Extensión 100**

Se configuraron también los dispositivos **Linksys SPA3102**. Estos dispositivos 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; posee dos interfaces de Ethernet 100BaseT RJ-45 para conectarse a una red LAN ya sea de hogar o de oficina; como también a una conexión de Ethernet a un módem o router de banda ancha.

La función básica de un SPA3102 es convertir el tráfico de voz en paquetes de data/datos para que de esa manera sea más fácil transmitirlos a través de la red IP.

El SPA3102 fue creado para utilizar estándares internacionales de voz y datos para que el servicio de teléfono o fax sea confiable.

### 3.3.3 CONFIGURACIÓN ROUTER 881-STRS

A continuación tenemos la configuración del Router Cisco 881 srst, el cual vamos a utilizar como un Gateway de voz puro, ver **Figura 3.5**

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

**Figura 3.5: Configuración SIP**

La primera interfaz que vamos a configurar es la WAN con la cual nos conectaremos al ISP, después configuramos la Vlan1 que es la dirección del Gateway de voz (Elastix). Se configura el router para que seleccione el protocolo por defecto, tal como se muestra en la **Figura 3.6**.

```

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 3.6: Configuración Direcciones IP**

Al primer dial-peer Voice está configurado específicamente para el teléfono IP le damos el nombre de CUCM(CISCO UNIFIED CALL MANGER) 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, por defecto se utilizara el códec G711law.

El segundo dial-peer Voice se configurara 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 análoga con nuestro equipo CISCO 881 SRST, ver **Figura 3.7**.

```
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
```

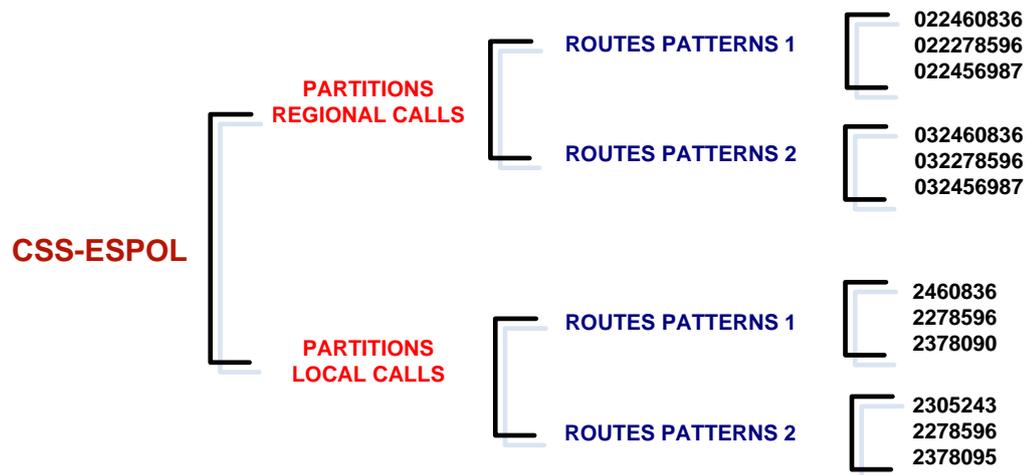
**Figura 3.7: Configuración Dial-Peer Voice**

### 3.3.4 CONFIGURACIÓN DEL CALL MANAGER

Para ingresar al Call Manager ingresamos mediante la dirección IP 172.24.4.232, que es la dirección en la que se encuentra nuestro Call Manager en red.

Se procedió a configurar 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 3.8**.



**Figura 3.8: CSS-ESPOL**

También configuramos el teléfono a usar seleccionando el modelo del mismo, luego se coloca la MAC del teléfono, activándolo así en la línea a utilizar.

Se configura la partición, en este caso nuestra partición se llama PT\_TESIS\_ESPOL, luego procedimos a seleccionar una troncal, que es una especie de grupo en donde estarán registrados nuestros números y/o extensiones, nuestra troncal fue asignada con el nombre de TRUNK\_CISCO\_TESIS.

El recuadro rojo muestra la dirección IP, la MAC, modelo del teléfono y el Calling Space, que pertenecen al IP-Phone que utilizamos, tal como se muestra en la **Figura 3.9**.

Association Information	
Modify Button Items	
1	Line [11] - 2378090 in PT_TESIS_ESPOL
2	None
3	Add a new SD
4	Add a new SD
5	Add a new SD
6	Add a new SD
----- Unassigned Associated Items -----	
7	Line [21] - Add a new DN
8	Add a new SD
9	Privacy
10	None

Phone Type	
Product Type:	Cisco 7906
Device Protocol:	SCCP
Device Information	
Registration	Unregistered
IP Address	192.168.142.125
MAC Address*	002414B2C23A
Description	SEP002414B2C23A
Device Pool*	DP_Matriz <a href="#">View Details</a>
Phone Button Template*	Standard 7906
Softkey Template	Standard User
Common Phone Profile*	Standard Common Phone Profile
Calling Search Space	TESIS_ESPOL
AAR Calling Search Space	TESIS_ESPOL
Media Resource Group List	< None >
User Hold MOH Audio Source	< None >
Network Hold MOH Audio Source	< None >
Location*	Telconet
User Locale	English, United States
Network Locale	< None >
Built In Bridge*	Default
Privacy*	Default
Owner User ID	< None >
Phone Load Name	
<input type="checkbox"/> Ignore Presentation Indicators (internal calls only)	
<input checked="" type="checkbox"/> Allow Control of Device from CTI	
Protocol Specific Information	
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	0

**Figura 3.9: Configuraciones Básicas**

<input checked="" type="checkbox"/> Allow Control of Device from CTI	
<b>Protocol Specific Information</b>	
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	0
Presence Group*	Standard Presence group
Device Security Profile*	Cisco 7906 - Standard SCCP Non-Secure Profile
SUBSCRIBE Calling Search Space	< None >
<input type="checkbox"/> Unattended Port <input type="checkbox"/> Require DTMF Reception <input type="checkbox"/> RFC2833 Disabled	
<b>Certification Authority Proxy Function (CAPF) Information</b>	
Certificate Operation*	No Pending Operation
Authentication Mode*	By Null String
Authentication String	
<input type="button" value="Generate String"/>	
Key Size (Bits)*	1024
Operation Completes By	2014 2 2 12 (YYYY:MM:DD:HH)
Certificate Operation Status: None	
Note: Security Profile Contains Addition CAPF Settings.	
<b>External Data Locations Information (Leave blank to use default)</b>	
Information	
Directory	
Messages	
Services	
Authentication Server	
Proxy Server	
Idle	
Idle Timer (seconds)	

**Figura 3.10: Configuraciones Básicas I**

**Status**  
 Status: Ready

**Directory Number Information**

Directory Number\* 2378090  
 Route Partition PT\_TESIS\_ESPOL  
 Description Phone\_Espol  
 Alerting Name Phone\_Espol  
 ASCII Alerting Name Phone\_Espol  
 Allow Control of Device from CTI  
 Associated Devices SEP002414B2C23A

[Edit Device](#)  
[Edit Line Appearance](#)

Dissociate Devices

**Directory Number Settings**

Voice Mail Profile <None> (Choose <None> to use system default)  
 Calling Search Space TESIS\_ESPOL  
 Presence Group\* Standard Presence group  
 AAR Group <None>  
 User Hold MOH Audio Source <None>  
 Network Hold MOH Audio Source <None>  
 Auto Answer\* Auto Answer Off

**Call Forward and Call Pickup Settings**

	Voice Mail	Destination	Calling Search Space
Forward All	<input type="checkbox"/> or		<None>
Secondary Calling Search Space for Forward All			<None>

Figura 3.11: Configuraciones Básicas II

**Call Forward and Call Pickup Settings**

	Voice Mail	Destination	Calling Search Space
Forward All	<input type="checkbox"/> or		<None>
Secondary Calling Search Space for Forward All			<None>
Forward Busy Internal	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward Busy External	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward No Answer Internal	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward No Answer External	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward No Coverage Internal	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward No Coverage External	<input type="checkbox"/> or		<None>
Forward on CTI Failure	<input type="checkbox"/> or		<None>
No Answer Ring Duration (seconds)			
Call Pickup Group	<None>		

**MLPP Alternate Party Settings**

Target (Destination)   
 MLPP Calling Search Space <None>  
 MLPP No Answer Ring Duration (seconds)

**Line 1 on Device SEP002414B2C23A**

Display (Internal Caller ID) Phone\_Espol  
you specify a number, the person receiving a call may not see the proper identity of the caller.  
 ASCII Display (Internal Caller ID) Phone\_Espol  
 Line Text Label Phone\_Espol  
 ASCII Line Text Label Phone\_Espol  
 External Phone Number Mask   
 Message Waiting Lamp Policy\* Use System Policy  
 Ring Setting (Phone) Use System Default

Figura 3.12: Configuraciones Básicas III

MLPP No Answer Ring Duration (seconds)

---

**Line 1 on Device SEP002414B2C23A**

Display (Internal Caller ID) Phone\_Espol Display text for a line appearance is intended for displaying text such as a name instead of a directory number for internal calls. If you specify a number, the person receiving a call may not see the proper identity of the caller.

ASCII Display (Internal Caller ID) Phone\_Espol

Line Text Label Phone\_Espol

ASCII Line Text Label Phone\_Espol

External Phone Number Mask

Message Waiting Lamp Policy\* Use System Policy

Ring Setting (Phone Idle)\* Use System Default

Ring Setting (Phone Active) Use System Default Applies to this line when any line on the phone has a call in progress.

---

**Multiple Call/Call Waiting Settings on Device SEP002414B2C23A**

Note: The range to select the Max Number of calls is: 1-6

Maximum Number of Calls\* 4

Busy Trigger\* 2 (Less than or equal to Max. Calls)

---

**Forwarded Call Information Display on Device SEP002414B2C23A**

Caller Name

Caller Number

Redirected Number

Dialed Number

**i** \* indicates required item.

**i** \*\* Changes to Line or Directory Number settings require restart.

Figura 3.13: Configuraciones Básicas IV

TRUNK

**Find and List Trunks**

Status

16 records found

Search Options

Find Trunks where: Device Name begins with    Search Within Results

(device.name begins with any)

Search Results

Name	Description	Calling Search Space	Device Pool	Route Pattern	Partition	Route Group	Priority	Trunk Type	SIP Trunk Security Profile
172.24.4.221	Denwa	CSSBASICO	DP_Matriz	3XXXXXX	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
172.24.4.221	Denwa	CSSBASICO	DP_Matriz	2XXXXXX	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
172.24.4.221	Denwa	CSSBASICO	DP_Matriz	411XXXX	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
172.24.4.221	Denwa	CSSBASICO	DP_Matriz	34XXX	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
172.24.4.221	Denwa	CSSBASICO	DP_Matriz	04XXXXXXXX	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
Asterisk-GYE	Asterisk Guayaquil	CCS_Matriz	Pruebas 2010	129	BASICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
CCME-2801	Cisco 2801 con CCME	CCS_Matriz	DP_Telco	172	PT_PACIFICO			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
EXHUMSIP	Servidor Exchange	CSS-LOCALES_MATRIZ	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
Elastix	Prueba Elastix	CCS_Matriz	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
GW_SIP	Gateway 2821 SIP	CCS_Matriz	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
NORTEL	Nortel	CCS_Matriz	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
OCS_Telco	Lab OCS Telco	CCS_Matriz	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
Policom01	Video Conference	CCS_Matriz	DP_Telco					SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
SOUNDWINSIP	SOUNDWINSIP	CSSBASICO	Pruebas 2010					SIP Trunk	119
Tunk_Cisco_Tesis	Tunk_Cisco_Tesis	TESIS_ESPOL	DP_Matriz	[1-4]XX	PT_TESIS_ESPOL			SIP Trunk	Non Secure SIP Trunk Profile
polycomv	Polycom Video TT	CSSBASICO	DP_Telco			RGPolycom	1	H.225 Trunk (Gatekeeper Controlled)	

Rows per Page 50

Figura 3.14: Configuración de Troncales

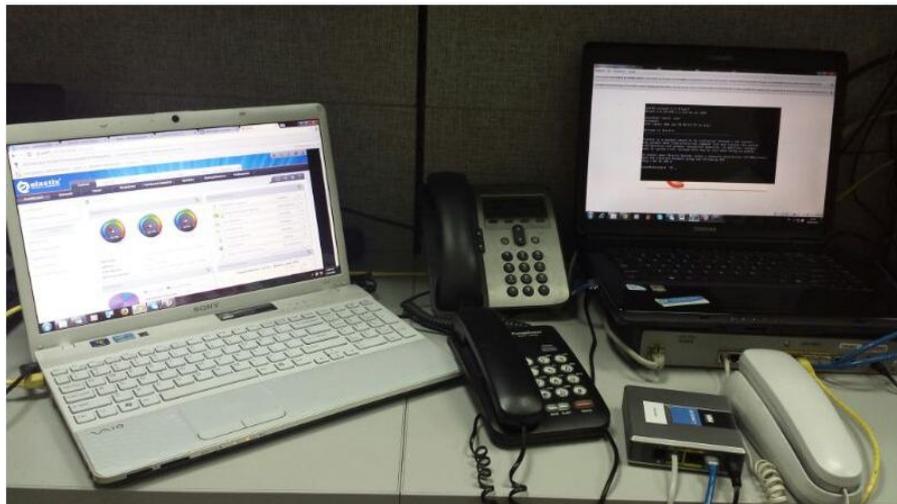
Status	
Status: Ready	
Device Information	
Product:	SIP Trunk
Device Protocol:	SIP
Device Name*	Tunk_Cisco_Tesis
Description	Tunk_Cisco_Tesis
Device Pool*	DP_Matriz
Call Classification*	Use System Default
Media Resource Group List	< None >
Location*	Telconet
AAR Group	< None >
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	0
<input checked="" type="checkbox"/> Media Termination Point Required <input checked="" type="checkbox"/> Retry Video Call as Audio <input type="checkbox"/> Transmit UTF-8 for Calling Party Name <input type="checkbox"/> Unattended Port	
Multilevel Precedence and Preemption (MLPP) Information	
MLPP Domain	< None >
Call Routing Information	
Inbound Calls	
Significant Digits*	All
Connected Line ID Presentation*	Allowed
Connected Name Presentation*	Allowed
Calling Search Space	TESIS_ESPOL
AAR Calling Search Space	< None >
Prefix DN	

Figura 3.15: Configuración de Troncales I

Calling Search Space	TESIS_ESPOL
AAR Calling Search Space	< None >
Prefix DN	
<input type="checkbox"/> Redirecting Diversion Header Delivery - Inbound	
Outbound Calls	
Calling Party Selection*	Originator
Calling Line ID Presentation*	Allowed
Calling Name Presentation*	Allowed
Caller ID DN	
Caller Name	
<input type="checkbox"/> Redirecting Diversion Header Delivery - Outbound	
SIP Information	
Destination Address*	192.168.242.242
<input type="checkbox"/> Destination Address is an SRV	
Destination Port*	5060
MTP Preferred Originating Codec*	711ulaw
Presence Group*	Standard Presence group
SIP Trunk Security Profile*	Non Secure SIP Trunk Profile
Rerouting Calling Search Space	< None >
Out-Of-Dialog Refer Calling Search Space	< None >
SUBSCRIBE Calling Search Space	< None >
SIP Profile*	Standard SIP Profile
DTMF Signaling Method*	RFC 2833
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Delete"/> <input type="button" value="Reset"/> <input type="button" value="Add New"/>	

Figura 3.16: Configuración de Troncales II

### 3.3.5 DIAGRAMA Y FOTOS DE CONEXIONES ENTRE DISPOSITIVOS FINALES



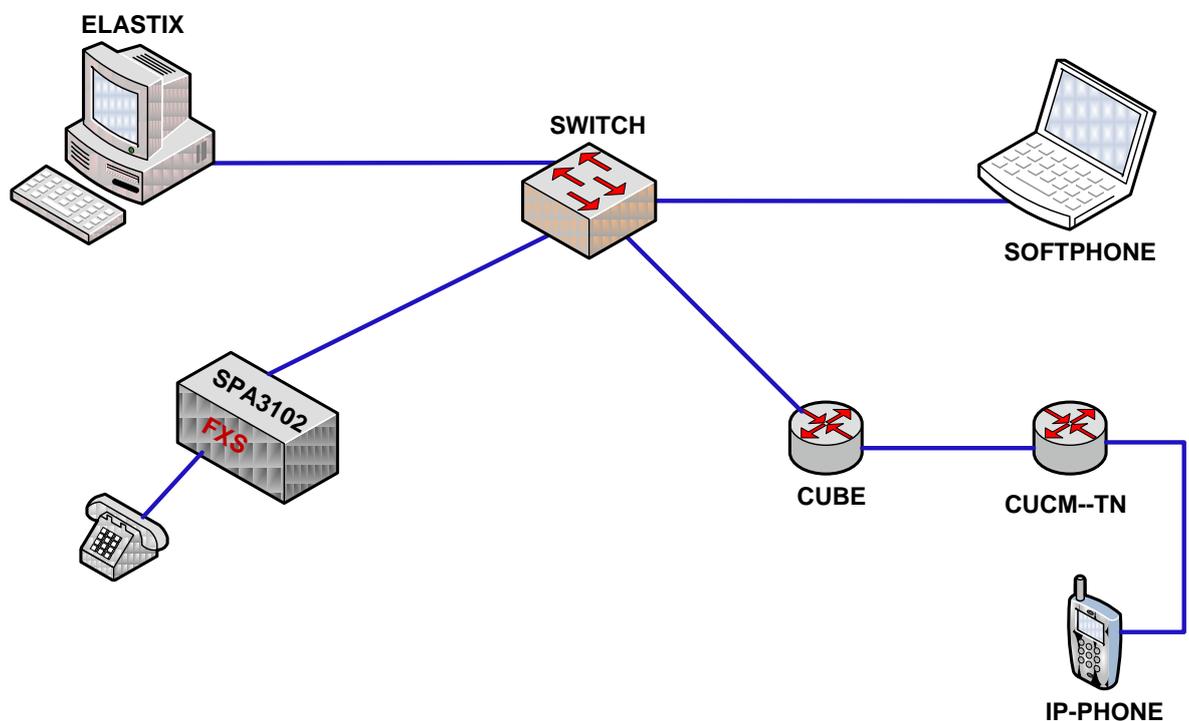
**Figura 3.17: Red Implementada**

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 router (Cisco C881-SRST). El protocolo que analizaremos en este escenario es SIP, ver **Figura 3.17**.

Otro escenario que veremos en esta implementación es realizar una llamada mediante la PC que tiene Elastix hacia un teléfono análogo, para que esta comunicación se haga posible utilizamos un LINKSYS SPA3102, el cual tiene un puerto Fxs.

Un último escenario que probamos fue 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 realizó una llamada hacia un teléfono IP; para comprobar así que mediante distintos protocolos uno se puede conectar en diferentes redes. En este escenario se verificó el comportamiento del protocolo de señalización SCCP (Skinny Client Control Protocol) que es con el que trabajamos en este escenario.

En la **Figura 3.18** podemos ver cómo estaría diseñada nuestra red.



**Figura 3.18: Diseño Red Cisco Conectada a una PSTN**

### **3.4 POTOCOLOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA RED**

#### **3.4.1 TELEFONÍA IP**

Esta telefonía está conformada por dos tipos de transmisión (voz y datos), básicamente se encarga de transportar la voz convertida en datos entre dos puntos no cercanos. A través de los años se han desarrollado redes tales como ATM (Asynchronous Transfer Mode) CDMA (Code Division Multiple Access), GPRS (General Packet Radio Service) TDMA (Time Division Multiple Access) para transmitir voz, las cuales tienen como función principal la conmutación de circuitos, es decir, para que exista comunicación entre dos puntos se debe mantener siempre un circuito físico el tiempo que dure la llamada. Los recursos de una llamada no pueden ser usados en otra hasta que la primera no culmine.

Existen también las redes de datos, las cuales principalmente están basadas en el concepto de conmutación de paquetes, es decir, se establece un enlace el cual contiene distintos caminos entre el punto de origen y el de destino en el transcurso de duración de una llamada, a diferencia de la conmutación de circuitos los recursos utilizados en esta conexión pueden ser empleados por otras conexiones al mismo tiempo. [10]

El aspecto principal de las ventajas que tiene esta telefonía es mejor en diferentes áreas tales como:

- Calidad del servicio
- Velocidad de transmisión
- Optimización de los recursos

Para poder gozar de estas ventajas, no es necesario pagar por cada uno de ellos porque todos estos servicios o características son parte de esta telefonía.

Unas de las desventajas que presenta esta telefonía son:

- La pérdida de paquetes.
- La obtención de retrasos considerables.

#### **3.4.1.1 ELEMENTOS DE LA TELEFONÍA IP**

Entre los elementos fundamentales para una conexión exitosa dentro de la telefonía IP están:

- El Gateway
- El Gatekeeper
- La Codificación
- La Señalización.

El **Gateway** es el elemento encargado de establecer un puente entre la red telefónica convencional y la red IP.

El **Gatekeepers** el elemento encargado del desarrollo de las tareas de autenticación de usuarios y controla el ancho de banda, es decir, el cerebro de la red de telefonía IP.

La **Señalización** es la necesaria para cualquier sistema de telefonía debido a que en el instante en el cual un usuario marca un número de teléfono, se puede determinar el estado de la llamada en curso (libre u ocupado).

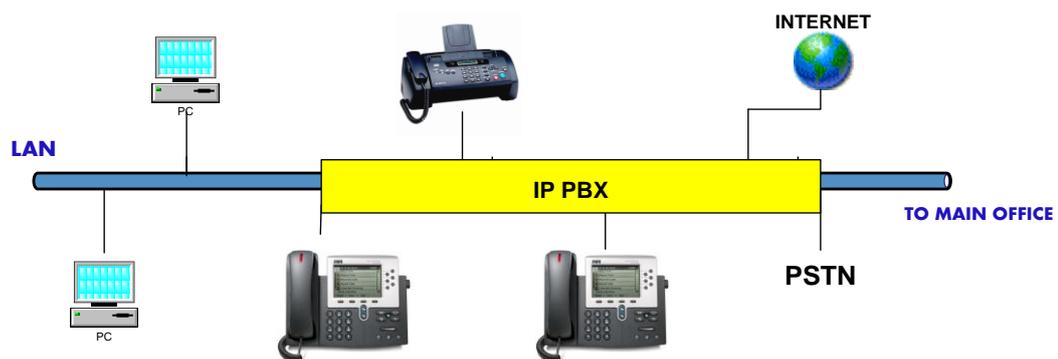
Dentro de estos protocolos destacan H.323 y SIP (Session Instalation Protocol), y SS7 que es el encargado de la red PSTN (Public Switched Telephone Network), entre otros.

La señalización en si es la encarda de codificar la voz humana, es decir, comprimirla y convertirla en paquetes de datos para que puedan ser enviados por una red IP. [10]

### 3.4.1.2 CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y SUS FASES

Los PBX (viene del inglés Private Branch Exchange) usan la conmutación de circuitos para el tráfico de voz empleado en las redes telefónicas ya sean públicas o privadas. En dicha conmutación de circuitos se emplea un canal de comunicaciones dedicado entre dos estaciones, en otras palabras, se desarrolla la conexión en tanto que los recursos de transmisión y conmutación son exclusivamente reservados durante el enlace.

Existe una transmisión transparente, siempre y cuando se realice dicho enlace entre los dispositivos involucrados y estos parezcan como si estuvieran conectados directamente, ver **Figura 3.19**.

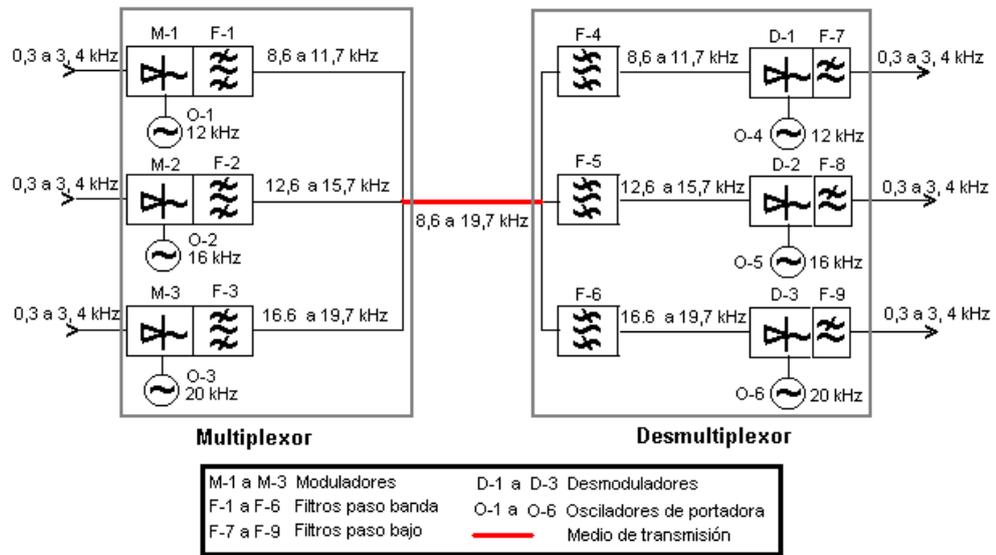


**Figura 3.19: Conmutación de Paquetes - PBX [13]**

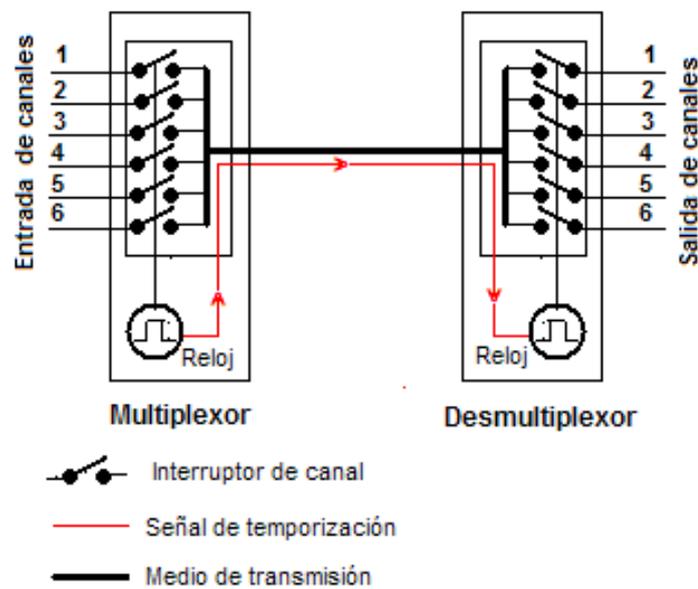
Debido al aumento de dificultad y digitalización de las redes de telecomunicaciones públicas, esta clase de conexiones han cambiado de forma radical, dando paso a que las técnicas de enrutamiento jerárquico hayan sido reemplazadas por otras sin jerarquía, permitiendo mayor eficiencia y flexibilidad.

La transmisión a la larga distancia de voz, imágenes, video y datos se establece por medio de una red de puntos/nodos de conmutación intermedios. Algunos de estos puntos/nodos se conectan solo a otros en su única labor de conmutación interna de la red.

Dichos enlaces entre estos puntos/nodos están multiplexados en frecuencia **(FDM)** o multiplexados en el tiempo **(TDM)**. Por lo general la red no está completamente conectada, es decir, no existe un enlace o ruta alterna entre cada par de puntos/nodos como se muestra en la **Figura 3.20 y Figura 3.21** respectivamente. [11]



**Figura 3.20: Multiplexor de Frecuencia [11]**



**Figura 3.21: Multiplexor de Tiempo [12]**

Entre las fases de conmutación de circuitos tenemos las siguientes:

**Establecimiento del circuito:** se establece un circuito de extremo a extremo.

**Transferencia de Datos:** después que se establece el circuito se transmite la información (analógica o digital).

**Desconexión del circuito:** después de la transferencia de datos, la conexión es finalizada por orden de una de las dos estaciones involucradas.

### 3.4.2 PROTOCOLO SIP

SIP es un protocolo el cual trabaja en la capa de aplicación para crear, modificar y terminar todo tipo de sesiones; ya sean llamadas, transferencia de datos y/o conferencias en tiempo real.

SIP es también llamado un protocolo de señalización el cual se lo utiliza para el establecimiento y gestión de sesiones en donde participan una serie de usuarios. Esta señalización está basada en la petición y respuesta de mensajes en una llamada sea esta de voz o video. En pocas palabras SIP es utilizado para iniciar y finalizar las llamadas de voz y/o video, estas comunicaciones se realizan mediante RTP (Real Time Transport Protocol). RTP es un protocolo de sesión que se encuentra en la capa de aplicación UDP, el cual es utilizado para la transmisión de datos de voz en tiempo real.

Uno de los principales objetivos de SIP fue crear funciones específicas tales que intervengan en el proceso y capacidad de una llamada en la interconexión de la PSTN (Red Pública Conmutada de Telefonía). [10]

Entre las funciones específicas tenemos:

- Llamar.

- Configurar sonidos al momentos de que el teléfono suena (llamada entrante).
- Señal de libre u ocupado.

El protocolo SIP es el que permite iniciar la conexión entre dos UAs. Los UAs (User Agents) son los terminales SIP con los cuales unos puede enramblar la comunicación entre ellos tenemos:

- Teléfonos SIP.
- Softphone.
- Gateway FXS/IP.
- Routers SIP, etc.

Existen dos tipos de UA's que intervienen en la comunicación:

- **UAC** (User Agent Client): Origina las solicitudes SIP.
- **UAS** (User Agent Server): Responde a las solicitudes de UAC.

Ambos tienen la capacidad de iniciar una comunicación básica sin necesidad de estar conectados a un servidor de red. Entre otros tenemos los siguientes:

**Agente de Direcciones:** Direccionan las solicitudes de las llamadas y retorna la dirección o direcciones de la parte llamada. En caso de rechazar la llamada esta envía un mensaje de error.

**Servidor Proxy:** Es aquel que reenvía las solicitudes y respuestas de cuando una llamada se establece y cuando la misma llega a su fin, es decir cuando la llamada fue contestada y a su vez finalizada.

**Servidor de Registro:** Este servidor es aquel que almacena/registra tanto las direcciones SIP como las IP que están asociadas entre sí.

SIP trabaja en base al modelo cliente-servidor y para establecer la llamada se basa en una serie de procesos o pasos.

El cliente realiza un REQUEST y el servidor es quien lo atiende, este genera varias respuestas ante dicho REQUEST. Al iniciarse la sesión de una llamada lo primero que realiza el **cliente** es una petición o invitación (INVITE), el cual está indicando que desea conectarse; a esta invitación el **servidor** responde, aceptando o rechazando dicha petición.

La respuesta del servidor contiene información importante, puesto que indica si fue o no exitosa dicha conexión. Las peticiones y respuestas son los

procesos o pasos que se deben cumplir para poder lograr establecer un correcto inicio de sesión, ver **Figura 3.22**. [10]



**Figura 3.22: Proceso de una llamada SIP [10]**

### 3.4.3 PROTOCOLO IAX

IAX fue diseñado para que cumpla un papel de protocolo entre servidores Asterisk (Elastix). La versión actual de este protocolo es IAX2 el cual fue diseñado para ser usado en conexiones de VoIP pero cabe recalcar que mediante este protocolo también se pueden realizar otro tipo de conexiones entre ellas estaría la de video-llamadas. [10]

Entre los principales objetivos de este protocolo tenemos:

- Minimizar ancho de banda.
- Ayuda a prevenir problemas de NAT.
- Soporte para transmitir planes de marcación.

Los mensajes que se envían en IAX son binarios. La llamada IAX se tiene 3 etapas.

**Establecimiento de la llamada.**

- La estación A empieza la conexión enviando un mensaje “CALL”. La estación B responde la llamada con un mensaje de “ACCEPT” y la Estación A responde con un “ACK”, luego la estación B envía señales de “RINGING” y la Estación A responde nuevamente con un mensaje de “ACK” el cual confirma la recepción de la señal. Finalmente la Estación B confirma/acepta la llamada con un mensaje de “ANSWER”, por último la Estación A confirma que recibió dicho mensaje.[10]

**Flujo de datos/audio.**

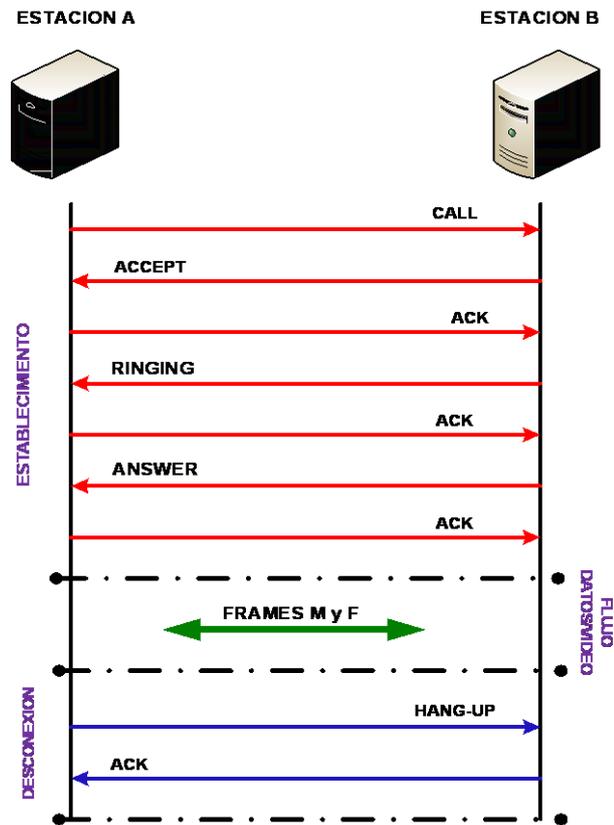
Este flujo también usa UDP lo cual ayuda evitar problemas de NAT.

- En este punto se mandan como mensajes, frames los cuales contendrán toda la información vocal. Los frames M se los conoce como mini-frames los cuales contienen una cabecera de 4 bytes, lo que reduce el uso del ancho de banda. Los frames F son frames completos y ellos son los que contienen todos los datos de sincronización.

**Desconexión de la llamada**

- La desconexión de la llamada acaba cuando la Estación A envía un mensaje “HUNG-UP” a la Estación B, la misma que debe enviar un mensaje de confirmación “ACK”. [10]

En la **Figura 3.23** podemos observar el proceso de una llamada que utiliza el protocolo IAX.



**Figura 3.23: Proceso de una llamada IAX [10]**

### **3.4.4 PROTOCOLO SCCP**

SCCP (SKINNY CLIENT CONTROL PROTOCOL) es un protocolo propietario de control de terminales desarrollado por una empresa adquirida por CISCO SYSTEM INC. Llamada SELCIUS CORPORATION.

Se define como un conjunto de mensajes enviados entre el Call Manager y un cliente ligero, como ejemplos de clientes ligeros tenemos la serie cisco 7900 de Teléfonos IP como los más usados 7960 el cual hemos utilizado para la implementación de nuestro proyecto en cuestión.[10]

Por ser un protocolo ligero permite una eficiente comunicación con el Cisco Call Manager el cual actúa como un proxy de señalización para llamadas iniciadas a través de otros protocolos como H.323, RDSI, SIP.

Los clientes de este protocolo utilizan TCP/IP para conectarse a los Call Managers en un clúster; para el flujo de audio en tiempo real utilizamos [RTP/UDP/IP] dado a que es un protocolo basado en estímulos y diseñado como protocolo de comunicaciones para puntos finales.

En remembranza de su origen los actuales teléfonos IP de cisco que son registrados en un Call Manager y llevan por nombre SEP(Selsius Ethernet Phone) seguido de su Mac-Address.

SCCP es también usado en SS7 como un complemento al conjunto de protocolos de transporte MTP, ofrece funciones de servicios orientados a conexiones o no.

Sus características más relevantes son las siguientes:

- ✓ Fácil al momento de realizar un troubleshooting.
- ✓ Al utilizar analizadores de protocolos(GNS3, WIRESHARK, WSCP) este captura los paquetes de un teléfono el cual esta configurado con SCCP y el analista puede visualizar de una manera sencilla y detallada los dígitos que se han marcado, indicadores de timbrado(ringing), estados(ocupado/libre).[10]

### 3.5 COSTOS DE LA IMPLEMENTACION

La **Tabla 2** presenta un presupuesto aproximado de cuánto se gastaría para implementar la red antes descrita.

IMPLEMENTACION DE UNA RED CISCO INTERCONECTADA A UNA PSTN			
EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Call Manager Administration	1	\$ 800.00	\$ 800.00
Router Cisco 881-SRST	1	\$ 700.00	\$ 700.00
LINKSYS SPA-3102	2	\$ 100.00	\$ 200.00
PORTATILES(para nuestra implementación utilizamos una Toshiba y una Sony)	2	\$ 500.00	\$ 1,000.00
CISCO IP-PHONES	1	\$ 200.00	\$ 200.00
TELEFONOS ANALOGOS	2	\$ 20.00	\$ 40.00
CABLES UTP RJ-45	6MTS	\$ 1.00	\$ 6.00
CABLES UTP RJ-11	2MTS	\$ 1.00	\$ 2.00
			\$ 2,948.00
		IVA 12%	\$ 353.76
<b>TOTAL</b>			\$ 3,301.76

**Tabla 2: Costo de Implementación**

### 3.6 PRUEBAS

La primera prueba que realizamos para empezar a tener conectividad entre equipamientos, fue la siguiente.

En esta prueba pudimos verificar que los dispositivos funcionaban con las configuraciones antes realizadas, realizamos las primeras llamadas entre los teléfonos análogos y también llamamos de teléfono análogo a softphone; las pruebas resultaron ok, por tal motivo procedimos a conectarnos al router 881-STRS y al Call Manager para realizar las pruebas definitivas, en las cuales verificaríamos el comportamiento de cada llamada respondiendo a cada uno de los protocolos configurados, ya sea en el softphone, teléfono IP, teléfonos análogos, router 881-STRS y en el mismo Call Manager.

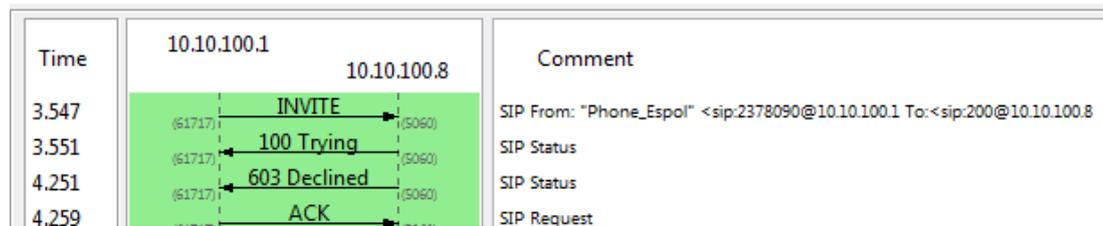
Monitoreamos cada una de las llamadas y pudimos ver cómo se comporta el proceso de cada una de ellas gracias a la herramienta WIRESHARK.

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.

Se analizó cada uno de los flujos de las llamadas, verificando si en realidad se mostraban como tal cada uno de los protocolos previamente configurados para el proceso, se pudo comprobar la teoría en la práctica.

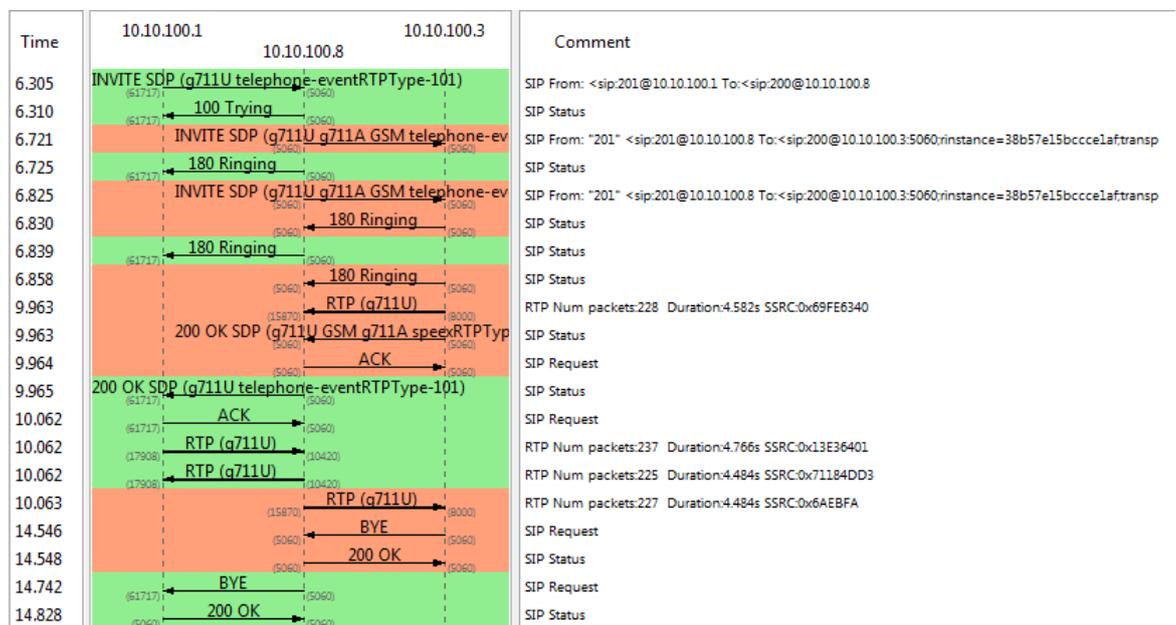
A continuación se mostrarán los flujos de llamadas capturados de las pruebas en tiempo real que se realizaron en el laboratorio con nuestra red implementada.

Llamada desde el 237809 al 200, como se observa en la **Figura 3.24** 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 llevarla a cabo).



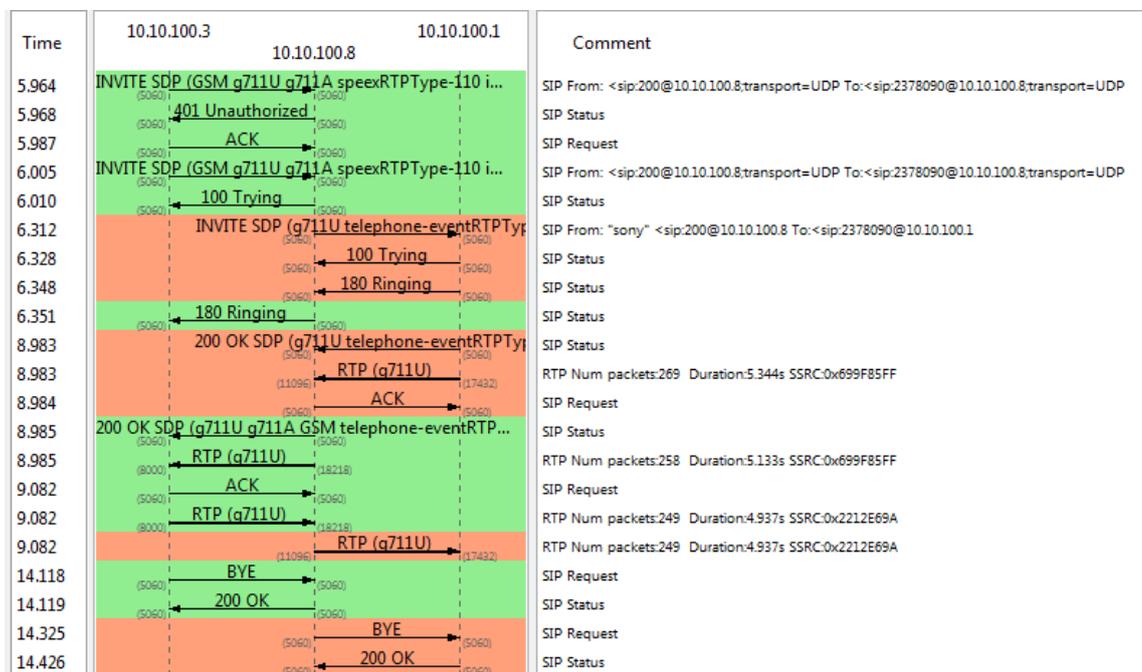
**Figura 3.24: Término de una Llamada.**

Como podemos observar en la **Figura 3.25** se presenta el flujo del resultado de una llamada exitosa, en este caso se llamó desde la extensión 201 a la extensión 200, se puede observar desde el comienzo de la misma como se interconecta y se va enlazando con cada uno de los puertos los mismos que tienen funciones específicas tales como: Trying, Ringing, Ack, Bye.



**Figura 3.25: Flujo de una Llamada Exitosa-Extensiones 201-200.**

En la **Figura 3.26** se muestra el flujo de otra llamada exitosa pero en este caso las llamadas se realizaron desde la extensión 200 que es aquella que fue creada en nuestro softphone Zoiper, representada físicamente por la portátil color blanco hacia la extensión 2378090 que es nuestro IP-Phone; se observa de igual manera el protocolo utilizado y cómo se enlaza el mismo.



**Figura 3.26: Flujo de una Llamada Exitosa-Extensiones 201-200.**

## **3.7 ANÁLISIS TÉCNICO**

### **3.7.1 SIMILITUDES DEL PROTOCOLO SS7 CON IAX, SIP, VoIP**

Generalmente existen dos tipos de señalización, la señalización entre suscriptor o abonado y la central local, es decir, la que se refiere o la referida al abonado y existe también la señalización entre centrales de telefonía.

SS7 entra en el grupo de señalización llamado señalización de red.

SS7 es un método digital de señalización utilizado para separar (una red de voz y datos) de la red de conmutación de paquetes para transmitir mensajes, esto permite establecer la conexión fiable y rápida, el establecimiento y el desmontaje de una conexión e información de una central paralela a la llamada local/actual.

SS7 provee dos tipos de servicios (voz) de circuitos conmutados y no conmutados. El primer grupo se utiliza para el establecimiento y desmontaje de conexiones de voz, mientras que los servicios de los circuitos no conmutados son:

- Gestión de la red o base de datos
- Acceso a las traducciones de números
- Recuperación de la información del abonado

Una de las aplicaciones que tienen todos estos protocolos es la que se puede aplicar en la conmutación de circuitos y en el establecimiento de una llamada IP.

Se detallan a continuación las diferentes comparaciones entre los protocolos antes mencionados.

### **SS7**

Entre las características más relevantes de la señalización SS7 tenemos:

- Detección y corrección de errores.
- Control de flujo de la trama
- Escalabilidad
- Confiable
- Tiene un canal para transmitir la señalización y otro canal para voz/datos
- Llamadas Tripartitas

### **SIP**

- 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

### **SCCP**

- 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

### **VoIP**

Este protocolo presenta ciertas características tales como:

- Llamadas tripartitas
- Identificador de llamadas
- Llamada de emergencia
- Redes inteligentes
- Transferencia de llamadas
- Devolver/Repetir (REDIAL) llamadas

- Llamada en espera

## CONCLUSIONES

1. 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 análoga o digital.
2. 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.

3. 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.
  
4. Durante el transcurso de la tesis, 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 los mismos que se configuraron gracias a explicaciones de ingenieros expertos en telefonía. 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 esta 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.

5. 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.

## RECOMENDACIONES

1. Como primer paso para configurar una central mediante el uso de Elastix se debe realizar un estudio previo de la red y la capacidad de los PC's a utilizar, en especial el que se destinará a ser utilizado como servidor, ya que se utilizarán los recursos del computador para poder entregar el servicio.
2. Se recomienda utilizar WIRESHARK, el cual es un analizador de protocolos que se puede descargar de manera gratuita del internet, trabaja con interfaces gráficas, lo que permite al operador del software interactuar de manera eficiente y eficaz.
3. Debemos tener un amplio conocimiento del equipamiento a utilizar en nuestra red al momento de implementar, pues cada dispositivo se configura de manera distinta y algún error en una función, código o mala manipulación, puede ser causante de que las pruebas obtenidas en nuestra implementación no sean satisfactorias.

4. Tener claro qué es lo se va a implementar, los pasos a seguir y tener siempre presente la teoría/concepto de cómo funcionan cada uno de los protocolos a implementar, pues en caso de existir algún inconveniente en la red se lo podrá resolver eficazmente.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Haykin Simón, Sistemas de Comunicación, Editorial Limusa, 2002

[2] Antoni Barba Martí, Gestión de la Red,  
[http://books.google.com.ec/books?id=nXoQr\\_ZZFhoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=nXoQr_ZZFhoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false), Los Autores, 1998

[3] 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

[4] 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

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

[6]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

[7] Edison Coímbra, Tecnologías de Transporte, [http://coimbraweb.com/documentos/telecom/9.4\\_senalizacion\\_ss7.pdf](http://coimbraweb.com/documentos/telecom/9.4_senalizacion_ss7.pdf), fecha de consulta 2013 - 2014

[8]Maille Altuve, Sistema de Señalización por Canal Comun N° 7, <http://ss7ufttxdatos.blogspot.com/2013/02/sistema-de-senalizacion-por-canal-comun.html>, fecha de consulta 2013

[9] Raemil M., Red Telefónica de conmutación pública <http://www.slideshare.net/mabeliscf/red-telefonica-de-conmutacin-pblica>, fecha de consulta 2013 - 2014

[10]Diego Quintana Cruz, Diseño e implementación de una red de telefonía IP, <http://www.slideshare.net/MOSHERG/tesis-diseo-e-implementacin-de-una-red-de-telefonía-ip-con-software-libre-en-la-raap>, fecha de consulta 2013

[11] Anónimo, Multiplexor y Desmultiplexor, <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Muxanalog.png>, fecha de consulta 2013

[12] Anónimo, Multiplexor y Desmultiplexor, <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Multiplexor.png>, fecha de consulta 2013

[13] Silicom Press, IP PBX, <http://www.silicon-press.com/briefs/brief.ippbx/>, fecha de consulta 2013 - 2014

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

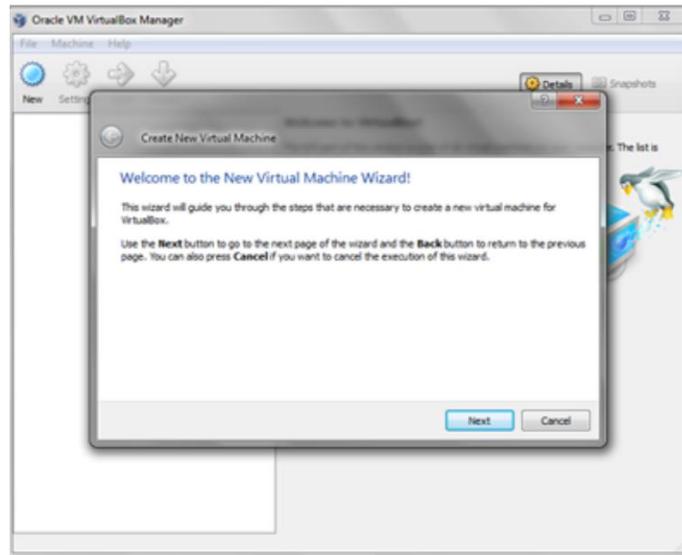
## ANEXO A.- INSTALACIÓN MÁQUINA VIRTUAL Y ELASTIX

Ejecutar VM Virtual Box

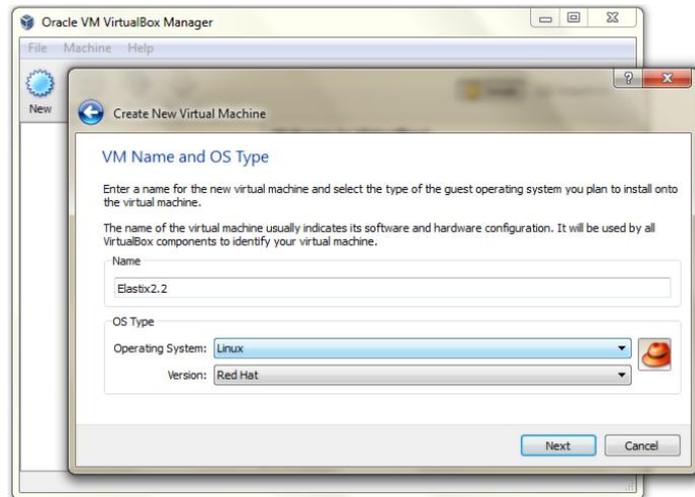
Damos clic en "New /Nueva" para poder crear la máquina virtual



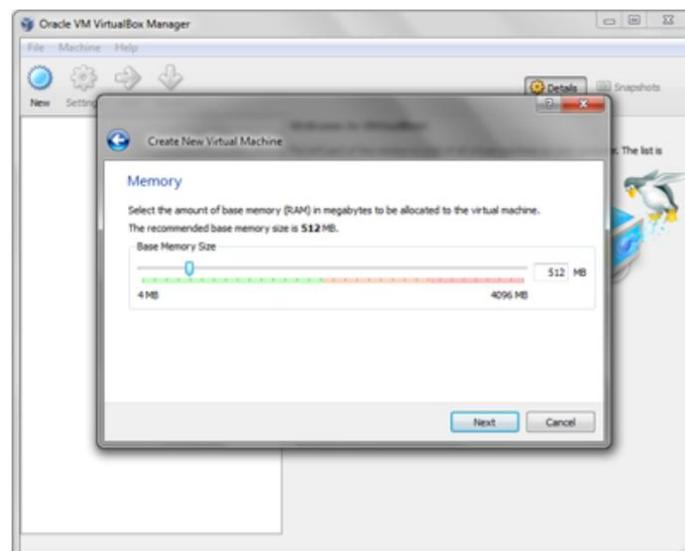
Observaremos la pantalla de bienvenida de Virtual Box para configurar la máquina virtual. Damos clic en "Next/Siguiente".



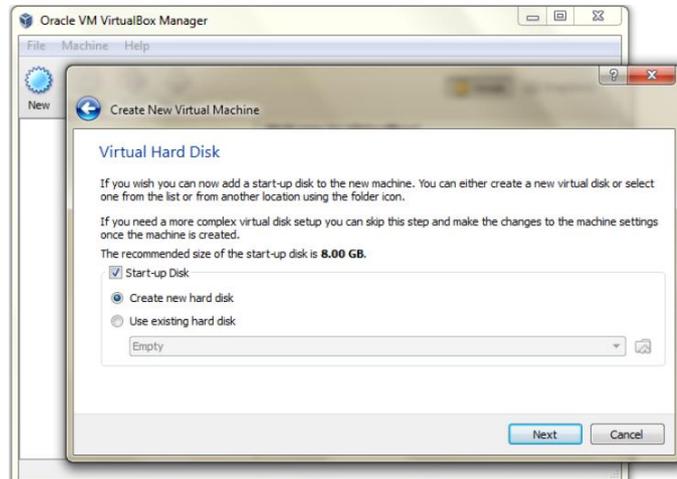
Colocaremos como nombre a la máquina virtual ELASTIX-ECTE. Seleccione Linux como sistema operativo y "Red Hat" como versión Hacemos clic en "Next/Siguiente"



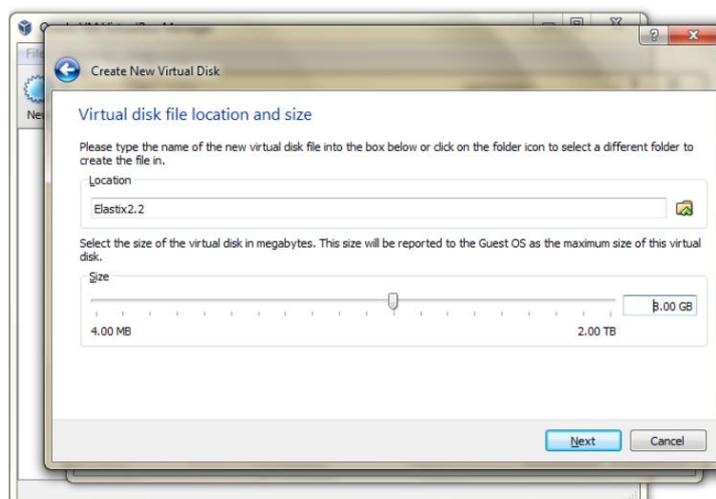
Seleccione el valor de memoria RAM, para este caso 512, hacemos clic en "Next/Siguiente"



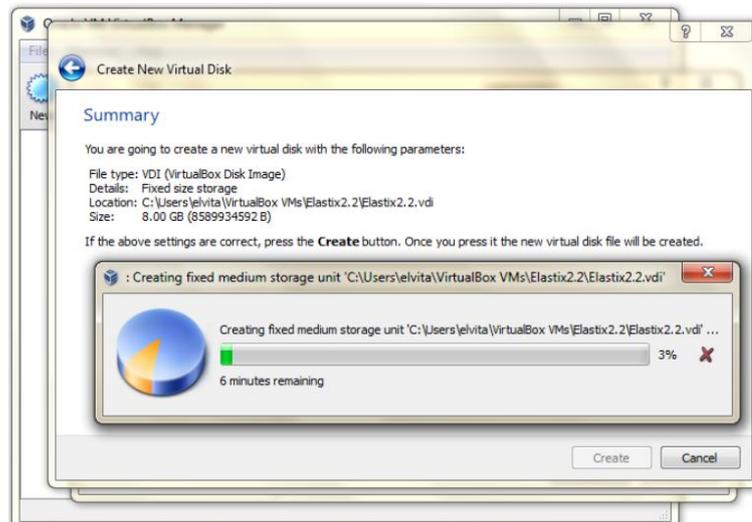
Virtual Hard Disk: en esta parte de la máquina virtual, se creará en un disco duro virtual. Hacemos clic en "Next/Siguiente"



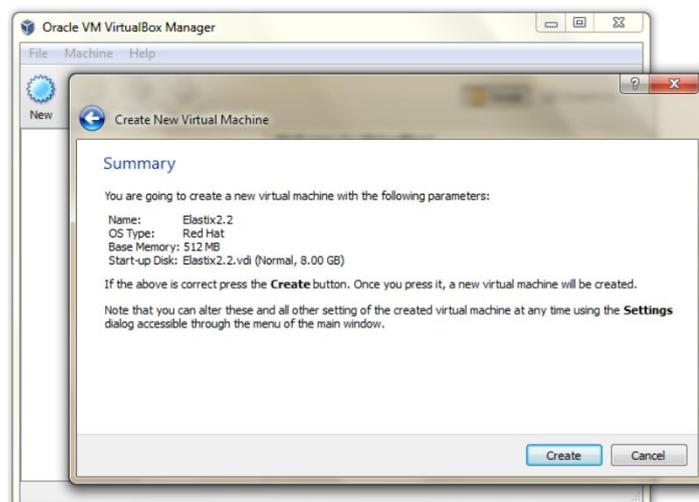
Localidad y tamaño de disco virtual: Dejaremos la localidad por defecto y configuraremos el tamaño máximo del disco a 8GB. Hacemos clic en "Next/Siguiente"



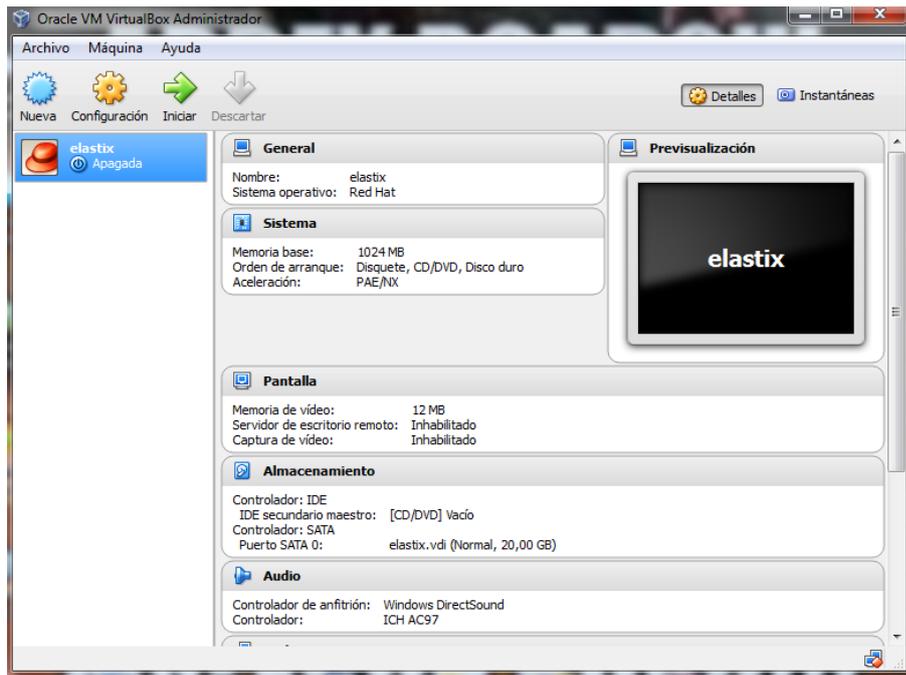
Revisamos el resumen de los parámetros del disco virtual que estamos creando para nuestra máquina virtual y hacemos clic en el botón Create/Crear para iniciar el proceso de creación del nuevo disco virtual.

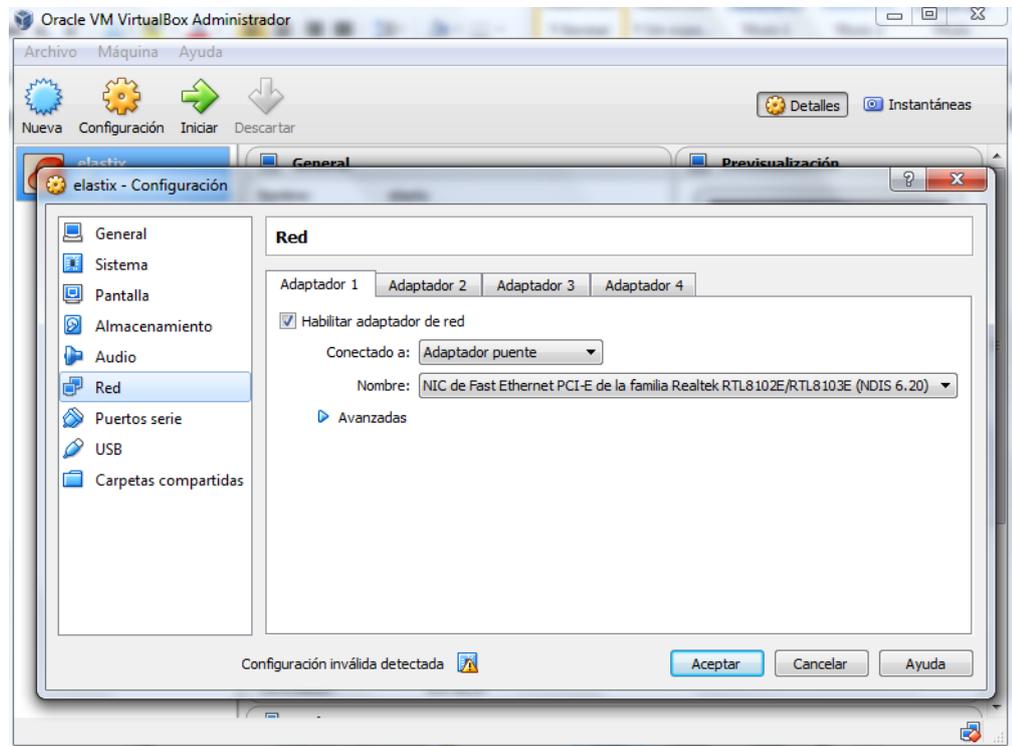
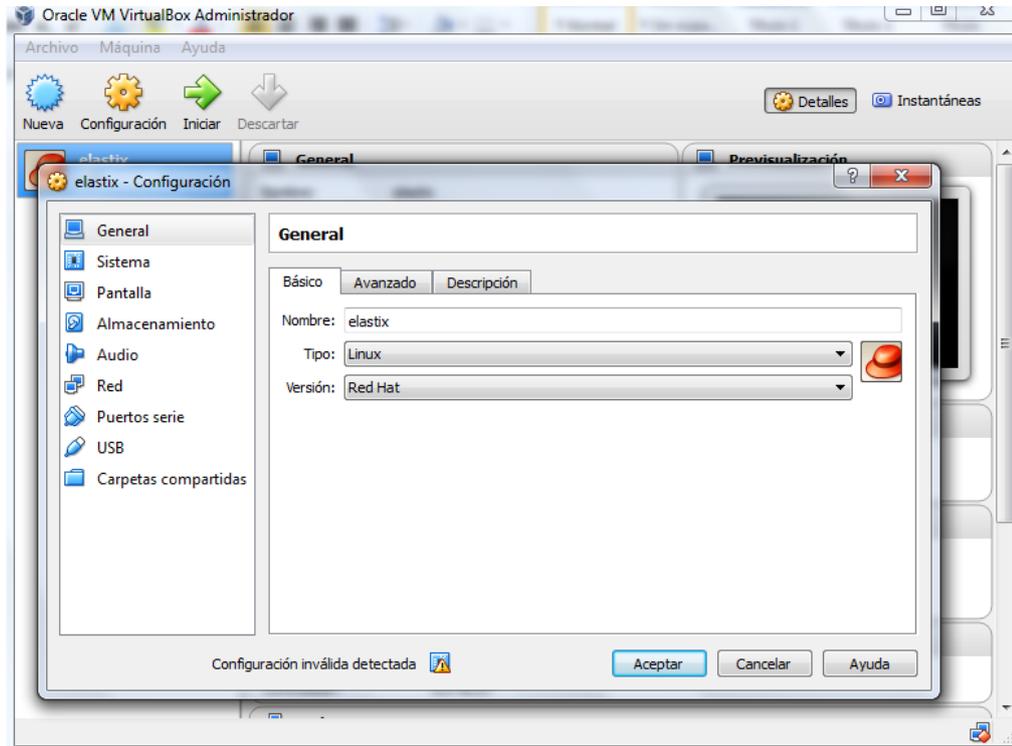


Después de que este proceso ha concluido procederemos a crear la máquina virtual haciendo clic en el botón Create/Crear para iniciar el proceso.



Antes de iniciar el proceso de instalar Elastix, es importante revisar la configuración de red.

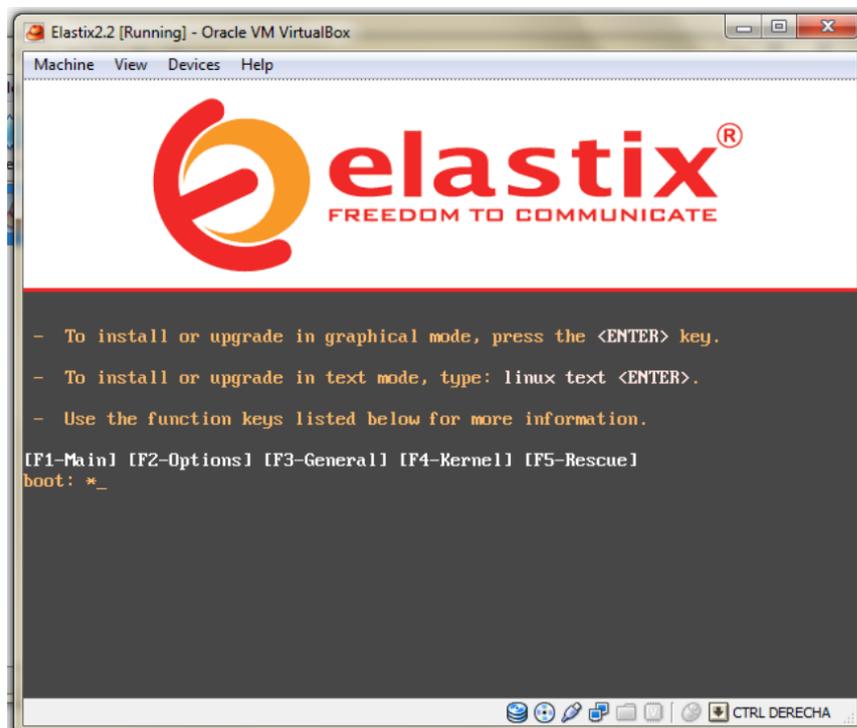




En la parte de configuración - red, debe estar activado el adaptador de red, donde se escoge Adaptador Puente y elegimos el nombre de nuestra tarjeta de red.

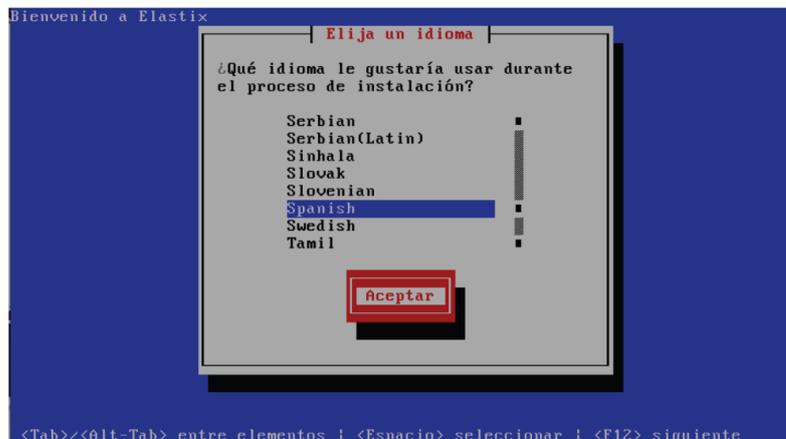
Nota: también puede estar conectado a un dispositivo inalámbrico

Una vez realizados los pasos anteriores y estar seguros de que hemos configurado correctamente damos clic “Start/Iniciar” para encender la nueva máquina virtual.



Nota: Debemos usar las teclas Tab, barra espaciadora.

En la pantalla siguiente escogemos el lenguaje para el proceso de instalación. → Aceptar



Escogemos el formato del teclado. → Aceptar

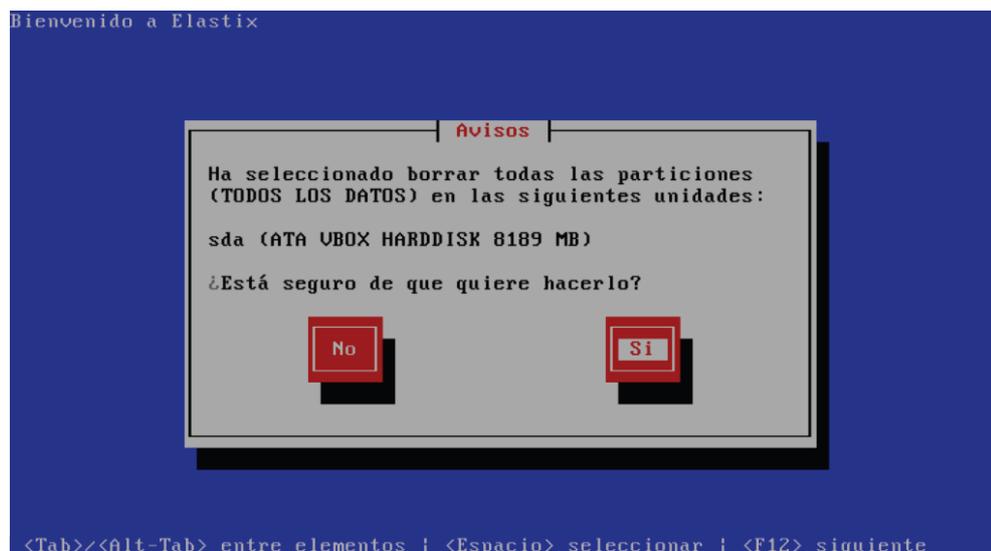


Nota: Para teclado en inglés que requiera ser utilizado en español, es útil seleccionar la opción "us-acentos".

Seleccionamos el tipo de particionamiento. En este caso usted verá únicamente la partición de la máquina virtual. Seleccionamos la primera opción y avanzamos. → Aceptar



Confirmamos que vamos a borrar la partición (Si).



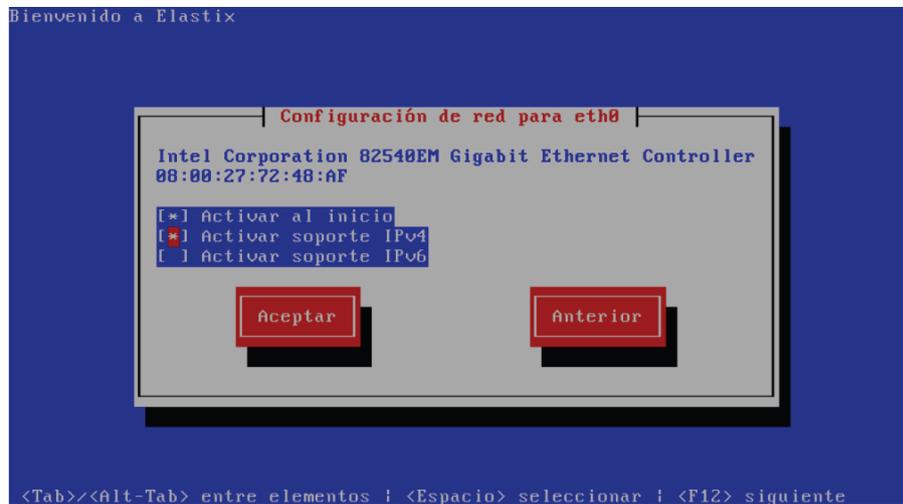
## Revisar y Modificar el particionamiento (No)



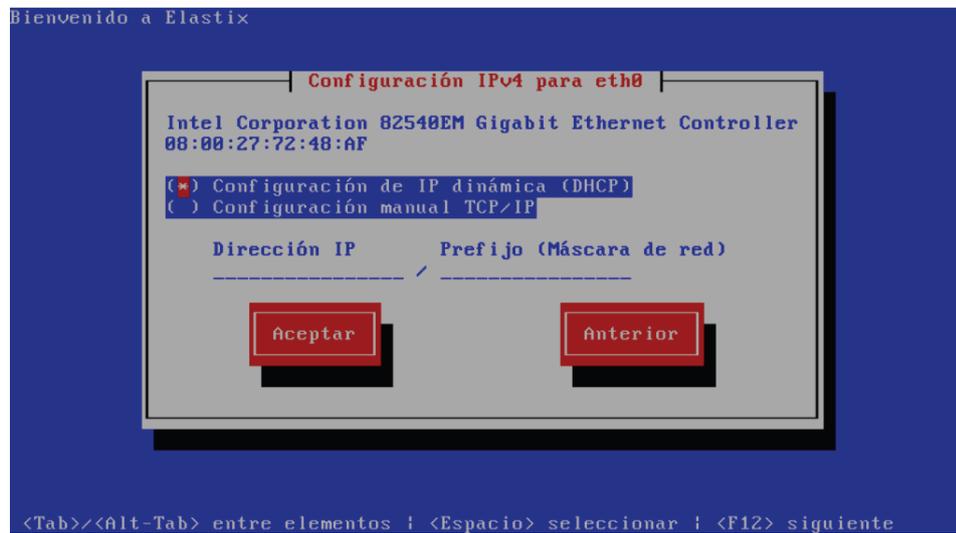
## Seleccione (Si) para configurar la interfaz de red



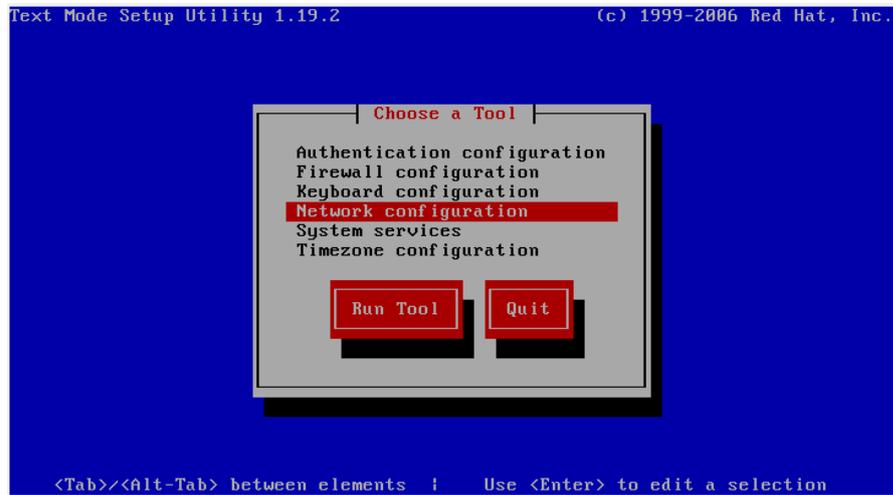
Seleccione “Activar al inicio” y “Activar soporte Ipv4”.



Seleccione “Configuración manual TCP/IP”.



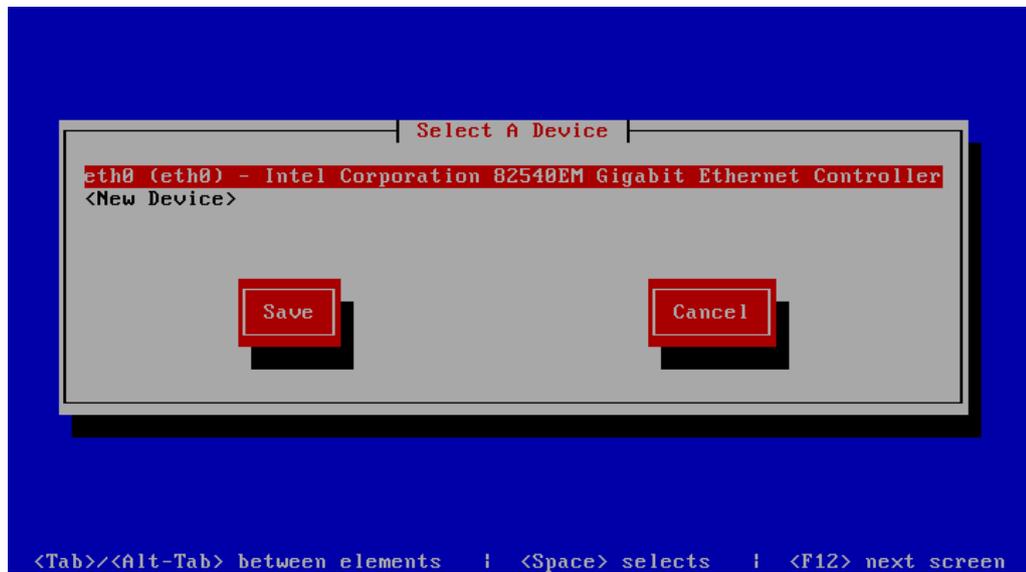
Seleccionamos la opción "Network Configuration".



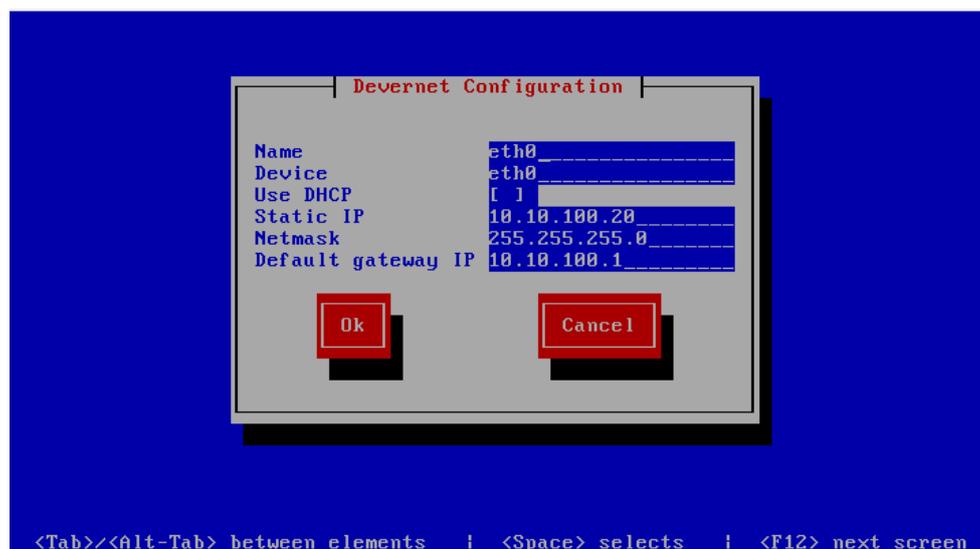
Edit Devices → Save&Quit



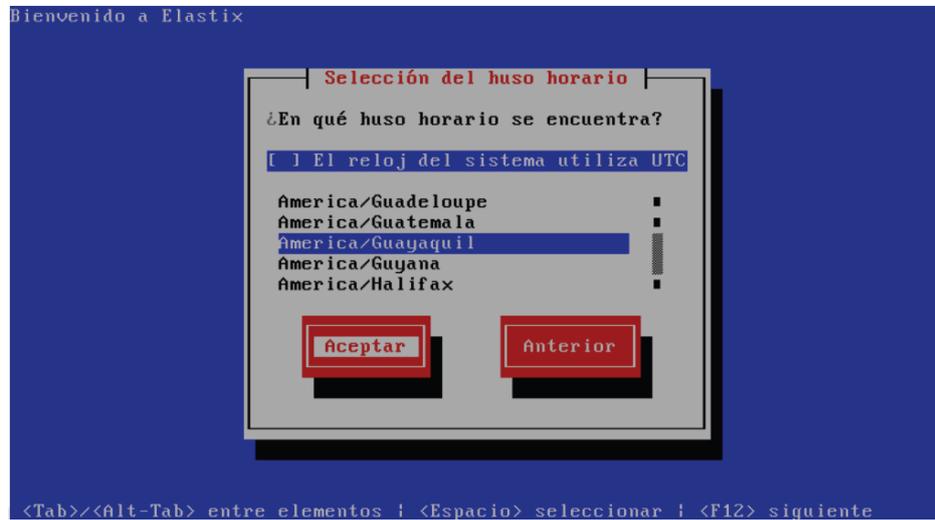
Al seleccionar "eth0" se nos abrirán las opciones donde configuraremos nuestra dirección IP a utilizar.



Una vez escrita la "Static IP", "Netmask" y la "Default Gateway"



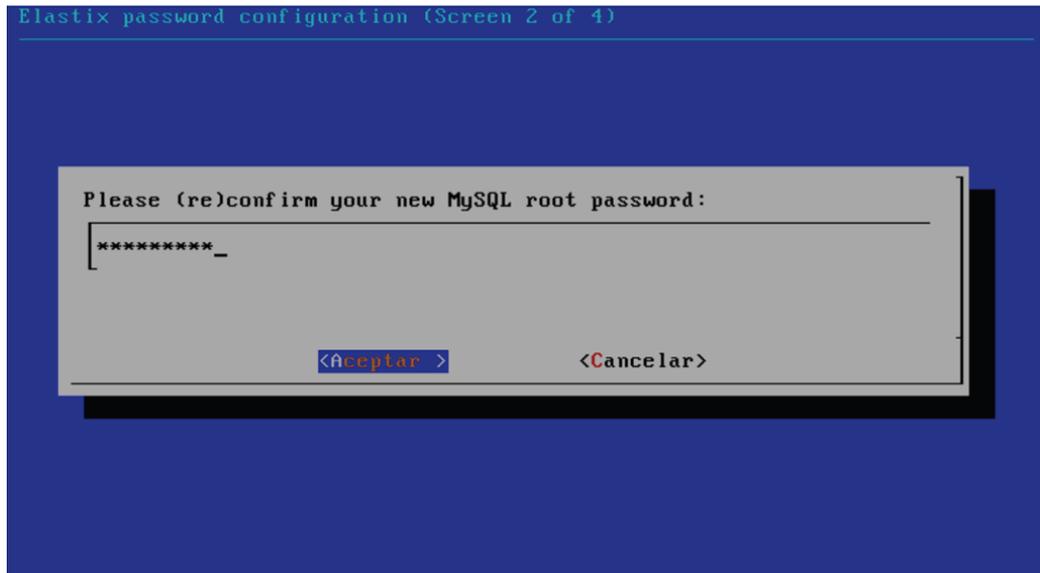
Seleccione la zona horaria apropiada.



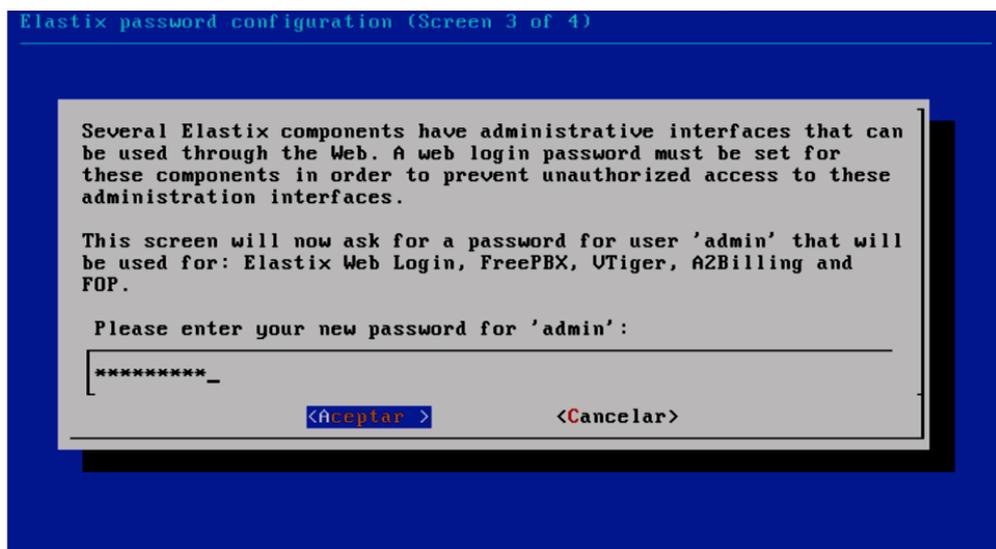
Se ingresará la contraseña del usuario "root" (usuario Linux) que es la que se utilizará cuando el sistema se esté iniciando.







Cuando el programa ya esté instalado por completo nos aparecerá un nuevo User/Usuario denominado ADMIN, al cual debemos ponerle una contraseña, este user y contraseña nos permitirá el ingreso al programa como tal.



Después del que programa se ha cargado por completo nos pide por ultimo que ingresemos el nombre del usuario y la respectiva contraseña.

```
CentOS release 5.9 (Final)
Kernel 2.6.18-348.1.1.el5 on an i686

localhost login: root
Password:
Login incorrect

login: root
Password:
Last login: Sat Jan 11 19:41:02 on tty1

Welcome to Elastix
-----

Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://10.10.100.20

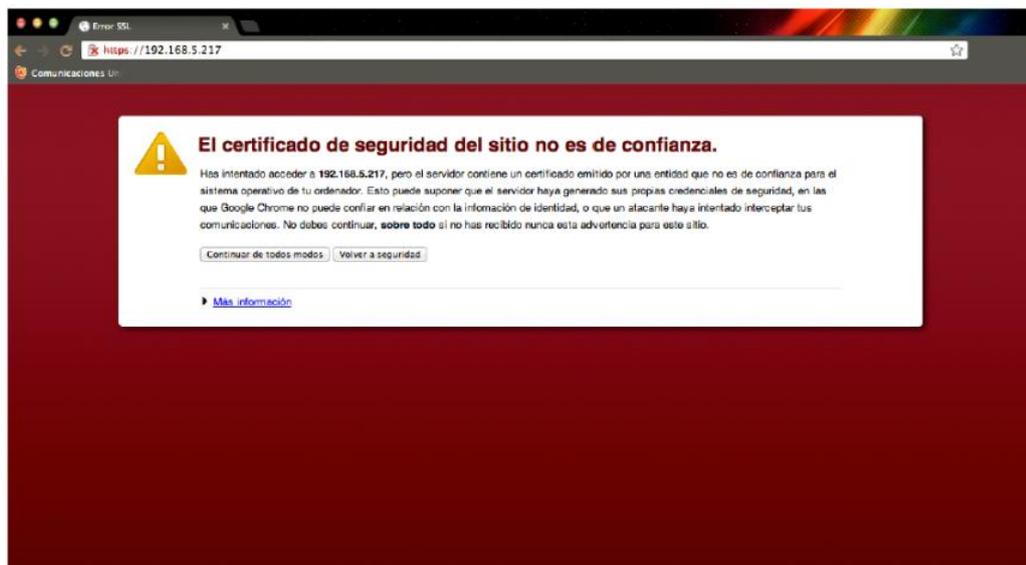
Esta sera la direccion de nuestro Gateway

[root@localhost ~]#
```

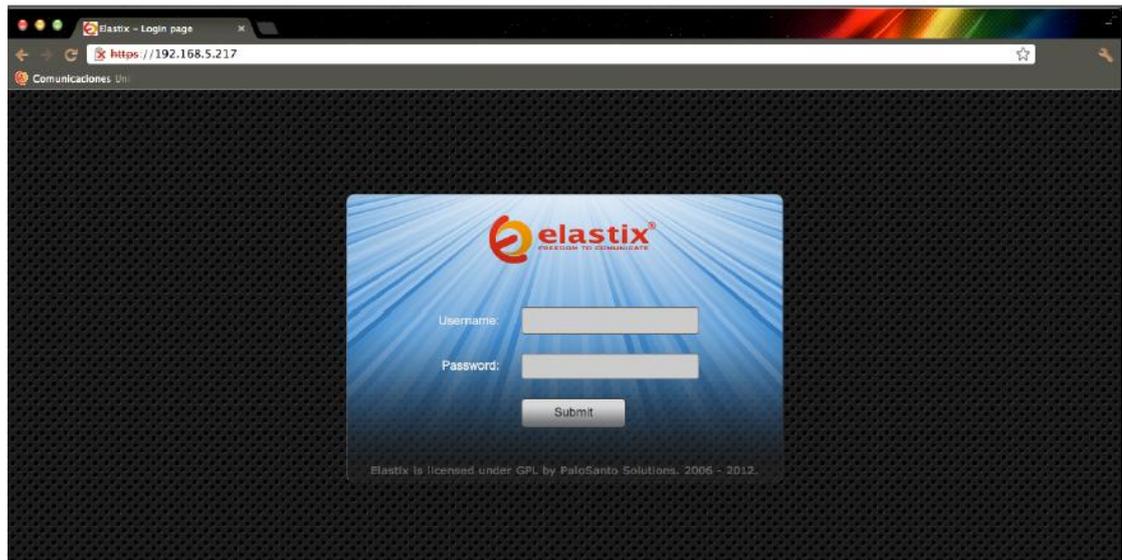
En la consola podemos observar la IP que nosotros le asignamos anteriormente IP 10.10.100.20.

A continuación abrimos un browser en el cual ingresaremos la IP con el siguiente formato: https://10.10.100.20 (recordemos que esta es la dirección IP que tiene asociado nuestro Elastix).

Al momento de cargar el servidor nos aparecerá un error de seguridad relacionado con los certificados emitidos por el servidor Elastix. Continuamos de todos modos y aceptamos el certificado.



Luego de esto nos saldrá la web de Elastix, la cual deberemos ingresar como username "admin" y como password "la contraseña que configuramos en pasos anteriores".



Hacemos click en login y de esa manera ya estaremos dentro de nuestro programa, y estará listo para ser utilizado.