



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE CODECS DE AUDIO PARA TRANSMISIÓN
DE VOIP EN INFRAESTRUCTURAS DE REDES MPLS SOBRE LINUX”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

Presentada por:

ROSA YADIRA GUANGA VALLEJO
YOLANDA AMPARO LEÓN NOGUERA

RIOBAMBA ECUADOR

-2012-

AGRADECIMIENTO

Expresamos de todo corazón nuestros más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que brindaron su colaboración, sus conocimientos, su ayuda incondicional y por sobre todo su amistad durante la realización de esta investigación.

A Dios, esa fuerza superior quien nos regala el entendimiento para realizar cada reto de vida. A nuestras familia Guanga-Vallejo y León-Noguera que siempre estuvieron apoyándonos de forma absoluta. A nuestros tutores por su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo. Y a nuestros amigos por ofrecernos siempre esa mano desinteresada y con el pasar del tiempo, de amigos incondicionales en todo momento.

A todos ellos, Muchas gracias!!

Yadira y Yolanda

DEDICATORIA

A mis padres Rosita y Luis, porque creyeron en mí, dándome ejemplos meritorios de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. A mis hermanos Javier y Pablo a mi sobrino Matías a mis cuñadas, abuelitos y amigos. Gracias por haber impulsado en mí el deseo de superación y el deseo de triunfo en la vida. Mil palabras no alcanzarían para agradecerles su apoyo y comprensión en los momentos difíciles.

Yadira Guanga Vallejo

Dedico el éxito y la satisfacción de esta tesis a mis queridos padres Fausto y Bertha por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y apoyo incondicional. Para Cristiancito Guillermo que ha venido a este mundo para darme el último empujón y terminar la carrera. Y a Cristian por su comprensión, paciencia, por siempre estar a mi lado y sobre todo brindarme su inmenso amor.

Yolanda León Noguera

NOMBRE	FIRMA	FECHA
ING. IVÁN MENES
DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA		
ING. RAÚL ROSERO
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS		
ING. DANNY VELASCO
DIRECTOR DE TESIS		
ING. LANDY RUIZ
MIEMBRO DE TESIS		
TLGO. CARLOS RODRÍGUEZ
DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN		
NOTA DE LA TESIS	

“Nosotras, Rosa Yadira Guanga Vallejo y Yolanda Amparo León Noguera, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y el, patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.”

ROSA YADIRA GUANGA VALLEJO

YOLANDA AMPARO LEÓN NOGUERA

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

FEC	Forwarding Equivalence Class
FTP	Protocolo estándar de transferencia de ficheros
IP	Número que identifica un dispositivo en una red
LAN	Una red de ordenadores que abarca un área local, como una casa, oficina o grupo de edificios
LER	Label Edge Router
LSA	Link State Advertisements
LSP	Label Switched Path
LSR	Label Swithing Router
MOS	Indica la calidad general del códec
MPLS	Es un protocolo de conmutación por etiquetas definido para funcionar sobre múltiples protocolos
OSPF	Open Short Path First
PC	Personal Computer
ROUTING	Asignación de Ruta
RTP	Protocolo empleado para transmitir información en tiempo real como audio y video para una videoconferencia
SIP	Un protocolo para crear, modificar y finalizar sesiones con uno o más participantes. Estas sesiones incluyen llamadas telefónicas por Internet, la distribución de multimedia, y conferencias multimedia.

- SWITCHING** Método de envío de datos informáticos que divide automáticamente los datos en trozos cortos con el fin de enviar y poner juntos de nuevo cuando se recibe
- TCP/IP** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet. Protocolo que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.
- VOIP** Voz sobre Protocolo de Internet - un método de envío de señales de voz a través de Internet, Comúnmente utilizadas por los teléfonos VoIP y muchos otros programas de voz por Internet. No COR / PTT, comandos son necesarios.
- WAN** Red de computadores de gran tamaño, generalmente dispersa en un área metropolitana, a lo largo de un país o incluso a nivel planetario
- XAMPP** Servidor web multiplataforma formado por un servidor HTTP Apache, base de datos MySQL y los intérpretes para scripts de PHP y Perl

INDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

DECLARACION

INDICE

INTRODUCCION

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1	Introducción	- 18 -
1.2	Antecedentes	- 19 -
1.2.1	Descripción	- 19 -
1.2.2	Lugar de aplicación.....	- 20 -
1.3	Alcance.....	- 20 -
1.4	Justificación del proyecto de tesis.....	- 20 -
1.4.1	Justificación teórica.....	- 20 -
1.4.2	Justificación Metodológica	- 21 -
1.4.3	Justificación Aplicativa.....	- 22 -
1.5	Objetivos	- 23 -
1.5.1	Objetivo General:	- 23 -
1.5.2	Objetivos Específicos:.....	- 23 -
1.6	Hipótesis.....	- 24 -

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1	Introducción	- 25 -
2.2	Códecs de Audio	- 25 -
2.2.1	Concepto de Códec	- 26 -
2.2.2	Tipos:	- 27 -
2.3	Tipos de códecs de audio	- 28 -
2.3.1	Características	- 28 -
2.4	Tipos de códecs para voip.....	- 32 -
2.4.1	Ventajas de los códecs de audio.....	- 38 -

2.4.2	Desventajas de los Códecs de audio.....	- 39 -
2.5	Voz sobre ip	- 40 -
2.5.1	Introducción	- 40 -
2.5.2	Definición.....	- 41 -
2.5.3	Arquitectura.....	- 42 -
2.5.4	Componentes de Voip.....	- 42 -
2.6	Protocolos Voip.....	- 43 -
2.6.1	Protocolos de Medios.....	- 44 -
2.6.2	Funcionamiento.....	- 45 -
2.6.3	Características	- 47 -
2.6.4	Ventajas.....	- 48 -
2.6.5	Desventajas	- 50 -
2.7	Redes mpls	- 52 -
2.7.1	Introducción	- 52 -
2.7.2	Definición.....	- 53 -
2.7.3	Elementos Mpls.....	- 54 -
2.7.4	Estructura Mpls	- 57 -
2.7.5	Arquitectura Mpls	- 58 -
2.7.6	Características	- 60 -
2.7.7	Ventajas.....	- 61 -
2.7.8	Desventajas	- 61 -
2.8	Protocolo ospf	- 62 -
2.8.1	Introducción	- 62 -
2.8.2	Definición.....	- 64 -
2.8.3.	Funcionamiento de Ospf	- 65 -
2.8.3	Tipo de paquetes OSPF.....	- 67 -
2.8.4	Escalabilidad del protocolo Ospf	- 69 -
2.8.5	Características	- 70 -
2.8.6	Ventajas.....	- 71 -
2.8.7	Desventajas	- 72 -
2.9	Mikrotik routers	- 72 -
2.9.1	Introducción	- 72 -
2.9.2	Definición.....	- 73 -
2.9.3	Características	- 74 -
2.9.4	Características del routers	- 75 -
2.9.5	Ventajas.....	- 77 -

2.9.6 Desventajas - 77 -

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS

3.1 Introducción - 78 -

3.2 Diseño del prototipo de pruebas..... - 79 -

 3.2.1 Introducción - 79 -

 3.2.2 Justificación..... - 79 -

3.3 Diagrama del Sistema a Implementar - 80 -

3.4 Desarrollo del Prototipo de Pruebas..... - 81 -

 3.4.1 Adquisición de Hardware y Software - 81 -

3.5 Instalación de Mikrotik con su debido crackeo..... - 84 -

3.6 Verificar red OSPF..... - 85 -

3.7 Verificar MPLS..... - 86 -

3.8 Configuración de Asterisk para Voz Ip..... - 88 -

 3.8.1 Levantamiento de Asterisk..... - 88 -

3.9 Llamadas de prueba en X-Lite - 89 -

3.10 Verificación de xampp instalado..... - 92 -

3.11 Verificación de FTP - 92 -

3.12 Subir sus archivos a su espacio - 94 -

3.13 Pruebas Realizadas..... - 94 -

 3.13.1 Llamada número 1 con el códec G.711:..... - 94 -

 3.13.2 Llamada número 2 con el códec iLBC:..... - 98 -

 3.13.3 Llamada número 3 con el códec G.723:..... - 101 -

 3.13.3.1 Instalación de códec G.723 - 103 -

3.14 Comprobación de la Hipótesis - 104 -

 3.14.1 Planteamiento de la Hipótesis - 105 -

 3.14.2 Determinación de las Variables..... - 105 -

 3.14.3 Operacionalización de las Variables - 105 -

 3.14.4 Operacionalización Conceptual de las Variables - 107 -

 3.14.5 Instalación de software evaluador - 108 -

 3.14.5.1 Configurar el servidor web..... - 110 -

 3.14.6 Parámetros a evaluar: - 113 -

 3.14.7 Pantallas de evaluación - 115 -

 3.14.7.1 Evaluación con Códec G.711 - 115 -

 3.14.7.2 Evaluación con el Códec iLBC - 116 -

3.14.7.3	Evaluación con el CódecG.723.....	- 117 -
3.14.8	Establecimiento de los parámetros para la elección del códec adecuado.....	- 118 -
3.14.9	Análisis Estadístico.....	- 118 -
3.14.10	Resultados Obtenidos.....	- 121 -
3.14.11	Hipótesis.....	- 125 -

CAPÍTULO IV

4 GUÍA METODOLÓGICA DE IMPLEMENTACIÓN DE VOZ IP SOBRE REDES MPLS USANDO EL CÓDEC DE AUDIO MÁS ADECUADO

4.1	Introducción.....	- 127 -
4.2	Desarrollo de la Guía de Referencia.....	- 127 -
4.2.1	Introducción.....	- 127 -
4.3	Descripción de los Materiales.....	- 128 -
4.4	Configuración del escenario.....	- 129 -
4.5	Topología de la Red.....	- 130 -
4.5.1	Direccionamiento IP:.....	- 131 -
4.6	Instalación de Software.....	- 132 -
4.6.1	Introducción.....	- 132 -
4.6.2	Instalación de Mikrotik.....	- 133 -
4.6.2.1	Pasos para la instalación:.....	- 133 -
4.6.3	Instalación y configuración de Vmware Workstation:.....	- 138 -
4.6.3.1	Configuración adicional de VMware.....	- 140 -
4.7	Configuración de las interfaces.....	- 141 -
4.7.1	Interfaz gráfica:.....	- 141 -
4.7.2	Comandos:.....	- 142 -
4.8	Configuración de Ospf.....	- 143 -
4.8.1	Interfaz gráfica:.....	- 144 -
4.8.2	Comandos:.....	- 146 -
4.9	Configuración MPLS.....	- 148 -
4.9.1	Interfaz gráfica.....	- 148 -
4.9.2	Comandos:.....	- 150 -
4.10	Instalación de Centos 5.5 para servidor Voz Ip.....	- 152 -
4.11	Instalación de asterisk1.4.22.....	- 157 -
4.12	Configuración de Servidor de voz ip.....	- 160 -
4.12.1	Edición del archivo sip.conf.....	- 160 -
4.12.2	Edición del archivo extensions.conf.....	- 162 -
4.13	Instalación de X-lite Versión 3.0.....	- 162 -

4.13.1	Configuración del Softphone X-Lite.....	- 164 -
4.14	Instalación de Xampp.....	- 166 -
4.15	Configuración de Servidor de ftp.....	- 168 -
4.15.1	Instalación de FileZilla.....	- 169 -
4.15.2	Configuración de FileZilla	- 171 -
4.15.2.1	Configuración de su cuenta	- 172 -
4.15.2.2	Conexión a su cuenta	- 173 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I 1.- Escenario inicial.....	- 23 -
Figura II 1.- Comunicación VOIP.....	- 41 -
Figura II 2.- Componentes VOIP.....	- 43 -
Figura II 3.- Protocolos VOIP.....	- 44 -
Figura II 4.- Modelo de Funcionamiento VOIP.....	- 46 -
Figura II 5.- Muestra la Codificación y Decodificación que realiza el Servidor.....	- 47 -
Figura II 6.- Funcionamiento de la red MPLS.....	- 54 -
Figura II 7.- Elementos de MPLS (LSR-LER).....	- 55 -
Figura II 8.- Funcionamiento de LSP.....	- 57 -
Figura II 9.- Elementos de la Cabecera MPLS.....	- 57 -
Figura II 10.- Información del Control Plane es enviada al Data Plane.....	- 60 -
Figura II 11.- Algoritmo de Estado de Enlace (LSA).....	- 65 -
Figura II 12.- Modelo de Base de Datos Link-State.....	- 66 -
Figura II 13.- Protocolos de ospf.....	- 68 -
Figura II 14.- Grafica de Multitareas OSPF.....	- 70 -
Figura II 15.- Esquema demostrativo con RouterOS.....	- 73 -
Figura III 1.-Diagrama de Implementación.....	- 80 -
Figura III 2.- Muestra el escenario implementado.....	- 84 -
Figura III 3.- Direcciones Ip de Router R5.....	- 85 -
Figura III 4.- Indica los Routers conectados.....	- 85 -
Figura III 5.- Comando routing ospf network.....	- 86 -
Figura III 6.- Indica los Routers vecinos.....	- 86 -
Figura III 7.- Tabla de Forwarding Mpls.....	- 87 -
Figura III 8.- Indica el Funcionamiento de la Red.....	- 87 -
Figura III 9.- Ejecución del Comando asterisk -r.....	- 88 -
Figura III 10.- Comando para levantar Asterisk.....	- 89 -
Figura III 11.- Host sin especificación (Usuarios Creados).....	- 89 -
Figura III 12.- Xlite configurado.....	- 90 -
Figura III 13.- Usuario 3002 realiza llama usuario 3001.....	- 90 -
Figura III 14.- Indica en Asterisk que la llamada está establecida.....	- 91 -
Figura III 15.- Pantalla de usuarios de voz ip.....	- 91 -
Figura III 16.- Pantalla de bienvenida xampp.....	- 92 -
Figura III 17.- Muestra el FTP levantado.....	- 92 -
Figura III 18.- Pantalla de ingreso ftp.....	- 93 -
Figura III 19.- Archivos subidos con FTP.....	- 93 -
Figura III 20.- Subida de archivos.....	- 94 -
Figura III 21.- Clientes Voz IP.....	- 95 -
Figura III 22.- Usuarios establecido.....	- 95 -
Figura III 23.- Panel de control de FTP.....	- 96 -
Figura III 24.- Captura wireshark.....	- 97 -
Figura III 25.- Captura wireshark II.....	- 98 -
Figura III 26.- Clientes Voz IP.....	- 98 -
Figura III 27.- Llamada realizada de 3001 hacia teléfono numero 3002.....	- 99 -
Figura III 28.- Panel de control de FTP.....	- 99 -

Figura III 29.- Captura wireshark para iLBC.....	- 100 -
Figura III 30.- Clientes Voz IP.....	- 101 -
Figura III 31.- Llamada establecida con G.723.....	- 101 -
Figura III 32.- Panel de control de FTP.....	- 102 -
Figura III 33.- Captura wireshark G.723.....	- 103 -
Figura III 34.- Pantalla de Instalación de Java.....	- 108 -
Figura III 35.- Configurar Servicio MySpeed.....	- 109 -
Figura III 36.- Pantalla de bienvenida.....	- 110 -
Figura III 37.- Ingreso de contraseña.....	- 111 -
Figura III 38.- Configuración básica.....	- 112 -
Figura III 39.- Inicio de MySpeed.....	- 112 -
Figura III 40.- Grafica de conexión con MySpeed Server.....	- 113 -
Figura III 41.- Resumen G.711.....	- 115 -
Figura III 42.- Resumen iLBC.....	- 116 -
Figura III 43.- Resumen G.723.....	- 117 -
Figura III 44.-Velocidad descarga.....	- 118 -
Figura III 45.- Velocidad subida.....	- 119 -
Figura III 46.- QoS.....	- 119 -
Figura III 47.- Jitter (Ruido).....	- 120 -
Figura III 48.- Mos (calidad de códec).....	- 120 -
Figura IV 1. Escenario Propuesto.....	- 131 -
Figura IV 2.- Identificación de la instalación de Mikrotik.....	- 134 -
Figura IV 3. Pantalla de mensaje de Mikrotik.....	- 135 -
Figura IV 4.- Muestra la interfaz de logueo.....	- 136 -
Figura IV 5.- Muestra la interfaz de licencia de RouterOS.....	- 136 -
Figura IV 6.- Muestra la interfaz de licencia de RouterOS.....	- 136 -
Figura IV 7.- Crack Licencia Nivel 4.....	- 137 -
Figura IV 8.- Licencia de Mikrotik Cracked.....	- 138 -
Figura IV 9.-Creación de la máquina virtual.....	- 138 -
Figura IV 10.- Cargar la imagen iso para la instalación.....	- 139 -
Figura IV 11.- Seleccionar el Sistema Operativo.....	- 139 -
Figura IV 12.- Indica la finalización de la creación de la maquina virtual.....	- 140 -
Figura IV 13.- Configuración de VMware.....	- 140 -
Figura IV 14.- Interfaz de Winbox.....	- 141 -
Figura IV 15.- Agregar -IpAddress.....	- 142 -
Figura IV 16.- Lista de Direcciones Ip.....	- 142 -
Figura IV 17.- Ventana de Paquetes Instalados.....	- 144 -
Figura IV 18.- Configuración del Ospf Routing.....	- 144 -
Figura IV 19.- Tarjetas de red para Ospf.....	- 145 -
Figura IV 20.- Pestaña Network (Añadir Redes).....	- 145 -
Figura IV 21.- Ventana para Área de Ospf.....	- 146 -
Figura IV 22.- Muestra los Neighbors para Ospf.....	- 146 -
Figura IV 23.- Creación de Lospf.....	- 149 -
Figura IV 24.- Etiqueta tipo Bridge.....	- 149 -
Figura IV 25.- Pestaña LDP Settings.....	- 150 -
Figura IV 26.- Instalación de Centos 5.5.....	- 152 -
Figura IV 27.- Pantalla de ingreso de CD.....	- 153 -
Figura IV 28.- Pantalla de inicio.....	- 153 -

Figura IV 29.- Idioma de instalación	- 154 -
Figura IV 30.- Mensaje de participación.....	- 154 -
Figura IV 31.- Tipo de partición	- 155 -
Figura IV 32.- Selección de zona horaria.....	- 155 -
Figura IV 33.- Contraseña para Centos.....	- 156 -
Figura IV 34.- Inicio de instalación	- 156 -
Figura IV 35.- Instalación Completa de Centos 5.5.....	- 157 -
Figura IV 36.- Pantalla inicial de instalación de X-Lite	- 162 -
Figura IV 37.- Aceptar los términos de Licencia.....	- 163 -
Figura IV 38.- Pantalla Finalización de la Instalación.....	- 163 -
Figura IV 39.- Softphone Instalado.....	- 163 -
Figura IV 40.- Creación de Cuenta SIP	- 164 -
Figura IV 41.- Sip Accounts	- 164 -
Figura IV 42.- Campos para crear la cuenta Sip	- 165 -
Figura IV 43.- Creación Exitosa	- 165 -
Figura IV 44.- Inicio de Instalación de Xampp.....	- 166 -
Figura IV 45.- Extracción de Paquetes	- 167 -
Figura IV 46.- Consola de Instalación	- 167 -
Figura IV 47.- Panel de Control Xampp	- 168 -
Figura IV 48.- Creación de usuario ftp	- 168 -
Figura IV 49.- Creación de carpeta compartida	- 169 -
Figura IV 50.- Instalación de FileZilla.....	- 169 -
Figura IV 51.- Seleccionar el Nivel de Instalación	- 170 -
Figura IV 52.- Seleccionar los Componentes.....	- 170 -
Figura IV 53.- Seleccionamos la Ubicación.....	- 171 -
Figura IV 54.- Pantalla de Instalación Completa	- 171 -
Figura IV 55.- FileZilla Cliente	- 172 -
Figura IV 56.- Gestor de Sitios	- 172 -
Figura IV 57.- Conexión con el servidor Ftp	- 172 -
Figura IV 58.- Conexión Establecida con el Servidor Ftp	- 173 -
Figura IV 59.- Mensaje de Error	- 174 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II I.- Valoración del MOS para diferentes tipos de Códecs	- 28 -
Tabla II II.- Resumen de los tipos de Códecs	- 28 -
Tabla II III.- Diferencias importantes entre Códecs más utilizados.....	- 32 -
Tabla II IV.- Tabla de Códecs y Características	- 33 -
Tabla II V.- Calidad y Licencia de Códecs para VOIP	- 38 -
Tabla II VI.-Comparación de Códecs	- 40 -
Tabla II VII.- Algoritmo de Dijkstra.....	- 63 -
Tabla III I.- Indica el hardware Utilizado	- 81 -
Tabla III II.- Características de la pc para instalación de Mikrotik.....	- 82 -
Tabla III III.- Características de la Pc para instalar máquinas virtuales.....	- 82 -
Tabla III IV.- Características de la pc para Servidor VoIP y Ftp.....	- 82 -
Tabla III V.- Características del cliente VoIP y Ftp.....	- 83 -
Tabla III VI.- Operacionalización de las Variables.....	- 107 -
Tabla III VII.- Operacionalización Conceptual de las Variables	- 108 -
Tabla III VIII.- Parámetros a evaluar	- 118 -
Tabla IV I.- Equipos a utilizar.....	- 130 -
Tabla IV II.- Direccionamiento.....	- 132 -
Tabla IV IV.- Router id.....	- 145 -

INTRODUCCIÓN

Los avances de hardware y una nueva perspectiva al manejar las redes facilitan incluir nuevas tecnologías las cuales contribuyen con velocidad, calidad de servicio y además facilitan la gestión de recursos. En la presente investigación se analizarán y evaluarán los códecs de audio para la transmisión de VOIP, basado en redes MPLS, la misma que servirá para la verificación de la hipótesis planteada.

En el Capítulo I Marco Referencial se expone el estudio de sistemas operativos, herramientas de software libre como Mikrotik, Centos, que nos permiten realizar la simulación de un router e incorporar con Mpls.

En el Capítulo II Marco Teórico, se plasma el estudio de conceptos necesarios para entender el funcionamiento y la implementación de la red MPLS sobre Linux, así mismo se detallan las herramientas que se consideraron para la dicha implementación.

En el Capítulo III, Diseño e implementación del prototipo de pruebas se examinarán los resultados obtenidos, es decir jitter, pérdida de paquetes y mos debidamente en el escenario de simulación. También se realizará la comprobación de la hipótesis utilizando el software My Speed que nos permite la medición de los parámetros a evaluar.

En el Capítulo IV, Guía Metodológica de implementación de voz ip sobre redes MPLS usando el códec de audio más adecuado, constituye el escenario sobre el cual se desarrollarán las configuraciones y la evaluación de los códecs con sus respectivos parámetros, permitiendo observar el comportamiento de la red en presencia de VOIP, envío de paquetes etc., admitiendo evaluar las características y su funcionamiento.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Introducción

En este capítulo se plantea el estudio y el análisis de sistemas operativos o herramientas de software libre como Centos, Mikrotik ya que con la utilización de estos nos permitirán la implementación y simulación de routers, también con estos lograremos realizar el escenario donde incorporamos el protocolo OSPF para la generación de rutas más cortas.

De la misma forma realizaremos la implementación del protocolo MPLS el cual aplica calidad de servicio para la red. Se detallan las normas que ayudaran a desarrollar el proyecto de forma efectiva. Además se definen las metas y propósitos a cumplirse en este proyecto.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Descripción

Actualmente la comunicación es una pieza fundamental de la sociedad, la misma que permite incluir elementos de los que hace uso un equipo para comunicarse con otros equipos dentro de la red.

Las redes de comunicación se han desarrollado de forma que son capaces de satisfacer necesidades comunes de los usuarios, pero el incremento de los medios de comunicación han dado paso a nuevos requerimientos de interconectividad, no simplemente en redes LAN, sino utilizar redes que permitan la interconexión de equipos informáticos en áreas geográficamente dispersos, es decir ambientes WAN.

En los tipos de comunicación anteriormente mencionados para integrar la transmisión de datos y voz se ha establecido VOZ sobre IP (VOIP), es así que ha permitido que la comunicación sea casi completa, ya que existe distorsión y pérdida de información durante este proceso; por esta razón surgió la utilización de Códecs, estos son capaces de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal .

Y con la amplia gama de códecs que existen el mercado como G.711, G.722, G.723, G.726, G.728, G.729, GSM, etc. De los cuales se realizará una evaluación de CODECS utilizados en VOIP, se conocerá el rendimiento que ofrecen cada uno de ellos, para esto se considera únicamente una muestra para su comparación.

Además MPLS se considera como la tecnología más nueva en lo que respecta a ruteo en redes IP, lo que ayuda a gestionar de mejor manera

1.2.2 Lugar de aplicación

La parte aplicativa de la comparación de Códecs sobre VOIP se realizará en CISCO-ESPOCH.

1.3 Alcance

La implementación contara con un servidor de VOIP Asterisk el cual admite que terminales (clientes) puedan conectase y transmitir voz en tiempo real (VOIP).

Del lado del servidor Asterisk puede estar dispositivos como teléfonos IP, teléfonos convencionales o softphone.

De igual forma contaremos con un servidor FTP, el cual servirá para subir paquetes en la red, conformada por 5 routers los cuales están configurados con Mikrotik estos se encuentran dentro de la red MPLS.

Con el análisis y la evolución de los códecs dentro de esta red conseguiremos elegir el que nos ofrezca mayor rendimiento en la comunicación.

1.4 Justificación del proyecto de tesis

1.4.1 Justificación teórica

El incremento y la fuerte creación de redes ip, tanto en local como en remoto, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicios en redes IP, han elaborado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP (con un potencial ahorro económico).

La elección del códec es una de las elecciones más importantes en la transmisión de voz sobre redes IP, porque afecta directamente al consumo de ancho de banda y a la calidad de la conversación, contribuye en mantener una alta calidad de comunicación a bajo costo.

De tal forma para cumplir con el objetivo propuesto se realizará una evaluación de códecs en una red MPL Sen Linux conectado a servidores, clientes y teléfonos IP, siempre y cuando se limite el ancho de banda respectivamente.

1.4.2 Justificación Metodológica

El intercambio de información que se da en la sociedad es parte esencial de la vida diaria; es decir la comunicación tanto oral como escrita debe estar presente en cualquier parte del mundo, sin importar el entorno geográfico y la realidad climática, tratando de que la información llegue en buenas condiciones.

Por esta razón es conveniente Evaluarlos códecs sobre VOIP en ambientes WAN usando códecs para realizar su comparación; ya que es de gran importancia conocer los motivos que del porque la información llega o no completa al destino, precisamente se logrará que tanto instituciones públicas y privadas deseen realizar esta evaluación de acuerdo a los equipos que posean y la necesidades que ellos contemplen.

Sin embargo, al elegir este tipo de evaluación de códecs para VOIP, se perfeccionaran los sistemas al implementar VOIP, ya que se conocerá del porque usar uno u otro códec, sus ventajas y desventajas al momento de transmitir datos, lo mismo que se puede

observar en la guía metodológica que se realizará al fin de la evaluación de los códecs de audio en la infraestructura MPLS.

1.4.3 Justificación Aplicativa

Con esta implementación se pretende tomar decisiones correctas al inicio de la conexión VOIP, en referencia a los parámetros de calidad establecidos y de esta forma no errar al final con una comunicación distorsionada, con retardos o simplemente que el trabajo sea en insubstancial.

La evaluación describirá información con respecto a los tiempos de retardo, jitter, número de paquetes transmitidos de acuerdo al ancho de banda y equipos que se tenga para desarrollar la investigación; así como las concernientes ventajas que se destaca en cada uno de los códecs estudiados, y de esta manera optar por esta temática.

La comprobación de la evaluación teórica se realizara en varios ambientes de prueba con todas las exigencias hardware como: conmutadores, host, cables directos, cruzados y consola además el software como: los códecs para su análisis y evaluación.

Como esta comparación se realizará con RouterOS, software que se instalará en computadoras que simularan conmutadores, cada una con varias tarjetas de red, dispondremos de todo el tiempo necesario para elaborar las respectivas pruebas y además aportar con los conocimientos necesarios acerca de los parámetros de calidad a la hora de elegir un códec adecuado dependiendo nuestras necesidades.

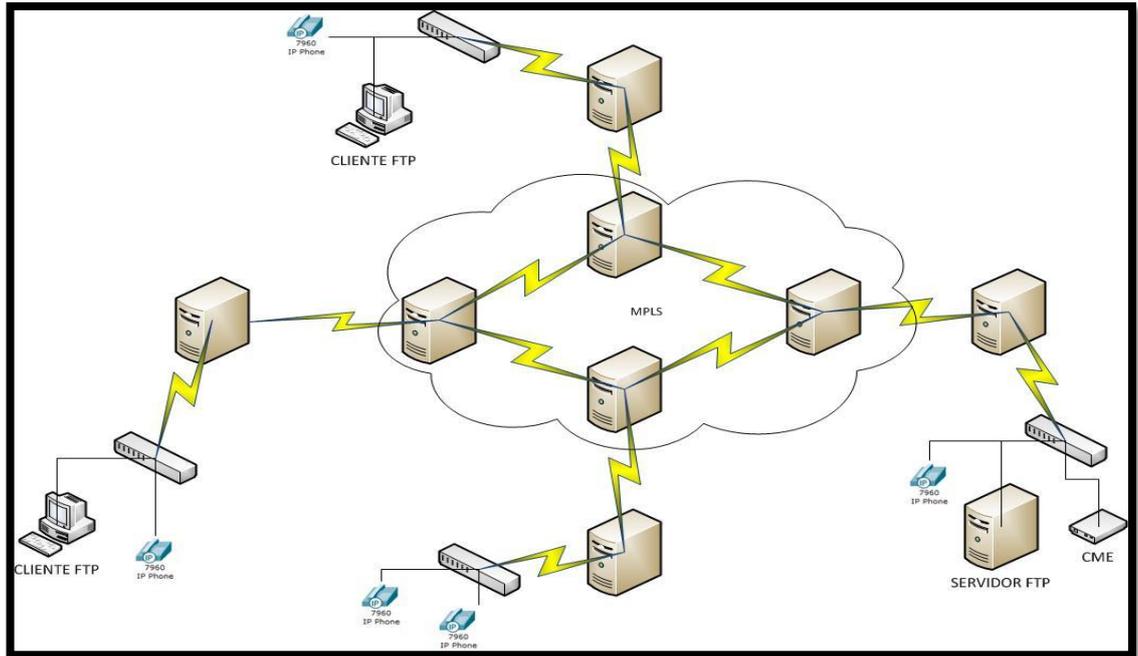


Figura I 1.- Escenario inicial

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General:

Analizar y evaluar códecs de audio para transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS sobre Linux.

1.5.2 Objetivos Específicos:

- Estudiar las características más relevantes de los códecs de audio y seleccionar los más comunes en VOIP.
- Diseñar la infraestructura de red MPLS sobre Linux para soporte de tráfico de VOIP.

- Implementar el prototipo de prueba para la evaluación de los códecs de audio seleccionados.
- Proponer una guía metodológica de implementación de VOZ IP sobre redes MPLS usando el códec de audio más adecuado.

1.6 Hipótesis

El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Introducción

Esta sección resume la información necesaria que permitirá la realización de nuestro proyecto de investigación, aquí se estudiara todo lo referente a códecs de audio para transmisión de VOIP, equipos a utilizar e infraestructura de red MPLS los cuales son la base para la realización del presente proyecto de tesis.

2.2 Códecs de Audio

Para poder transmitir la voz sobre una red IP, necesitamos codificarla y para ello, empleamos algoritmos de compresión/descompresión de audio, llamado códec. Un Códec, convierte una señal de audio analógico en un formato de audio digital para transmitirlo y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para poder reproducirlo.

Según el códec que utilicemos ocupará más o menos ancho de banda y esto influirá mucho en la calidad de los datos transmitidos, existen muchas formas de digitalizar audio y cada una de esas formas resulta en un tipo de códec.

En general puedes asumir que a mayor compresión vas a obtener mayor distorsión (peor calidad), un códec se considera mejor que otro cuando es capaz de ofrecer mejor calidad de voz usando la misma cantidad de ancho de banda.

2.2.1 Concepto de Códec

El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CODEC). La mayoría de las conversaciones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

El códec comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La forma de la compresión de la onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. La salida del códec es una secuencia de datos que se pone en los paquetes Ip y se transportan a través de la red a un destino.

Estos destinos deben utilizar los estándares, así como un sistema común de parámetros de CODEC. El resultado de usar diversos estándares o parámetros en ambos extremos es una comunicación indeterminado.

2.2.2 Tipos:

La ejecución de un códec se lo realiza mediante software, cada códec tiene características propias que las difieren entre sí, entre estas características las más relevantes son:

- **Frecuencia de Muestreo.-** Se refiere al número de muestras que son tomadas en un segundo, por lo general este valor es de 8Khz.
- **Tamaño de la trama.-** Es el número de paquetes que se deben enviar por segundo.
- **Tasa de Compresión Nativa.-** es el valor de compresión de la señal al salir de los distintos tipos de codificación, por lo general el valor típico es de 64kbps.
- **Tamaño del Frame y Pay load.-** Son los datos digitalizados de cada duración y expresado en ms o en bytes, el pay load es la cantidad de datos enviados por paquetes.
- **Tasa de Compresión.-** Este valor depende según el algoritmo de compresión.

En la **TablaII.I** indicamos la valoración de la conversión con la utilización de varios tipos de códecs, a continuación la tabla hace referencia a un tipo de códec, a la velocidad de referencia y que valor se obtiene de MOS donde 5 es Excelente y 1 es malo.

CODEC-METODO DE COMPRESION	VELOCIDAD REQUERIDA	MOS
PCM (G.711)	64Kbps	4.4
ADPCM (G.726)	32Kbps	4.2
LD-CELP (G.728)	16Kbps	4.2

CS-ACELP (G.729)	8Kbps	4.2
MPMLQ (G.723.1)	6.3Kbps	3.98

Tabla II I.- Valoración del MOS para diferentes tipos de Códecs

A continuación los estándares de codificación más importantes cubiertos por la ITU.

Donde se observa que se paga un precio por la utilización reducida del ancho de banda.

ESTANDARES DE CODIFICACION					
CODEC	ANCHO DE BANDA	PERIODO MUESTREO	TAMAÑO FRAME	FRAMES PAQUETE	ETHERNET BW
G.711	Kbps	20ms	160	1	95,2Kbps
G.729^a	5.3Kbps	30ms	20	1	26,1 Kbps
G.723^a	6,4 Kbps	30ms	24	1	27,2 Kbps
G.726	32 Kbps	20ms	80	1	63,2 Kbps
G.728	16 Kbps	2,5ms	5	4	78,47 Kbps
G.722	6,6 Kbps	20ms	17	1	28,5 Kbps

Tabla II II.- Resumen de los tipos de Códecs

2.3 Tipos de códecs de audio

2.3.1 Características

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (**el CODEC**). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas presididas por varios estándares. El proceso de la conversión es complejo, es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

Al mismo tiempo de la realización de la conversión de analógico a digital, el **CODEC** comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente.

Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas. A continuación se muestra características que debe ser tomada en cuenta al momento de elegir el códec:

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

El principal objetivo de los códecs, es la compresión de datos, esto permite entonces un mejor aprovechamiento del canal al momento de la transición.

El principal defecto de los códecs, es la pérdida de calidad de la información, esto debido a la compresión que se debe realizar. De acuerdo con esto, un códec ideal es aquel que realiza una mayor compresión y tiene menos pérdida. En la **Tabla II.III** se muestra las principales diferencias entre los códecs de audio más utilizados.

Nombre	Descripción	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Frame size (ms)	Observaciones	MOS
G.711	Pulse code modulation (PCM)	64	8	Muestra eada	Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal	4.1
G.721	Adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	32	8	Muestra eada	Obsoleta. Se ha transformado en la G.726.	
G.722	7 kHz audio-coding within 64 Kbit/s	64	16	Muestra eada	Divide los 16 KHz en dos bandas cada una usando ADPCM	
G.722.1	Codificación a 24 y 32 kbit/s con baja pérdida de paquetes	24/32	16	20		
G.723	Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales.	24/40	8	Muestra eada	Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de G.723.1.	
G.723.1	Dual rate 5.3 and 6.3 Kbit/s	5.6/6.3	8	30	Para el codificador de high rate utiliza Multipulse Maximum Likelihood Quantization (MP-MLQ) y	3.8 3.9

					para el de low-rate usa Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (ACELP).	
G.726	40, 32, 24, 16 Kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	16/24/32/40	8	Muestr eada	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.	3.85
G.727	5-, 4-, 3- y 2-bit/sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	var.		Muestr eada	ADPCM. Relacionada con G.726.	
G.728	Coding of speech at 16 Kbit/s using low-delay code excited linear prediction	16	8	2.5	CELP.	3.61
G.729	Coding of speech at 8 Kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)	3.92
G.729.1	Coding of speech at 8 Kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8/12/14/16/18/20/22/24/26/28/30/32	8	10	Ancho de banda desde 50Hz a 7 KHz	
GSM 06.10	Regular Pulse Excitation Long-term Predictor (RPE-LTP)	13	8	22.5	Usado por la tecnología celular GSM	
LPC10	Linear-predictive codec	2.4	8	22.5	10 coeficientes. La voz suena un poco "robótica"	
Speex		8, 16, 32	2.15-	30 (

		24.6	NB)
		(NB)	34 (
		4-44.2	WB)
		(WB)	
iLBC	8	13.3	30

Tabla II III.- Diferencias importantes entre Códecs más utilizados

2.4 Tipos de códecs para voip

Cuando hablamos de parámetros relacionados con la Voz sobre IP, el término códec (Codificador/Decodificador) describe la tecnología de cifrado y descifrado de una señal.

Dentro de VoIP esto se refiere al algoritmo usado para convertir la voz (de la PBX o del teléfono) a datos para la transmisión sobre una red IP.

El códec seleccionado afectará a la calidad de la voz debido a los diferentes algoritmos de compresión usados y a la cantidad de ancho de banda necesario. En un enlace LAN con poco ancho de banda, usando un códec con mucho ancho de banda (Por ejemplo G.711) puede producir una voz con problemas de calidad, como si el enlace LAN sufriera una congestión. En ese caso un códec con menor ancho de banda (como pueden ser G.729) podría ser más apropiado.

Existen gran cantidad de códecs utilizados en la telefonía VoIP, los cuales, dependiendo del algoritmo utilizado, tienen un mejor desempeño y menos pérdida de calidad.

Codec	Ancho de Banda	Características
G.711	64 Kbps	Conocido como a-law/ μ -law. Sin compresión
G.723.1	5.3 / 6.3 Kbps	Gran compresión. Uso de CPU intenso.
G.726	16/24/32/40 Kbps	Buena compresión con poco uso CPU.
G.729	8 kbps	Excelente relación ancho de banda - calidad. Requiere Licencia.
GSM	13 Kbps	Usado en las redes GSM
LPC-10	2.5 Kbps	Mínimo ancho de banda. Voz robótica
iLBC	13.3 / 15 Kbps	Robusto ante pérdida de paquetes
Speex	2.15 a 44.2 Kbps	Gran flexibilidad. Uso de CPU intenso

Tabla II IV.- Tabla de Códecs y Características

A continuación nombraremos los códecs más utilizados para transmitir Voz sobre IP:

G.711

Es recomendado para codificar la voz a 64 Kbps usando PCM (Modulación por Impulsos Codificados). Este códec a menudo es descrito como un descompresor que utiliza el mismo ratio de muestreo de la telefonía tradicional (TDM). Este tipo de códec tiene una puntuación MOS de 4,2 pero utiliza una gran cantidad de ancho de banda para la transmisión. Este códec no es usado normalmente debido a la cantidad de ancho de banda que necesita, aunque puede ser aceptado en entornos LAN (Por ejemplo, teléfonos IP conectados en redes de 100Mbps).

Los más utilizados por los diferentes softphone son los códecs G.711, ya que tienen una menor pérdida de calidad. Tiene una tasa de muestreo de 8000 muestras/segundo.

Existen dos algoritmos principales definidos en el estándar para G.711

- **A-Law** utilizado principalmente en Europa en canales E1
- **U-Law** utilizado principalmente en Norte América y Japón en canales T1 y J1.

Este códec simple y de baja carga computacional es considerado la base para el desarrollo del resto de estándares.

G.726

Estándar de la ITU en 1990 que reemplazó al obsoleto códec G.721. Conocido también como Adaptive Diferencial Pulse Code Modulation (ADPCM). Este códec trabaja a 3 velocidades: 16, 24 y 32 kbps pero el más ampliamente utilizado es el ADPCM-32, velocidad única soportada por Asterisk.

G723

Describe un algoritmo de bajo ratio de compresión. El estándar explica dos versiones, 5,3 kbps y 6,4 kbps. Este códec ofrece bajo ancho de banda para la transmisión de la voz, pero tiene una baja puntuación MOS de 3,9. Es un códec particularmente adecuado para transmitir voz sobre ip en conexiones WAN de bajo ancho de banda.

G.723.1

Algoritmo estandarizado por la ITU en 1995 diseñado para bajas tasas de muestreo 5.3kbps y 6.3kbps y en su mayoría se usa para aplicaciones VoIP.

Es un tipo de códec de alta calidad y de compresión elevada. Usado en conjunto con el protocolo de señalización H.323 pero requiere el pago de licencias para su uso comercial.

Necesita más procesamiento que el códec G.711. El códec G.723.1 usa un ancho de banda reducido pero ofrece una calidad de audio más pobre.

G.729

Se usa mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP VOIP debido a que ofrece una alta compresión (por lo tanto poco ancho de banda) por sus bajos requerimientos en ancho de banda. Este estándar opera a una tasa de bits de 8 kbit/s, pero existen extensiones, las cuales suministran también tasas de 6.4 kbit/s y de 11.8 kbit/s para peor o mejor calidad en la conversación respectivamente.

También es muy común G.729a el cual es compatible con G.729, pero requiere menos cómputo. Esta menor complejidad afecta en que la calidad de la conversación es empeorada marginalmente.

Este códec tiene una puntuación MOS de 4,0. Este hecho es debido ya que ofrece una alta compresión (por lo tanto poco ancho de banda) mientras mantiene una buena calidad de voz.

G.729A

Códec desarrollado y patentado por France Telecom, Mitsubishi Electric Corporation, Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT) y la Universidad de Sherbrooke.

Por el uso del Conjúgate-Estructura Algebraica-Codee-Excitad Linear Predicción (CS-ACELP) provee alta calidad de sonido utilizando 8kbps de ancho de banda, pero a cambio de esto, exige un gran procesamiento por parte del CPU.

GSM

(Global System MóBILE) Códec preferido por Asterisk. Aunque provee una calidad de sonido menor a G.729A, las exigencias de CPU son menores y además no requiere pago de licencias para su uso.

El códec GSM utiliza información de muestras previas (misma que no cambia muy rápidamente) para poder predecir la muestra actual. La señal de voz es dividida en bloques de 20 ms, los cuales son pasados al códec para su compresión. Los paquetes de voz son bloques de 260bits, y al comparar con los intervalos de muestreo para los bloques, obtenemos que el ancho de banda consumido por este códec sea del orden de los 13.3kbits.

ILBC

(Internet Low Bit Rate Códec) Algoritmo complejo desarrollado y patentado por Global IP Sound (GIPS) códec Open Source libre y gratuito, el cual ofrece un equilibrio entre calidad de voz y uso de ancho de banda a cambio alto costo de CPU.

Está diseñado para trabajar con anchos de banda muy reducidos, los cuales dependen del tamaño de muestra utilizada (20 o 30ms). Trabajando con bloques de 20ms, su consumo de ancho de banda es de apenas 15.20 Kbps (303 bits empaquetados en 38 bytes), mientras que con 30ms, se reduce aún más llegando a los 13.33 kits (399 bits en 50 bytes).

Una de las características importantes que a calidad se refieren, es que este códec permite degradación suave de la voz ocasionada por pérdida o retraso de paquetes. La

degradación suave se logra con una extra/interpolación de los paquetes faltantes, permitiendo así que su uso sea sumamente apto para tráfico de VoIP.

Entre sus desventajas es necesario nombrar que es un códec reciente, por lo que su soporte en dispositivos comerciales es muy reducido (entre las firmas importantes de fabricantes de equipo VoIP, solamente Grandstream soporta su uso).

Otra desventaja, es que su complejidad y reducido consumo de ancho de banda requiere una cantidad importante de procesamiento, por lo que mantener numerosas llamadas concurrentes con este códec puede ocasionar el agotamiento de ciclos del procesador fácilmente.

SPEEX

Las metas en el diseño eran permitir buena calidad en la voz y bajo bit-rate (desafortunadamente no al mismo tiempo). Buena calidad también significaba tener soporte para wideband (frecuencia de muestreo de 16 kHz) además de narrowband (calidad de teléfono, frecuencia de muestreo de 8 kHz).

El diseño para VoIP en vez de teléfonos celulares significa que Speex debe ser robusto a pérdida de paquetes, pero no corromperlos, entonces los paquetes llegan sin alteración o no llegan para nada. También, la idea era tener una complejidad y requerimiento en memoria razonable sin comprometer mucho la eficiencia del códec

MOS.- Es la opinión conceptual de calificación que proporciona una medida numérica de calidad de la voz humana en el destino final del circuito.

En la **Tabla II. V** mostraremos un resumen de las principales características de los códecs mencionados con anterioridad.

<i>CÓDEC</i>	<i>Data Bitrate (kbps)</i>	<i>Calidad</i>	<i>Uso Común</i>	<i>Requiere Licencia</i>
<i>ITU G.711</i>	64 kbps		Estándar PSTN	No
<i>ITU G.723.1</i>	5.3,6.3 kbps	Baja	Útil para módems	Si
<i>ITU G.726</i>	16,24,32 kbps	Alta		No
<i>ITU G.729A</i>	8 kbps	Media	Muy usado	Si
<i>GSM</i>	13 kbps	Media	Estándar de la red celular	No
<i>iLBC</i>	13.3,15.2 kbps	Alta		No
<i>Speex</i>	2.15-22.4 kbps			No

Tabla II V.- Calidad y Licencia de Códecs para VOIP

2.4.1 Ventajas de los códecs de audio

- El desarrollo de códecs para VoIP (G.729, G.723, etc.) ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos cada vez más pequeños. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda muy reducidos.
- Claramente, se puede utilizar “datos sin compresión” si se desea para aseverar que no tendrá pérdida en la calidad de la imagen. De cualquier manera, el utilizar “datos sin compresión” tiene como resultado enormes volúmenes de información, entonces la compresión es una de las ventajas más relevante que nos brindan los códecs.
- Admite degradación suave de la voz ocasionada por pérdida o retraso de paquetes.

2.4.2 Desventajas de los Códecs de audio

- Calidad de la llamada.-** es una de las desventajas principales, indicáremos que es un poco inferior a la telefónica, ya que los datos viajan en forma de paquetes, es por eso que se pueden tener algunas pérdidas de información y demora en la transmisión. Algunos códecs por su complejidad y reducido consumo de ancho de banda requieren un significativo uso de procesamiento. Al estudiar la gran variedad de códecs de audio que soporta Voz Ip, hemos determinado que solo 3 códecs llenan las expectativas necesarias para implementar en una red Mpls sobre Linux y se muestran en la siguiente Tabla:

G7.11	iLBC	G.723
- Bit rate= 64 kb/s	- Open Source libre	- Bit Rate=24 a 40
- MOS=calidad de códec a 4.2	- y gratuito	- kb/s
- Menor pérdida de calidad	- Trabaja en anchos de banda reducidos	- Mos=calidad de códec a 3.8
- Comprensión moderada	- Permite degradación suave de la voz	- Para aplicaciones de circuitos digitales
- Este códec requiere un procesamiento muy lento, necesita un mínimo de 128 Kbps para una comunicación bidireccional.	- Código nuevo	- Tamaño del paquete= 24
	- Requiere gran procesamiento	- Framesize=24
	- Robusto ante pérdida de paquetes	- Periodo de muestreo=30ms
	- Bit rate: 8 kb/s	- Uso de cpu intenso
		- Mos=3.9

- Latencia (Retraso): 1 ms	- Framesize=30	- Adecuado para
- Framesize=160	- No necesita licencia para su ejecución y con calidad alta	transmitir en wan de bajo ancho de banda
- Periodo de muestreo=20ms	- Período de muestreo=30ms	
	- Framesize=24	

Tabla II VI.-Comparación de Códecs

2.5 Voz sobre ip

2.5.1 Introducción

En la década de los 90, un grupo de personas perteneciente al entorno de la investigación, tanto de instituciones educativas como empresariales, comenzaron a mostrar un cierto interés por transportar voz y video sobre redes IP.

Especialmente a través de intranets corporativas e Internet. Esta tecnología es conocida hoy día como VoIP y es el proceso de dividir el audio y el vídeo en pequeños fragmentos, transmitir dichos fragmentos a través de una red IP y re ensamblar esos fragmentos en el destino final permitiendo de esta manera que la gente pueda comunicarse.

La idea de la VoIP no es nueva, ya que hay patentes y publicaciones de investigaciones que datan de varias décadas. La VoIP ha tomado un papel central en la autopista de la

información (o Internet) para que la red pueda interconectar cada hogar y cada negocio a través de una red de conmutación de paquetes.

El concepto original es relativamente simple: se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP. Gracias a otros protocolos de comunicación, como el RSVP, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

Evidentemente, existen discusiones de importancia, que tienen que ver con la calidad del sistema y con el uptime (tiempo entre fallas) de las redes de datos en comparación con las de telefonía. Sin embargo, la versatilidad y los costos del nuevo sistema hacen que estén comenzando a considerar la posibilidad de dar servicios sobre IP.

2.5.2 Definición

VoIP viene de los vocablos en inglés VoiceOver Internet Protocol, también llamado Voz sobre IP, VoIP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Internet Protocol).



Figura II 1.- Comunicación VOIP

Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla (en forma digital o analógica) a través de circuitos utilizables sólo para telefonía.

El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo redes de área local (LAN) o WAN.

2.5.3 Arquitectura

Uno de los beneficios que aporta la VoIP es que la arquitectura, desde el punto de vista de su distribución, puede, ser centralizada o distribuida.

El enfoque centralizado (**Arquitectura Centralizada**) es criticado porque al estar todo localizado en un mismo punto las futuras innovaciones tecnológicas se verán entorpecidas.

Por otro lado la **Arquitectura Distribuidas** más compleja que la arquitectura centralizada. Sea seguidor de un enfoque u otro, lo que la VoIP nos permite es una gran flexibilidad.

2.5.4 Componentes de Voip

Los principales componentes de voz sobre ip los mencionaremos a continuación:

Cliente.-Establece y termina las llamadas de voz. Codifica, empaqueta y transmite la información de salida creada por el micrófono del usuario. Asimismo, recibe, decodifica y reproduce la información de voz de entrada a través de los altavoces o audífonos del usuario.

Servidor.-Efectúa operaciones de validación de usuarios, tasación, contabilidad, tarificación, recolección, distribución de utilidades, enrutamiento, administración general del servicio, carga de clientes, control del servicio, registro de usuarios y servicios de directorio, entre otros.

Pasarela (Gateway).- Proporciona las interfaces con la telefonía tradicional, funcionando como una plataforma para clientes virtuales. Estos equipos también juegan un papel importante en la seguridad de acceso, el control de calidad del servicio (**QoS; Quality of Service**) y en el mejoramiento del mismo.

En la **FiguraII. 2** muestra cada uno de los elementos de la VoIP.

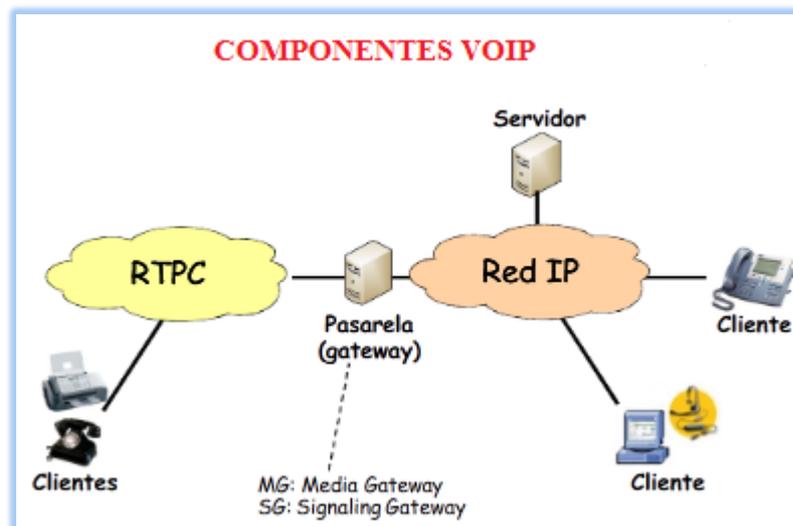


Figura II 2.- Componentes VOIP

2.6 Protocolos Voip

Los protocolos para VOIP se dividen en Protocolos de Señalización y Medios, a continuación hablaremos sobre ellos ver **Figura II.3:**

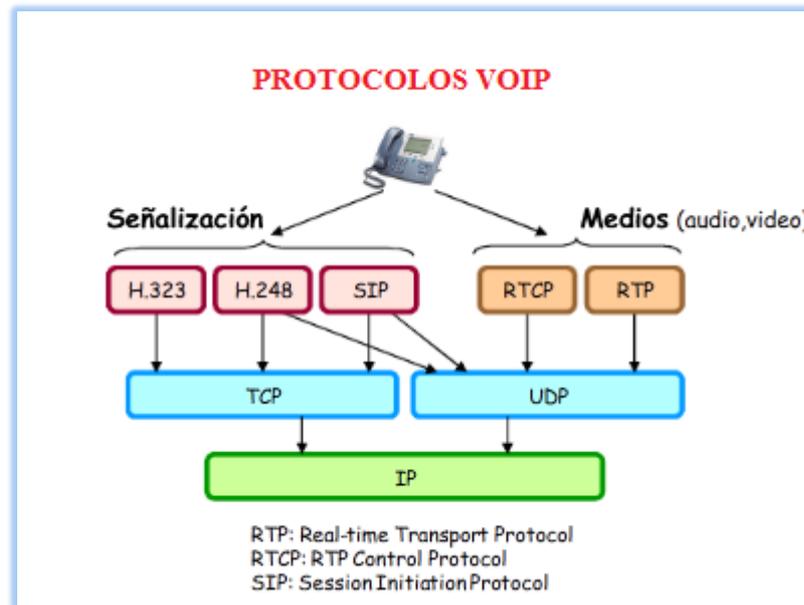


Figura II 3.- Protocolos VOIP

2.6.1 Protocolos de Medios

1. **RTP (Real-time Transport Protocol)** Transmisión de flujos de audio y video en tiempo real.

Proporciona servicios de:

- Secuenciación de paquetes
- Sincronización intra-medios, inter-medios
- Identificación del tipo de carga
- Indicación de trama

2. **RTCP (RTP Control Protocol)** Control y gestión de sesiones RTP

Protocolos de Señalización

1. **H.323.-** Protocolo definido por la ITU, es utilizado comúnmente para Voz sobre IP y para videoconferencia basada en IP. Hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. No garantiza una calidad de

servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable.

- 2. SIP.- Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesiones)** desarrollado por IETF con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia.

La sintaxis de sus procedimientos es similar a las de HTTP y SMTP. Esta similitud es natural ya que SIP fue diseñado para que la telefonía se vuelva un servicio más en Internet.

- 3. MGCP.- (Media Gateway Control Protocol)** es un protocolo interno de VoIP cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos VoIP por ser del tipo cliente – servidor. MGCP está definido informalmente en la RFC 3435.
- 4. MEGACO.-** También conocido como **H.248**, nombre dado por la ITU define el mecanismo necesario de llamada para permitir a un controlador Media Gateway el control de puertos de enlace para soporte de llamadas de voz/fax. H.248 es un complemento a los protocolos H.323 y SIP.

2.6.2 Funcionamiento

El funcionamiento de VOIP en la red inicia digitalizar la voz en paquetes de datos, luego la envía a través de la red y finalmente reconvirtiéndola a voz en el destino como se muestra en la **Figura II.4**.

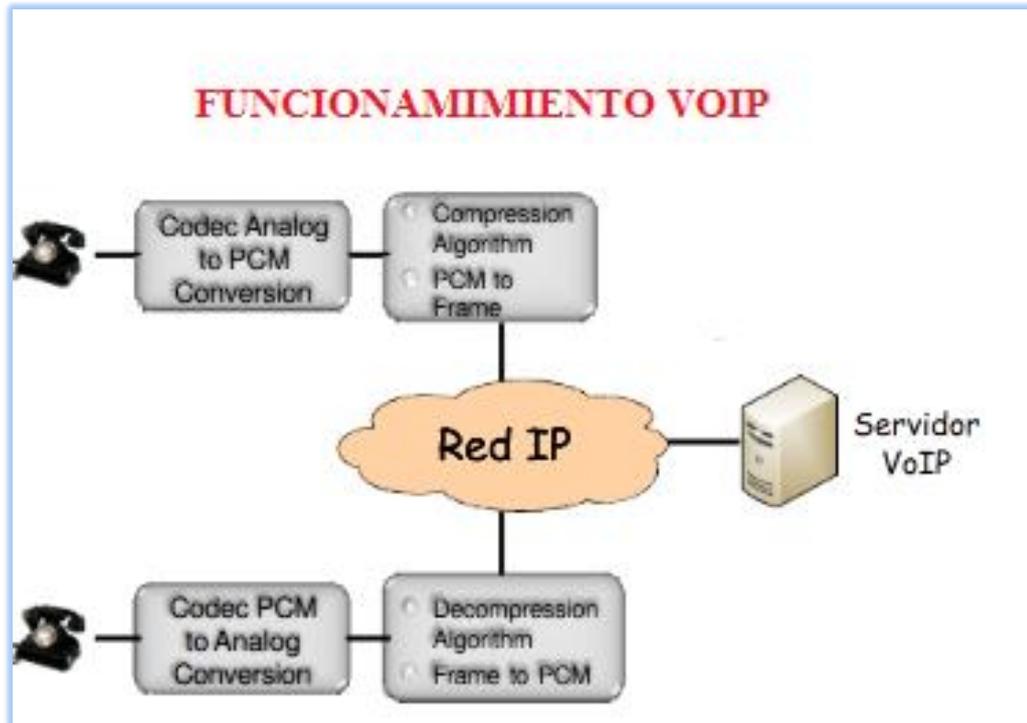


Figura II 4.- Modelo de Funcionamiento VOIP

Pasos de una comunicación

1. Los dos participantes se registran en el servidor VOIP con sus teléfonos.
2. El equipo emisor pregunta al servidor VOIP por el equipo receptor con un protocolo de señalización (SIP).
3. El servidor VOIP devuelve los datos de contacto al emisor (dirección IP)
4. Los teléfonos establecen comunicación y acuerdan un tipo de códec (G.711, G.729, GSM)
5. Los datos de voz se comprimen y se envían por el protocolo RTP
6. El receptor recibe los paquetes RTP, decodifica los datos de voz
7. Escucha de voz.

Dependiendo de la forma en la que la red está configurada, el Servidor puede realizar el trabajo de codificación, decodificación y/o compresión.

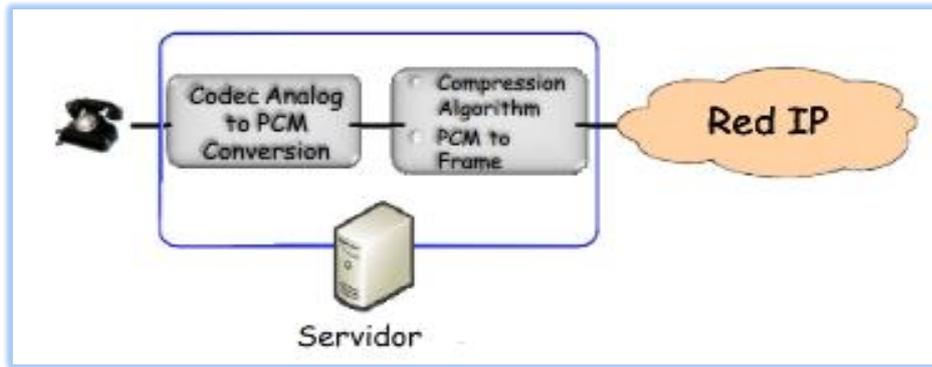


Figura II 5.- Muestra la Codificación y Decodificación que realiza el Servidor

2.6.3 Características

- Como característica principal diremos que permite controlar el tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento.
- Asimismo mencionaremos que es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Además es independiente del hardware utilizado.
- Admite la integración de Vídeo
- Cabe indicar que provee un enlace a la red de telefonía tradicional.
- Igualmente indicaremos que esta telefonía ha evolucionado tanto, que hasta los 800's que son números no geográficos, pueden llamar a una línea IP.
- Por último mencionaremos que, lo que anteriormente era una central telefónica con mucha infraestructura, ahora se resume en un software instalable en un pequeño servidor con las mismas funcionalidades

2.6.4 Ventajas

- Reduce los gastos de desplazamiento y formación, mediante el uso de videoconferencias y conferencias en línea
- Aunque VoIP puede definirse de forma abreviada como una tecnología que **aprovecha** el protocolo TCP/IP para ofrecer conversaciones de voz, lo cierto es que es mucho más que esto, VoIP puede ser usada para remplazar la telefonía **tradicional** en un entorno empresarial, en un pequeño negocio o en casa, o simplemente para añadir ventajas a un sistema de telefonía tradicional.
- El desarrollo de códecs para VoIP (aLaw, G.729, G.723, etc.) ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos cada vez más pequeños. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda muy reducidos.
- Utilizar una sola red para voz y datos, simplificando la gestión y reduciendo costes

A continuación señalaremos algunos de los beneficios asociados al uso de VoIP y conoceremos cómo podría mejorar la comunicación por voz.

- ✓ **Más de dos personas.** En una línea de teléfono corriente, únicamente dos personas pueden hablar al mismo tiempo. Con VoIP, puedes configurar una conferencia que permite a un grupo de personas comunicarse en tiempo real. VoIP comprime los paquetes durante la transmisión, algo que provoca que se pueda transmitir una cantidad mayor de datos.
- ✓ **Ahorrar dinero.** Si no se usa VoIP para la comunicación por voz, entonces seguramente se esté utilizando la vieja línea de teléfono. En una línea RTC, tiempo

significa dinero. Hoy día el servicio de Internet más común es una ADSL que se puede emplear de forma ilimitada y conlleva un coste fijo al mes. De esta forma, si el ADSL tiene una velocidad razonable, podrá hablar a través de VoIP con una buena calidad de llamada y el coste seguirá siendo siempre el mismo.

- ✓ **Hardware y software baratos.** Si eres un usuario de Internet que está deseando usar VoIP para comunicarse por voz, el único hardware adicional que necesitarás además de tu ordenador y tu conexión a Internet será una tarjeta de sonido, unos altavoces y un micrófono. Existen diferentes paquetes software descargables de Internet que emplean VoIP y que sirven para establecer comunicaciones por voz. Algunos ejemplos son aplicaciones tan conocidas como Skype.
- ✓ **Uso más eficiente del ancho de banda.** Se sabe que el 50% de una conversación de voz es silencio. VoIP rellena estos espacios de silencio con datos de forma que el ancho de banda de los canales de comunicación de datos no sean desaprovechados. La compresión y la posibilidad de eliminar la redundancia cuando se transmite voz serán también factores que elevarán la eficiencia del uso del ancho de banda de la conexión.
- ✓ **Esquema de red flexible.** La red que encontramos bajo VoIP no necesita tener un esquema o topología en concreto. Esto hace posible que una organización pueda hacer uso de la potencia de las tecnologías que elijan, como ATM, SONET o Ethernet.
- ✓ **Más que voz.** Al estar basada en una red de paquetes, VoIP puede manejar también otros tipos de datos además de la voz, podríamos transmitir imágenes, video o texto

a la vez que la voz. De esta forma, puedes hablar con alguien a la vez que le envías archivos o incluso a la vez que te está viendo a través de una webcam.

2.6.5 Desventajas

- **VoIP requiere de una conexión de banda ancha**, pero todavía hay hogares que tienen conexiones por modem, este tipo de conectividad no es suficiente para mantener una conversación fluida con VoIP. Sin embargo, este problema se verá solucionado a la brevedad por el sostenido crecimiento de las conexiones de banda ancha.
- Dado que VOIP utiliza una conexión de red la calidad del servicio se ve afectado por la calidad de esta línea de datos, esto quiere decir que la calidad de una conexión VoIP se puede ver afectada por problemas como la alta latencia (tiempo de respuesta) o la pérdida de paquetes. Las conversaciones telefónicas se pueden ver distorsionadas o incluso cortadas por este tipo de problemas.
- En los casos en que se utilice un softphone la calidad de la comunicación VOIP se puede ver afectada por la PC, digamos que estamos realizando una llamada y en un determinado momento se abre un programa que utiliza el 100% de la capacidad de nuestro CPU, en este caso crítico la calidad de la comunicación VOIP se puede ver comprometida porque el procesador se encuentra trabajando a tiempo completo, por eso, es recomendable utilizar un buen equipo junto con su configuración VOIP.
- **Llamadas al 911:** Estas también son un problema con un sistema de telefonía VOIP. Como se sabe, la telefonía ip utiliza direcciones IP para identificar un

número telefónico determinado, el problema es que no existe forma de asociar una dirección ip a un área geográfica, como cada ubicación geográfica tiene un numero de emergencias en particular no es posible hacer una relación entre un número telefónico y su correspondiente sección en el 911. Para arreglar esto quizás en un futuro se podría incorporar información geográfica dentro de los paquetes de transmisión del VOIP

A continuación señalaremos algunas pérdidas asociados al uso de VoIP.

- **Calidad de la llamada.** Es un poco inferior a la telefónica, ya que los datos viajan en forma de paquetes, es por eso que se pueden tener algunas pérdidas de información y demora en la transmisión.
- **Latencia.** Cuando el usuario está hablando y otro usuario está escuchando, no es adecuado tener 200ms (milisegundos) de pausa en la transmisión. Cuando se va a utilizar VoIP, se debe controlar el uso de la red para garantizar una transmisión de calidad.
- **Robos de Datos.** Un cracker puede tener acceso al servidor de VoIP y a los datos de voz almacenados y al propio servicio telefónico para escuchar conversaciones o hacer llamadas gratuitas a cargo de los usuarios.
- **Virus en el sistema.** En el caso en que un virus infecta algún equipo de un servidor VoIP, el servicio telefónico puede quedar interrumpido. También pueden verse afectados otros equipos que estén conectados al sistema. Si uno no está bien protegido pueden sufrir fraudes por medio de suplantación de identidad

- **Pérdida de Información.** Este tipo de redes transportan la información dividida en paquetes, por lo que una conexión suele consistir en la transmisión de más de un paquete. Estos paquetes pueden perderse, y además no hay una garantía sobre el tiempo que tardarán en llegar de un extremo al otro de la comunicación.
- **Incompatibilidad de proveedores del servicio.**
- **Conexión a Internet.** No todos los sistemas utilizados por los Proveedores de Servicios de Telefonía por Internet son compatibles (Gateway, Gatekeeper) entre sí. Este ha sido uno de los motivos que ha impedido que la telefonía IP se haya extendido con mayor rapidez.

2.7 Redes mpls

2.7.1 Introducción

MPLS es un estándar del IETF y definido en la RFC. 3031, que nació para consensuar diferentes soluciones de conmutación multinivel, en 1997. Los principales objetivos establecidos por el IETF en la elaboración del estándar MPLS son:

- MPLS no está restringida a ninguna tecnología de capa 2 (capa de enlace) del modelo OSI, debe funcionar sobre cualquier medio en el que los paquetes de capa de red puedan ser intercambiados entre las entidades de nivel de red.
- Creado para utilizar el protocolo de capa de red IPv4, pero MPLS debe ser extensible a múltiples protocolos de capa de red como: IPv6, IPX, AppleTalk, etc.

- MPLS debe soportar envíos punto a punto (*unicast*) y punto – multipunto (*multicast*).
- Debe ser compatible con el Modelo de Servicios Integrados del IETF.
- Debe ser posible la coexistencia en la misma red de conmutadores MPLS y de otras arquitecturas.
- Debe ser compatible con los procedimientos de operación, administración y mantenimiento de las actuales redes IP.
- Integra las características de la capa 2 y la capa 3; combinando eficazmente las funciones de control del enrutamiento con la simplicidad y rapidez de la conmutación de la capa 2, para proveer la mejor solución en la integración de voz, video y datos.
- MPLS ahora es una medida clásica y estándar al transporte de información en las redes. Aprobado por toda la comunidad de Internet, ha sido hasta hoy una solución admisible para el envío de información, utilizando **Routing** de paquetes con ciertas garantías de entrega.
- Brinda niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia. Y todo ello en una única red.

2.7.2 Definición

MPLS (Multiprotocol Label Switching).- Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas, tecnología híbrida que intenta combinar las características para que llegue un

paquete de un origen establecido a un destino propuesto, tanto de capa 2 (*switching*) como de capa 3 (*routing*), a través de una red de interconexión

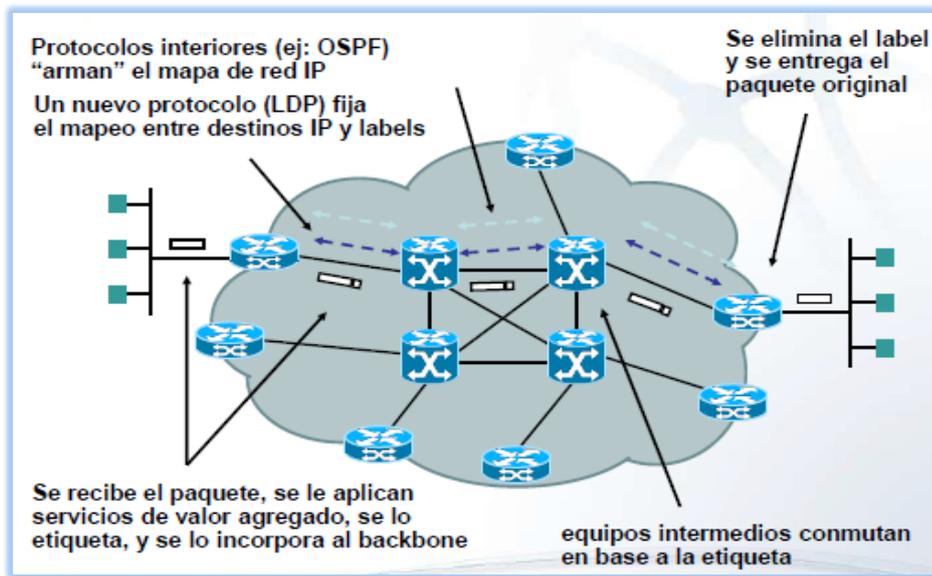


Figura II 6.- Funcionamiento de la red MPLS

2.7.3 Elementos Mpls

Los elementos de MPLS permiten a la red funcionar más efectivamente que otras tecnologías. Entre los elementos que constituyen una red MPLS es importante mencionar a los LSPs (Label Switching Path) que son una ruta de tráfico específico en la red.

De la misma forma está compuesta por dos tipos de routers o nodos: LER (LabelEdgeRouter) y LSR (LabelSwitchingRouter).

LER (LabelEdgeRouter).- Los LERs o routers de etiqueta de borde, son nodos situados en la periferia que clasifican el tráfico que ingresa al dominio MPLS, son capaces de conectar un dominio MPLS con nodos externos al dominio; éstos son los

responsables de asignar y retirar las etiquetas, a la entrada o salida de la red MPLS. Su conmutación se basa en FECs (*ForwardingEquivalenceClasses*).

LSR (LabelSwitchingRouter).- Los LSRs o routers de conmutación de etiquetas, son nodos internos de un dominio MPLS que transforman los paquetes en función de la etiqueta. Su conmutación es directa. Físicamente pueden ser routers IP o switches ATM.

Usan protocolos de ruteo IP para intercambiar información de routing. Todos los LSRs usan un protocolo para distribuir rutas (LDP).

- Enrutador de alta velocidad en el corazón de la red MPLS
- Debe soportar los protocolos de enrutamiento IP

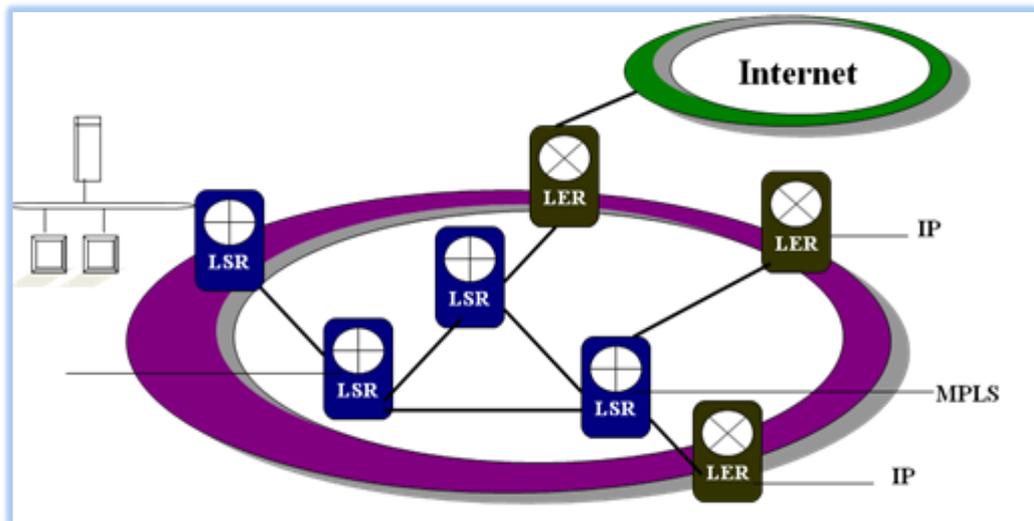


Figura II 7.- Elementos de MPLS (LSR-LER)

FEC (Forward Equivalence Class).- La Clase Equivalente de Envío es el conjunto de paquetes que pueden ser tratados de forma idéntica desde el punto de vista de envío.

Una FEC está constituida por todos los paquetes a los que se pueden aplicar una etiqueta específica. La escalabilidad de MPLS está garantizada por los FECs.

Cada FEC tiene un camino específico a través de los LSR de la red, razón por la cual MPLS es orientada a conexión y además contiene una serie de valores que definen los requerimientos de QoS del flujo.

La asignación de un paquete particular a un FEC es hecho sólo una vez (cuando el paquete entra a la red).

LSP (Label-Switched Paths).- Es un camino unidireccional que se establece mediante conmutación de etiquetas en un dominio MPLS.

Los LSPs sirven como túneles de transporte a lo largo de la red MPLS; incluyen los parámetros QoS que determinan la cantidad de recurso a reservar al LSP, así como la fila de procesos en cada LSR.

MPLS maneja dos tipos de técnicas de selección de una ruta o LSP dentro de un FEC específico:

- **Ruteo hop-by-hop.**-En este tipo de enrutamiento cada LSR escoge el siguiente salto para cada FEC independientemente de los demás LSRs.

Este enrutamiento hace uso de un protocolo simple, como OSPF (*Open Shortest Path First*) el mismo que permite a MPLS: el apilamiento y conmutación de etiquetas, la manera diferenciada de procesar los paquetes de distintos FECs con la misma ruta.

- **Ruteo explícito (ER-LSP).**- En el enrutamiento explícito un LSR de entrada o salida define algunos o todos los LSRs en el LSP para un FEC particular. Si un

LSR especifica todos los LSRs en un LSP, el enrutamiento es explícito estricto y, se denomina enrutamiento explícito libre si solo algunos LSRs son especificados.

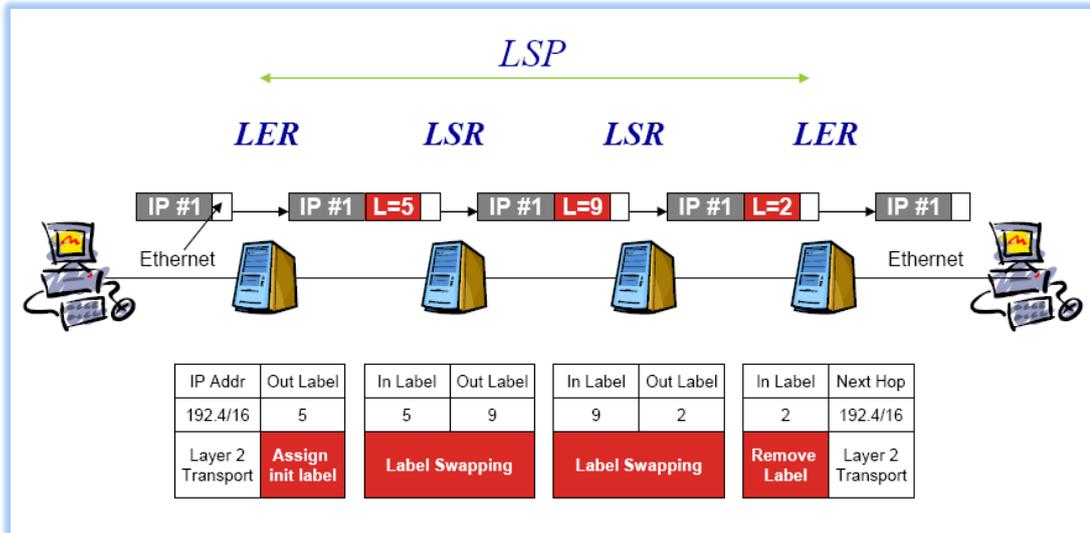


Figura II 8.- Funcionamiento de LSP

2.7.4 Estructura Mpls

La cabecera MPLS posee 32 bits de longitud, distribuidos en cuatro campos, cada uno con una función específica.

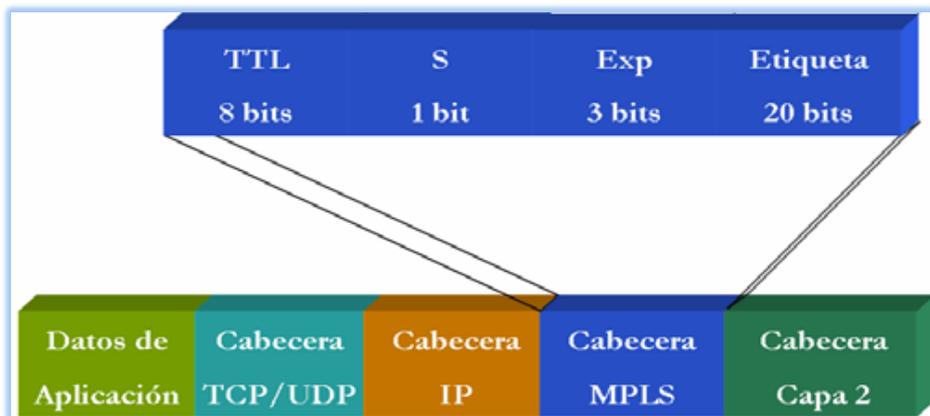


Figura II 9.- Elementos de la Cabecera MPLS

Las etiquetas MPLS identifican a la FEC asociada a cada paquete.

Campo Label o Etiqueta (20 bits). Con sentido exclusivamente local, de la etiqueta MPLS. Esta etiqueta es la que determinará el próximo salto del paquete.

Campo Experimental EXP (3 bits). Anteriormente llamado CoS; Este campo afecta a los algoritmos de descarte de paquetes y de mantenimiento de colas en los nodos intermedios, es decir, indica la QoS del paquete. Mediante este campo es posible diferenciar distintos tipos de tráfico y mejorar el rendimiento de un tipo de tráfico respecto a otros.

Campo Stacking (1 bit). Gracias a este campo, se tienen jerarquías de etiquetas. MPLS tiene la capacidad de etiquetar tráfico MPLS de una red vecina con lo que se forma una pila o stack.

Sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay más etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía

Campo TTL Time to Live (8 bits). Este campo sirve como un contador del número de saltos para poder evitar la creación de bucles o looks que se puedan generar en el envío de los paquetes etiquetados.

Igual funcionalidad que en IP, se decrementa en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

2.7.5 Arquitectura Mpls

MPLS divide la arquitectura clásica del router en dos componentes principales los cuales indicaremos a continuación:

Control Plane.- Mantiene la tabla de enrutamiento y las etiquetas que se intercambian entre los dispositivos adyacentes. Por lo tanto intervienen en este componente los protocolos de routing OSPF, EIGRP, IS-IS, BGP y también los protocolos de distribución de etiquetas como **TDP** (TagDistributionProtocol) y **LDP** (LabelDistributionProtocol).

También **RSVP** (ResourceReservationProtocol), que se utiliza para proporcionar el llamado **MPLS TE** (MPLS TrafficEngineering), que es un mecanismo que permite reservas de ancho de banda a través de una red MPLS y se suele utilizar en casos como Voz IP tráfico crítico.

Intercambia información de enrutamiento de capa 3 y etiquetas. La tabla maneja el control plane es:

- **Base De Información De Etiquetas (RIB)** .- Aquí se mantienen todas las etiquetas asignadas por el LSR y la asociación de esas etiquetas a las enviadas por sus vecinos

Data Plane.-Se encarga de realizar el forwarding de paquetes basado en las etiquetas. Aquí podemos encontrar la **LFIB** (LabelForwardingInformation Base), que se crea para almacenar información de etiquetas para ser usadas por la **FIB**.

LFIB se crea mediante la información obtenida mediante LDP, BGP y RSVP o en combinación entre ellos.

- **Base de Información de Envío de Etiquetas (FLIB)**.- Esta es usada durante el proceso de envío de paquetes y almacena solo las etiquetas que en ese momento están siendo usadas.

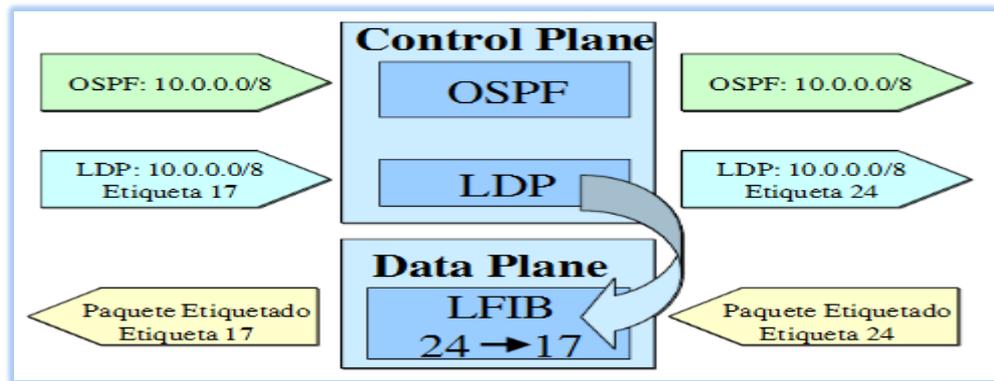


Figura II 10.- Información del Control Plane es enviada al Data Plane

Funciones de los componentes Control Plane:

El IGP (OSPF) recibe y envía la red IP: 10.0.0.0/8 LDP recibe la etiqueta 17 para ser usada en paquetes cuyo destino sea la dirección 10.x.x.x. Una etiqueta local 24 se genera y es enviada a los vecinos de manera que ellos puedan etiquetar los paquetes con la etiqueta apropiada. LDP realiza un ingreso en la LFIB del Data Plane donde la etiqueta 24 es cambiada con la etiqueta 17

Funciones de los componentes del Data Plane:

Envía todos los paquetes con la etiqueta 24 hacia las interfaces apropiadas y reemplaza la etiqueta 24 por la etiqueta 17.

2.7.6 Características

- Mantiene independiente los protocolos de la capa 2 y 3
- Maneja los protocolos de reserva de recursos RSVP y de enrutamiento OSPF.
- Define mecanismos para gestionar los flujos de tráfico de diversa granularidad.

2.7.7 Ventajas

MPLS brinda las siguientes ventajas:

- MPLS es independiente de la arquitectura de la red y de las redes con las que se interconecta.
- Soporta eficientemente la creación de VPNs.
- MPLS es una tecnología que permite ofrecer Calidad de Servicio (QoS) independientemente de la red sobre la que se implemente.
- Capacidad para realizar ingeniería de tráfico sin necesidad de que se sobredimensionen los enlaces.
- Soporta tecnologías como ATM, Frame Relay y Ethernet.
- Clasifica con mayor criterio los paquetes en base a FECs y a las interfaces.
- Permite el transporte de tráfico con diferente calidad de servicio.
- Soporta escalabilidad de la red, es decir permite expandir la red para incrementar el número de abonados.
- Soporta cualquier tipo de tráfico en una red IP sin depender de los protocolos de enrutamiento, de la capa transporte y de los esquemas de direccionamiento.

2.7.8 Desventajas

- Se agrega una capa adicional
- Los routers deben entender MPLS

2.8 Protocolo ospf

2.8.1 Introducción

Uno de los protocolos más populares es el OSPF (*Open ShortestPathFirst*) el cual es un protocolo de routing para redes IP. Se creó a finales de los años ochenta y está basado en el algoritmo SPF (camino más corto primero) para ser usado en Internet.

Este protocolo fue creado en los ochenta porque otro protocolo llamado RIP estaba quedándose atrás para poder manejar redes que cada vez eran más grandes e inmanejables. Por ello se decidió en diseñar algo más potente y basándose en el algoritmo SPF, el cual ya se conocía desde finales de los años setenta en ARPANET.

OSPF tiene dos características principales. La primera es que es un protocolo abierto, lo cual significa es de dominio público. Las especificaciones OSPF son publicadas en el RFC 1247. La segunda característica es que este protocolo está basado en el algoritmo SPF, el cual algunas veces es llamado Dijkstra, el cual coge el nombre de su creador.

OSPF Es un protocolo de enrutamiento llamado **estado de enlace**, que utiliza paquetes específicos para conocer dicho estado. Dichos paquetes informativos se llaman LSAs (*link-stateadvertisements*), y son enviados a todos los routers dentro del área donde está funcionando. La información en los interfaces conectados, las métricas usadas y otras variables propias de un protocolo de enrutamiento, está incluidas en los LSAs. Los routers OSPF acumulan esta información de estado de enlaces, y usan el algoritmo SPF para calcular la ruta más corta a cada nodo.

Algoritmo de Dijkstra

Este algoritmo puede ser detallado como se muestra en la **Tabla II.VII**

ALGORITMO DE DIJKSTRA	
N	Conjunto de Nodos de la red
S	Nodo Origen
M	Conjunto de Nodos incorporados en un instante t por el algoritmo
D_{ij}	El coste del enlace del nodo i al nodo j <ul style="list-style-type: none">➤ $D_{ii}=0$➤ $D_{ij}=\text{infinito}$ si los dos nodos no están conectados directamente➤ $D_n=\text{Coste mínimo desde un nodo } s \text{ hacia un nodo } n \text{ que es conocido por el algoritmo}$

Tabla II VII.- Algoritmo de Dijkstra

El algoritmo tiene tres pasos a seguir, los pasos 2 y 3 repetidos hasta $M=N$, es decir, se han calculado todos los caminos posibles con todos los nodos de la red.

1. Inicializar

$$M = \{s\}$$

$$D_n = d_{sn} \text{ para } n \neq s$$

2. Encontrar el nodo vecino que no está en M tal que

$$D_w = \min_{j \notin M} D_j$$

Y j no pertenece a M

Añadir w a M

3. Actualizar el camino de coste mínimo:

$$D_n = \min [D_n, D_w, d_{wn}] \text{ para todo } n \text{ no perteneciente a } M.$$

Si el último término es el mínimo, el camino desde s hasta n es ahora el camino desde s hasta w concatenando con el enlace desde w hasta n .

2.8.2 Definición

OSPF (Open Shortest Path First) Es un protocolo universal basado en el algoritmo Dijkstra estado de enlace (LSA - Link State Algorithm), desarrollado por el IETF para sustituir a RIP.

Básicamente, OSPF utiliza un algoritmo que le permite calcular la distancia más corta entre la fuente y el destino al determinar la ruta para un grupo específico de paquetes.

Una red OSPF se puede descomponer en regiones (áreas) más pequeñas. Hay un área especial llamada **área backbone** que forma la parte central de la red y donde hay otras áreas conectadas a ella. Las rutas entre diferentes áreas circulan siempre por el backbone, por lo tanto todas las áreas deben enlazar con el backbone. Si no es posible hacer una conexión directa con el backbone, se puede hacer un enlace virtual entre redes.

2.8.3. Funcionamiento de Ospf

1. Algoritmo de “Estado del enlace” (*link-state*), adaptado a redes IP:

- Cada router conoce los prefijos de las subredes que tiene directamente conectadas (configuración manual).
- Cada router, por medio de paquetes OSPF, conoce a sus vecinos (*neighbors*) y el coste de alcanzarlos.
- Con ambas informaciones, construye una serie de *Link-stateadvertisement*, **LSA**, y los difunde al resto de los routers de la red.

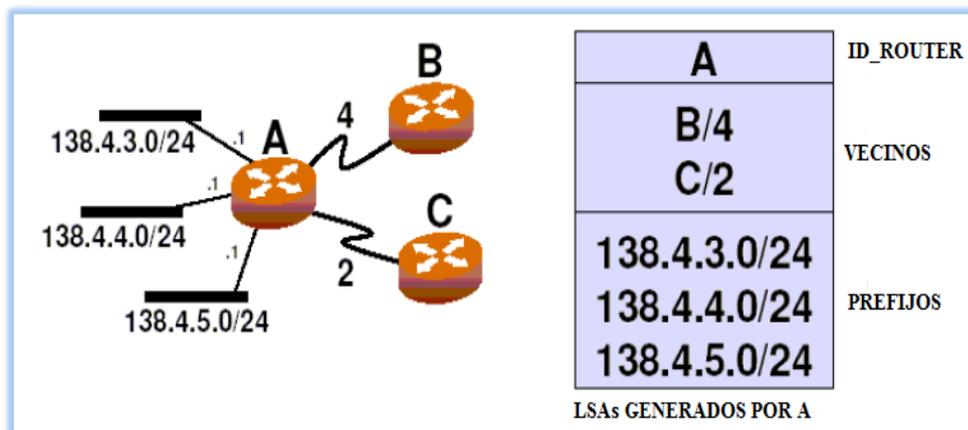


Figura II 11.- Algoritmo de Estado de Enlace (LSA)

- #### 2. Base de datos de **Link-state**, construida por los Link-stateadvertisement(LSA) recibidos de cada uno de los routers.

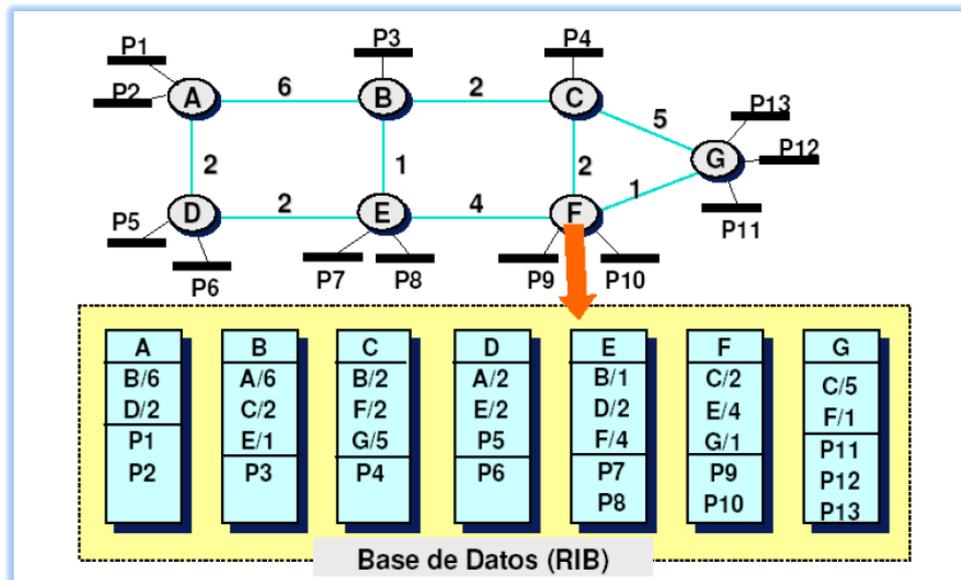


Figura II 12.- Modelo de Base de Datos Link-State

3. Cálculo de rutas óptimas mediante el algoritmo *shortest pathfirst*(SPF) basado en el de Dijkstra.

4. Construcción de la Tabla de Encaminamiento ip, Asociación de prefijos a nodos.

Para disminuir el flujo de paquetes en una LAN (o red multiacceso) se elige un **router designado** (*designatedrouter*, DR) que centraliza el intercambio de información dentro de la LAN y se encarga de anunciar la LAN al exterior.

- Cada router de la LAN mantiene una única vecindad con el DR.
- Cada router de la LAN envía su LSA al DR, que se encarga de difundirlo (*multicast*) al resto.
- El DR envía al exterior un LSA en nombre de la LAN, anunciando el prefijo y los routers conectados.

OSPF mantiene 3 bases de datos muy importantes.

Tabla de Vecinos.- Su primera tarea es lograr vecindades, entonces se tiene que almacenar cuanto vecino se llegue a conocer

Tabla de Topología (Link-state Data Base).- OSPF guarda una base de datos con todas las rutas posibles a todos los destinos conocidos.

Tabla de Enrutamiento (Forwarding Data Base).- Luego de correr el algoritmo, se determinan las mejores rutas y se instalan en la tabla de enrutamiento del protocolo OSPF, la misma que posteriormente es ofrecida al enrutador para que alimente su tabla de enrutamiento global.

2.8.3 Tipo de paquetes OSPF

La **Figura II.13** muestra el encabezado del paquete OSPF nos enfocaremos en los usos de cada paquete. El paquete OSPF Tipo 1 es el paquete de **SALUDO OSPF**.

Los paquetes de saludo se utilizan para:

- Descubrir vecinos OSPF y establecer adyacencias de vecinos.
- Publicar parámetros en los que dos routers deben acordar convertirse en vecinos.
- Elegir el Router designado (DR) y el Router designado de respaldo (BDR) en redes de accesos múltiples.

Tipo	Nombre del paquete	Descripción
1	Saludo	Descubre los vecinos y construye adyacencias entre ellos
2	Descripción de la base de datos (DBD)	Controla la sincronización de la base de datos entre routers
3	Solicitud de estado de enlace (LSR)	Solicita registros específicos de estado de enlace de router a router
4	Actualización de estado de enlace (LSU)	Envía los registros de estado de enlace específicamente solicitados
5	Acuse de recibo de estado de enlace (LSAck)	Reconoce los demás tipos de paquetes

Figura II 13.- Protocolos de ospf

DBD

El paquete de Descripción de bases de datos (DBD) incluye una lista abreviada de la base de datos de estado de enlace del router emisor y lo utilizan los routers receptores para comparar con la base de datos de estado de enlace.

LSR

Los routers receptores pueden luego solicitar más información acerca de una entrada en la DBD enviando una Solicitud de estado de enlace (**LSR**).

LSU

Los paquetes de Actualización de estado de enlace (LSU) se utilizan para responder las LSR y para anunciar nueva información. Las LSU contienen siete tipos diferentes de Notificaciones de estado de enlace (LSA).

LSAck

Cuando se recibe una LSU, el router envía un Acuse de recibo de estado de enlace (LSAck) para confirmar la recepción de LSU.

2.8.4 Escalabilidad del protocolo Ospf

El tamaño máximo que puede alcanzar una red que ejecute el algoritmo de Estado del enlace depende de múltiples factores:

- Número de redes finales (prefijos)
- Topología: número de vecinos por router.
- Actividad de la red
- Capacidad de los routers (memoria y CPU)

El objetivo es mantener la **tendencia rápida** y el **consumo de recursos** (CPU, memoria y ancho de banda) a un nivel admisible

En general, OSPF se comporta adecuadamente en redes de hasta **250** routers aproximadamente. Para redes de mayor tamaño es necesario **jerarquizar**.

Para mejorar la escalabilidad, OSPF permite la división de un Sistema autónomo en regiones, denominadas **áreas**.

OSPF divide el encaminamiento en dos partes:

- **Encaminamiento intra-área.**-Relaciones entre routers pertenecientes a la misma área

- **Encaminamiento inter-área.-** Enlaces entre routers pertenecientes a diferentes áreas

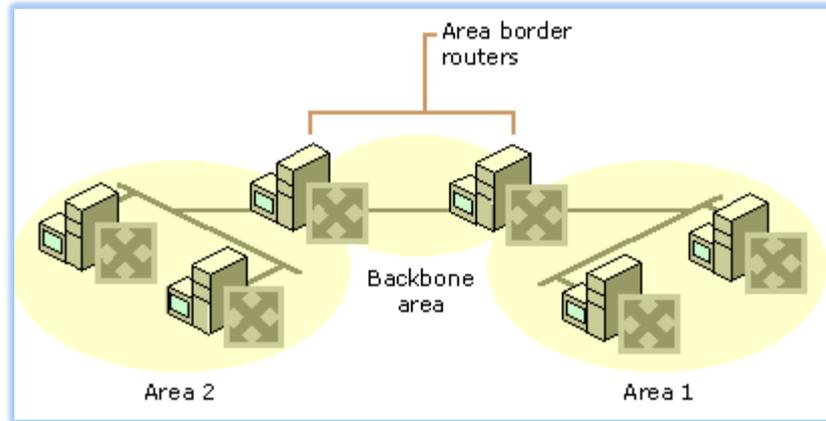


Figura II 14.- Grafica de Multitareas OSPF

2.8.5 Características

- **Respuesta rápida y sin bucle de enrutamiento.-** El algoritmo sobre el que se basa el OSPF permite un tiempo de respuesta muy rápido al momento de calcular la topología de la red. Como todos los nodos de la red calculan la topología de manera idéntica y poseen el mismo mapa se impide la generación de bucles de enrutamiento ni conteos al infinito.
- **Seguridad ante los cambios.-** OSPF especifica que todos los intercambios entre routers deben ser autenticados. Permite una variedad de esquemas de autenticación así como también la elección de esquemas diferentes entre un área y otra.

La idea detrás de la autenticación es garantizar que solo los routers confiables difundan el enrutamiento.

- **Soporte de múltiples métricas.**- Al momento de evaluar el camino entre dos nodos en base a diferentes métricas existe la posibilidad de obtener distintos caminos según la métrica utilizada en cada caso, surgiendo la duda de cuál es el mejor camino. Esta elección se realiza en base a los requerimientos de la comunicación.

Una vez elegida una métrica para el enrutamiento de un paquete, esta métrica será siempre la misma para ese paquete. Esta característica dota a OSPF de un servicio de enrutamiento en base a la métrica.

- **Balance de carga en múltiples caminos.**-Permite el balance de carga cuando existe más de un camino con igual costo hacia un mismo destino. Para realizar este balance de carga emplea una versión de SPF con una modificación que impide la creación de bucles parciales así como también un algoritmo que permite calcular la cantidad de tráfico que debe ser enviado por cada camino.
- Envía el mínimo de información con actualizaciones incrementales. Si en 30 minutos no ha habido cambios entonces se envía una actualización.
- Añade otro nivel de jerarquía creando áreas

2.8.6 Ventajas

- Utilización de métricas de costo para elección de las mejores rutas
- Manejo de actualizaciones generadas por eventos e inundaciones de LSA
- Cada router posee una imagen completa y sincronizada de la red.

2.8.7 Desventajas

- Requieren mayor capacidad de memoria y potencia de procesamiento
- Exigen un diseño jerárquico estricto de red
- Para administrar la red se requiere de conocimiento suficiente de los protocolos de estado de enlace
- La inundación inicial de LSA reduce significativamente la capacidad de la red para transportar datos.

2.9 Mikrotik routers

2.9.1 Introducción

Mikrotik RouterOS que es el sistema operativo y software del router, el cual convierte a una PC Intel o un MikrotikRouter BOARD en un router dedicado. Se toma esta decisión ya que estos equipos brindan seguridad, flexibilidad y son muy económicos, lo cual es un gran beneficio para la empresa ya que la red es de un tamaño considerable

El RouterOS es un sistema operativo y software que convierte a una PC en un ruteador dedicado, bridge, firewall, controlador de ancho de banda, punto de acceso inalámbrico, por lo tanto puede hacer casi cualquier cosa que tenga que ver con las necesidades de red, además de ciertas funcionalidad como servidor.

El software RouterOS puede ejecutarse desde un disco IDE memoria tipo FLASH. Este dispositivo se conecta como un disco rígido común y permite acceder a las avanzadas características de este sistema operativo.

2.9.2 Definición

Este sistema está basado en Linux, permite a los usuarios convertir un ordenador personal PC en un router, lo que permite funciones como firewall, Gestor de ancho de banda, etc. y otras características comúnmente utilizado para el enrutamiento y la conexión de redes.

El sistema operativo es licenciado en la escalada de niveles, cada uno de ellos en independencia a más de los disponibles RouterOS características como el nivel número se eleva.

La concesión de licencias es la base y la tasa aumenta con los elementos puestos en independencia. Existe un software llamado Winbox que ofrece una sofisticada interfaz gráfica para el sistema operativo RouterOS. El software también permite conexiones a través de FTP y Telnet, SSH y acceso shell. También hay una API que permite crear aplicaciones personalizadas para la gestión y supervisión

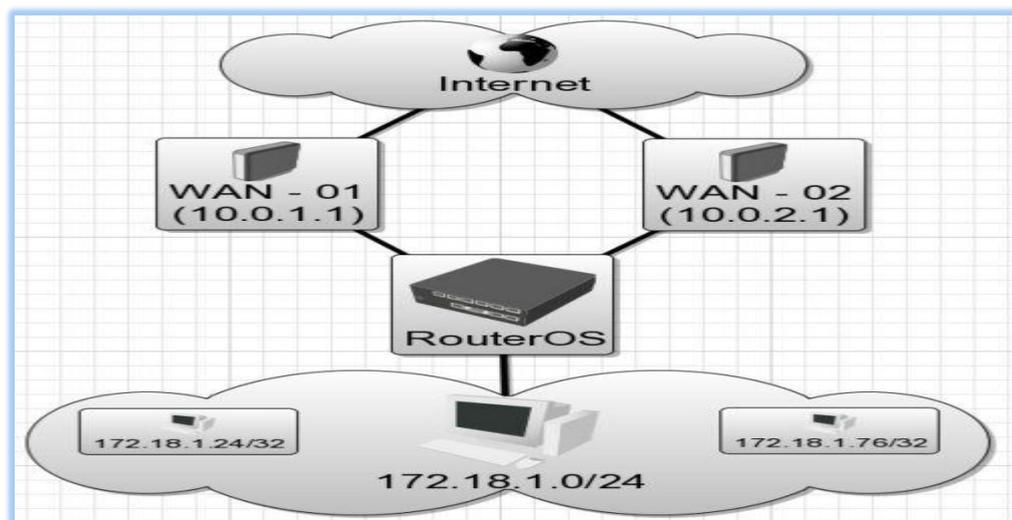


Figura II 15.- Esquema demostrativo con RouterOS

¿Por qué optamos por Mikrotik?

- Solución económica
- Trasmisión inalámbrica de datos de alta velocidad (hasta 108Mbps)
- Distancia de conexión.
- Soporte para IP - NAT, Routing y DHCP
- Seguridad - firewall y VPN
- Control de ancho de banda, Proxy, contabilidad, HotSpot.

2.9.3 Características

- El Sistema Operativo es basado en el Kernel de Linux y es muy estable.
- Puede ejecutarse desde discos IDE o módulos de memoria flash.
- Diseño modular
- Módulos actualizables
- Interfaz grafica amigable.
- Este software soporta virtualmente todos las interfaces de red que el kernel de Linux2.6.16, exceptuando los inalámbricos.
- En este caso, solo los chipset de Atherosy PRISM están soportados.

CARACTERISTICAS DE RUTEO

- Políticas de enrutamiento. Ruteo estático o dinámico.
- Bridging, protocol spanning tree, interfaces multiples bridge, firewall en el bridge.
- Servidores y clientes: DHCP, PPPoE, PPTP, PPP, Relay de DHCP.
- Cache: web-proxy, DNS.
- Gateway de HotSpot.
- Lenguaje interno de scripts

2.9.4 Características del routers

- Filtrado de paquetes por:
- Origen, IP de destino.
- Protocolos, puertos.
- Contenidos (seguimiento de conexiones P2P).
- Puede detectar ataques de denegación de servicio (DOS)
- Permite solamente cierto número de paquetes por periodo de tiempo.

CALIDAD DE SERVICIO (QOS)

Tipos de colas

- RED
- BFIFO
- PFIFO
- PCQ

Colas simples

- Por origen/destino de red.
- Dirección IP de cliente.
- Interface

Árboles de colas

- Por protocolo.
- Por puerto.
- Por tipo de conexión.

Interfaces del RouterOS

- Ethernet 10/100/1000 Mbit.
- Inalámbrica (Atheros, Prism, CISCO/Airones)
- Punto de acceso o modo estación/cliente, WDS.
- Síncronas: V35, E1, Frame Relay.
- Asíncronas: Onboard serial, 8-port PCI.
- ISDN
- xDSL
- Virtual LAN (VLAN)

HERRAMIENTAS DE MANEJO DE RED

- Ping, traceroute
- Medidor de ancho de banda.
- Contabilización de tráfico.
- SNMP.
- Torch.
- Sniffer de paquetes.

Estas son las principales características del sistema operativo y software Mikrotik RouterOS elegido para la implementación.

2.9.5 Ventajas

- Son relativamente fáciles de mantener una vez configurados, ya que muchos protocolos pueden actualizar sus tablas de ruta de una manera dinámica.
- Los routers proveen características entre intereses, esto previene incidentes que pudieran ocurrir en una sub red, afectando a otras sub redes. Así como también previene la presencia de intrusos.
- Los routers son inteligentes y pueden seleccionar el camino más aconsejable entre dos o más conexiones simultáneas. Esto además permite hacer balances de la carga lo cual alivia las congestiones.

2.9.6 Desventajas

- Requieren una cantidad significativa de tiempo para instalarlos y configurarlos dependiendo de la topología de la red y de los protocolos usados.
- Los routers son dependientes del protocolo, cada protocolo a rutear debe ser conocido por el router.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS

3.1 Introducción

En este capítulo presentamos la parte más esencial de toda la investigación que hemos desarrollado, es aquí donde se reúnen los conocimientos y se aplican todos los conceptos y expresiones estudiadas en los capítulos anteriores.

Todo el conjunto de métodos y técnicas empleadas para analizar y evaluar los códecs de audio en redes MPLS sobre Linux se pondrán en práctica, las cuales hemos obtenido durante la elaboración de este proyecto, serán fundamentales para verificar el objetivo principal y objetivos específicos de esta tesis.

3.2 Diseño del prototipo de pruebas

3.2.1 Introducción

Vamos a diseñar la infraestructura de red MPLS sobre Linux de la versión Mikrotik para soporte de tráfico de Voz Ip, hacia lo cual nos encaminaremos en cada detalle de configuración de los diversos equipos que formaran parte de nuestra investigación, de tal forma establecer un ambiente de pruebas para determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación, manejando diversos mecánicos para provocar tráfico en la red utilizando envío y recepción de paquetes mediante el servidor FTP.

3.2.2 Justificación

En la investigación realizada para cumplir la hipótesis planteada en nuestra tesis se determinó la necesidad de adquirir equipos informáticos y dispositivos de red para realizar un prototipo de pruebas ya que en la Academia CISCO se dictan cátedras a los estudiantes de la facultad de informática y electrónica e imposibilita realizar la evaluación de códecs de audio en los equipos existentes.

El objetivo principal de nuestra tesis es analizar y evaluar códecs de audio para transmisión de voz IP en infraestructuras de redes Mpls sobre Linux con el sistema operativo RouterOS de Mikrotik versión 3.20, adaptando el escenario con envío y recepción de paquetes gracias al servicio de FTP.

Frente a la justificación expuesta para el análisis y evaluación de códecs de audio para transmisión de voz IP en infraestructuras de redes Mpls sobre Linux se diseñó un ambiente de trabajo el mismo que permita cumplir con los objetivos planteados.

3.3 Diagrama del Sistema a Implementar

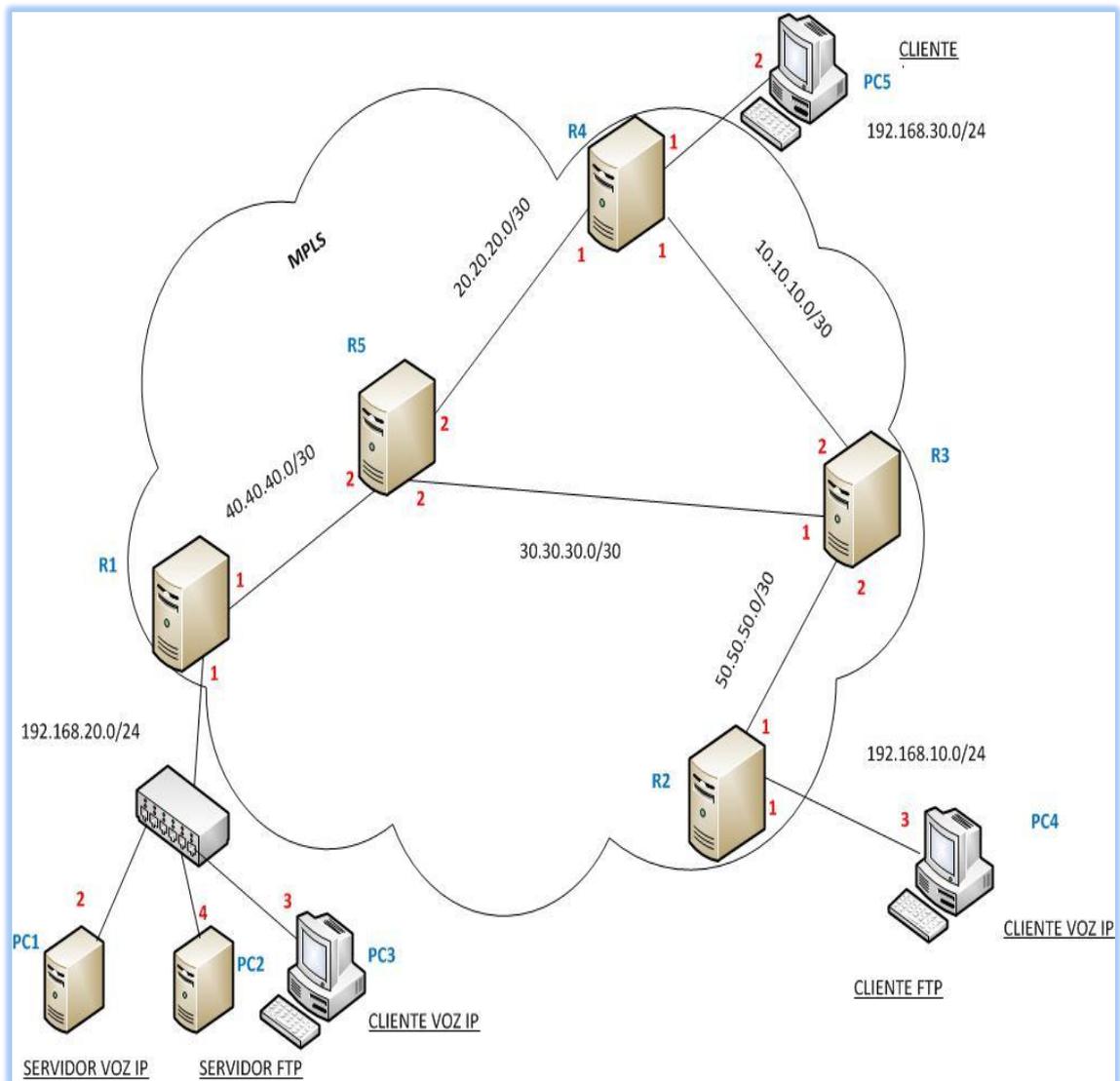


Figura III 1.-Diagrama de Implementación

3.4 Desarrollo del Prototipo de Pruebas

La etapa de desarrollo es la puesta en marcha del prototipo, obtención de software, configurando e instalando los programas necesarios, así como también la instalación de dispositivos adicionales como las tarjetas de red necesarias.

Una vez que tenemos definidos los servicios que dispone la red MPLS el plan de numeración de la misma y los componentes, debemos comenzar a instalar el Software necesario para conformar nuestro sistema de análisis y evaluación de códecs de audio.

3.4.1 Adquisición de Hardware y Software

Hardware:

Para nuestra solución necesitamos:

Cantidad	Descripción
3	CPUS máximo Dual Core
3	Laptop mínimo Dual Core
1	Switch CNet Model CSH-800 con 8 puertos
3	Cables UTP Cruzados
2	Cables UTP Cruzados
3	Tarjetas de red 10/100 Mbs

Tabla III I.- Indica el hardware Utilizado

3 PCs con las siguientes características:

2 PC RouterOS Mikrotik Físicos
<ul style="list-style-type: none">• Máximo Intel Intel(R) Dual Core
<ul style="list-style-type: none">• 500 MB de memoria RAM
<ul style="list-style-type: none">• 160 GB de espacio en disco
<ul style="list-style-type: none">• 2 Tarjetas de red cada una

Tabla III II.- Características de la pc para instalación de Mikrotik

1 PC Físico para 3 maquinas virtuales RouterOS Mikrotik
<ul style="list-style-type: none">• Intel Intel(R) Dual Core 2
<ul style="list-style-type: none">• 2 GB de memoria RAM
<ul style="list-style-type: none">• 160 GB de espacio en disco
<ul style="list-style-type: none">• 2 tarjetas de red

Tabla III III.- Características de la PC para instalar máquinas virtuales

3 Portátiles para servidores y clientes

1 Portátil para servidor Voz Ip y FTP
<ul style="list-style-type: none">• Intel Core I3
<ul style="list-style-type: none">• 2 GB de memoria RAM
<ul style="list-style-type: none">• 250 GB de espacio en disco

Tabla III IV.- Características de la pc para Servidor VoIP y Ftp

2MiniPortátilpara clientes Voz Ip y FTP
<ul style="list-style-type: none">• Intel Dual Core
<ul style="list-style-type: none">• 1 GB de memoria RAM
<ul style="list-style-type: none">• 160 GB de espacio en disco
<ul style="list-style-type: none">• Auriculares cada una

Tabla III V.- Características del cliente VoIP y Ftp

Software

Todo el software requerido es libre de licencias ya que son demos, en cada requerimiento de software se especificará de donde y como obtenerlo.

- Mikrotik 3.20 crackeado nivel 4
- Asterisk versión 1.4.22
- Sistema Operativo Centos 5.5
- Sistema Operativo Windows 7
- Softphone X-Lite
- VMware Workstation
- Xampp para servidor FTP
- FileZilla para cliente FTP

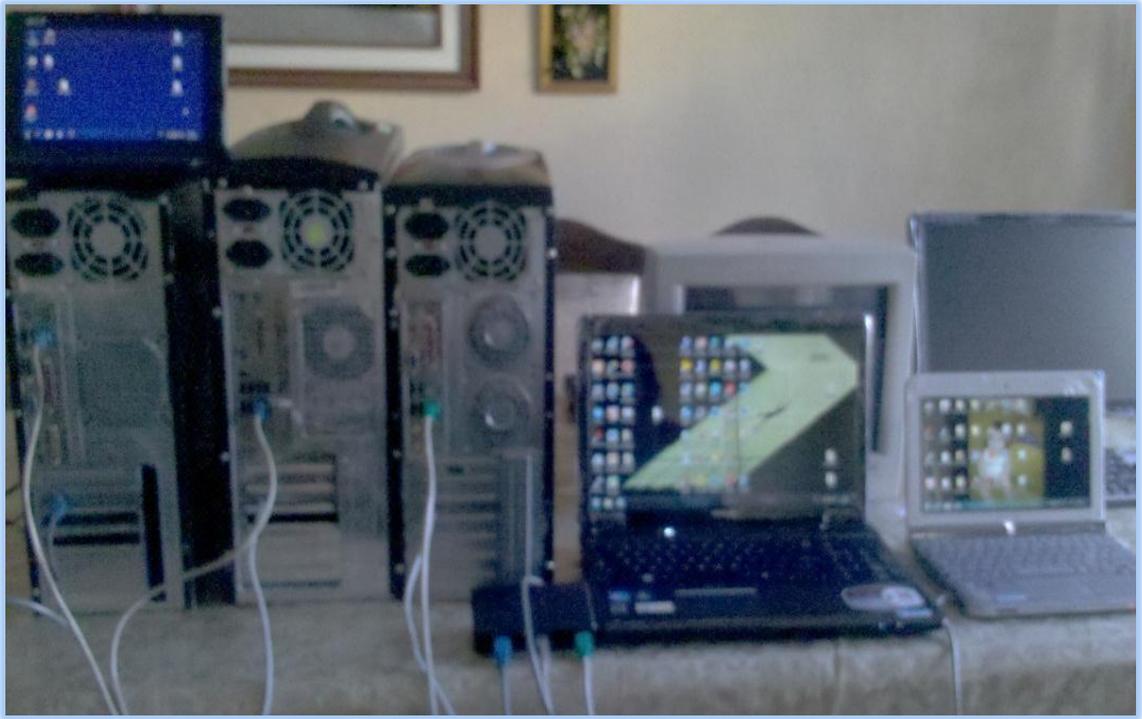


Figura III 2.- Muestra el escenario implementado

3.5 Instalación de Mikrotik con su debido crackeo

- *Observar Capítulo IV – Guía Metodológica para el análisis y evaluación de códecs de audio en redes MPLS sobre Linux.- Instalación de Mikrotik.*

Posteriormente ingresamos todo el direccionamiento IP que se encuentra junto al escenario propuesto, verificamos además que todas las interfaces tengan direcciones IP, cada una con su respectiva tarjeta de red, es decir Ethernet, descritas en la Guía Metodológica.

- Para poder observar como quedaron configuradas las direcciones ip lo hacemos con el comando:>ipaddressprint

```
[admin@MikroTik] > ip ad pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS          NETWORK          BROADCAST        INTERFACE
0  20.20.20.2/30     20.20.20.0      20.20.20.3       ether1
1  40.40.40.2/30     40.40.40.0      40.40.40.3       ether3
2  30.30.30.2/30     30.30.30.0      30.30.30.3       ether2
3  192.168.255.5/32  192.168.255.5   192.168.255.5    lobridge
4  192.168.40.1/24   192.168.40.0    192.168.40.255   ether4
```

Figura III 3.- Direcciones Ip de Router R5

Routers conectados, router R3, R4, R5, en un solo Cpu ya que son virtuales, y router R1 y R2, son físicos conectados con el CPU de router virtuales.

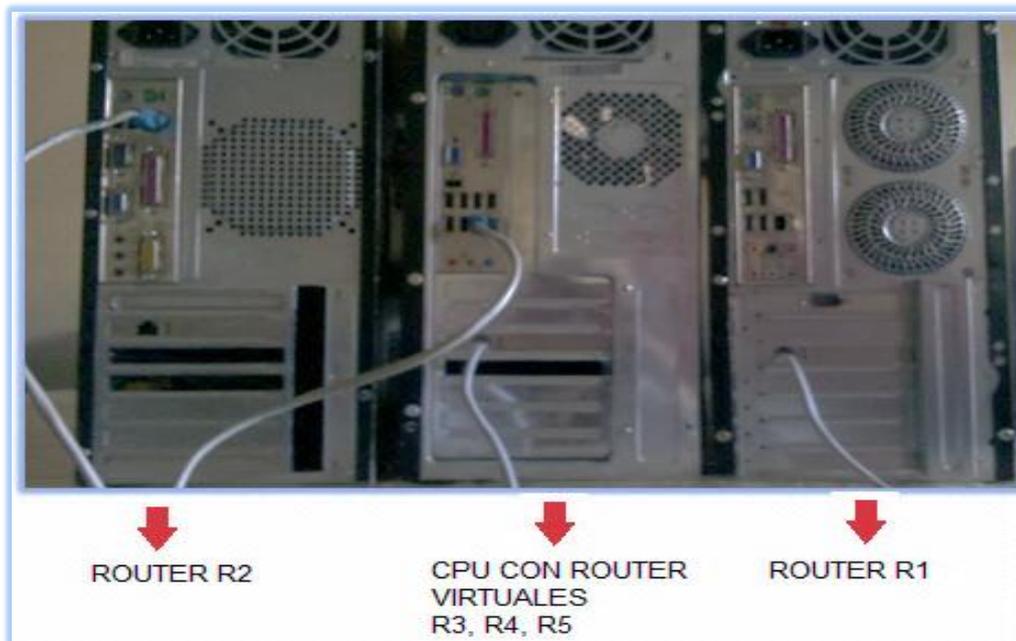


Figura III 4.- Indica los Routers conectados

3.6 Verificar red OSPF

Luego de configurar ospf como explica la guía metodológica, procedemos a verificar las redes conectadas directamente al router con los comandos que se muestran en la **Figura III .5** comandos `>routingospfnetworkprint`

```
[admin@MikroTik] > routing ospf network pr
Flags: X - disabled, I - invalid
# NETWORK AREA
0 20.20.20.0/30 backbone
1 40.40.40.0/30 backbone
2 30.30.30.0/30 backbone
3 192.168.40.0/24 backbone
```

Figura III 5. - Comando routing ospf network

También podemos verificar los routers vecinos, al realizar una correcta comunicación ospf, si todo funciona correctamente podemos observar en la **Figura III.6** con el comando: *>routingospfneighborprint*

```
[admin@MikroTik] > routing ospf neighbor pr
0 router-id=1.1.1.3 address=30.30.30.1 interface=ether2 priority=1
dr-address=30.30.30.2 backup-dr-address=30.30.30.1 state="Full"
state-changes=17 ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0
adjacency=8h29m28s

1 router-id=1.1.1.4 address=20.20.20.1 interface=ether1 priority=1
dr-address=20.20.20.2 backup-dr-address=20.20.20.1 state="Full"
state-changes=4 ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0
adjacency=3m48s

2 router-id=1.1.1.1 address=40.40.40.1 interface=ether3 priority=1
dr-address=40.40.40.2 backup-dr-address=40.40.40.1 state="Full"
adjacency=5m9s
[admin@MikroTik] > _
```

Figura III 6.- Indica los Routers vecinos

3.7 Verificar MPLS

A continuación de la configuración de OSPF como ya verificamos su funcionamiento, podemos configurar MPLS (ver guía metodológica), para comprobar funcionamiento de MPLS procedemos a verificar tabla de forwarding de MPLS como se puede observar en la **Figura III.7** con el comando: *>mpls-forwarding-tableprint*

```
[admin@MikroTik] > mpls forwarding-table pr
Flags: L - ldp, V - vpls, T - traffic-eng
#  IN-LABEL  OUT-LABELS  DESTINATION  IN NEXTHOP
0  expl-null
1  L 16      30.30.30.0/30  et 50.50.50.2
2  L 17      89           192.168.40.0/24  et 50.50.50.2
3  L 18      192.168.255.3/32  et 50.50.50.2
4  L 19      10.10.10.0/30  et 50.50.50.2
5  L 21      87           192.168.255.5/32  et 50.50.50.2
6  L 22      111          40.40.40.0/30  et 50.50.50.2
7  L 23      112          192.168.20.0/24  et 50.50.50.2
8  L 24      113          192.168.255.1/32  et 50.50.50.2
9  L 25      114          20.20.20.0/30  et 50.50.50.2
10 L 26      116          192.168.30.0/24  et 50.50.50.2
11 L 27      115          192.168.255.4/32  et 50.50.50.2
```

Figura III 7.- Tabla de Forwarding Mpls

Tabla de forwarding MPLS

Finalmente para observar el correcto funcionamiento de la red, imprimimos la tabla de ruteo general con el comando: *>iprouteprint*

(Ver Figura III 8)

```
[admin@MikroTik] > ip route pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#  DST-ADDRESS  PREF-SRC  G GATEWAY  DISTANCE  INTERFACE
0  ADo 10.10.10.0/30  r 50.50.50.2 110 ether1
1  ADo 20.20.20.0/30  r 50.50.50.2 110 ether1
2  ADo 30.30.30.0/30  r 50.50.50.2 110 ether1
3  ADo 40.40.40.0/30  r 50.50.50.2 110 ether1
4  ADC 50.50.50.0/30  50.50.50.1 0 ether1
5  ADC 192.168.10.0/24 192.168.10.1 0 ether2
6  ADo 192.168.20.0/24  r 50.50.50.2 110 ether1
7  ADo 192.168.30.0/24  r 50.50.50.2 110 ether1
8  ADo 192.168.40.0/24  r 50.50.50.2 110 ether1
9  ADo 192.168.255.1/32  r 50.50.50.2 110 ether1
10 ADC 192.168.255.2/32 192.168.255.2 0 lobridge
11 ADo 192.168.255.3/32  r 50.50.50.2 110 ether1
12 ADo 192.168.255.4/32  r 50.50.50.2 110 ether1
13 ADo 192.168.255.5/32  r 50.50.50.2 110 ether1
```

Figura III 8.- Indica el Funcionamiento de la Red

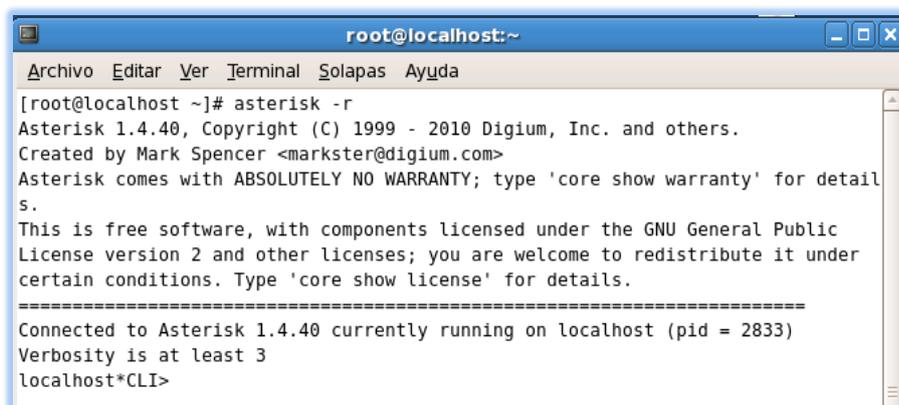
Tabla de ruteo

Como podemos observar se encuentran las direcciones ip de destino con su respectivo Gateway, y a que interfaz están conectadas, ya sean esta con enrutamiento OSPF o MPLS con sus etiquetas.

3.8 Configuración de Asterisk para Voz Ip

Luego de instalar Centos 5.5, procedemos a instalar y configurar Asterisk, lo que se encuentra en la guía metodológica del **Capítulo IV**.

El primer paso es efectuar los cambios hechos en los archivos de configuración surtan efecto es recargar los módulos de Asterisk con el comando `# asterisk -r`. y podremos observar la siguiente ventana.

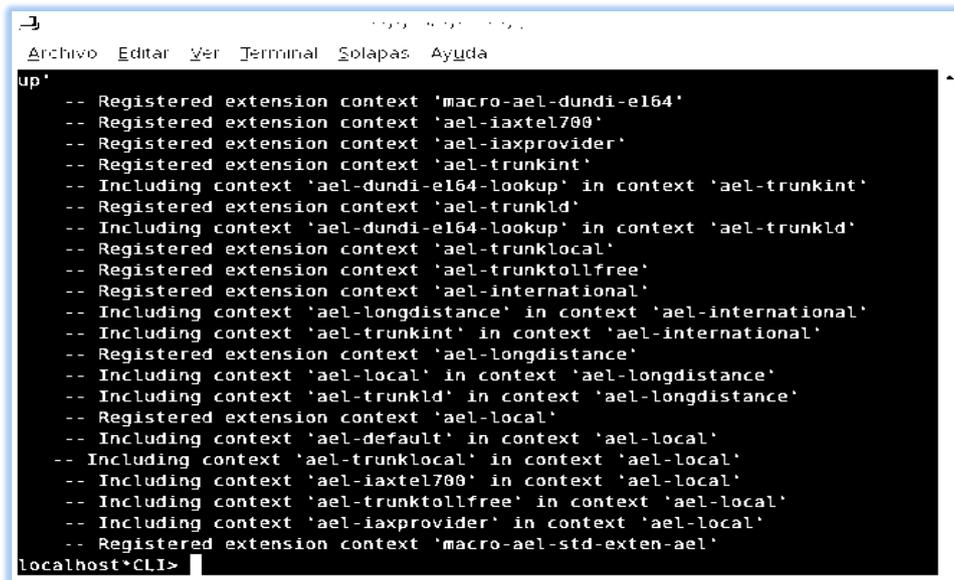


```
root@localhost:~  
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda  
[root@localhost ~]# asterisk -r  
Asterisk 1.4.40, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others.  
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>  
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.  
This is free software, with components licensed under the GNU General Public  
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under  
certain conditions. Type 'core show license' for details.  
=====  
Connected to Asterisk 1.4.40 currently running on localhost (pid = 2833)  
Verbosity is at least 3  
localhost*CLI>
```

Figura III 9.- Ejecución del Comando asterisk -r

3.8.1 Levantamiento de Asterisk

Para reflejar cambios efectuados instantáneamente escribimos el siguiente comando `Asterisk*CLI>reload` como demostramos en la **Figura III.10**



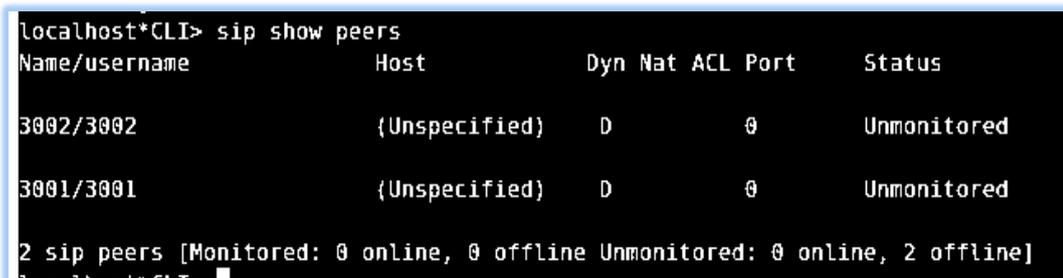
```
up*
-- Registered extension context 'macro-ael-dundi-e164'
-- Registered extension context 'ael-iaxtel700'
-- Registered extension context 'ael-iaxprovider'
-- Registered extension context 'ael-trunkint'
-- Including context 'ael-dundi-e164-lookup' in context 'ael-trunkint'
-- Registered extension context 'ael-trunkld'
-- Including context 'ael-dundi-e164-lookup' in context 'ael-trunkld'
-- Registered extension context 'ael-trunklocal'
-- Registered extension context 'ael-trunktollfree'
-- Registered extension context 'ael-international'
-- Including context 'ael-longdistance' in context 'ael-international'
-- Including context 'ael-trunkint' in context 'ael-international'
-- Registered extension context 'ael-longdistance'
-- Including context 'ael-local' in context 'ael-longdistance'
-- Including context 'ael-trunkld' in context 'ael-longdistance'
-- Registered extension context 'ael-local'
-- Including context 'ael-default' in context 'ael-local'
-- Including context 'ael-trunklocal' in context 'ael-local'
-- Including context 'ael-iaxtel700' in context 'ael-local'
-- Including context 'ael-trunktollfree' in context 'ael-local'
-- Including context 'ael-iaxprovider' in context 'ael-local'
-- Registered extension context 'macro-ael-std-exten-ael'
localhost*CLI>
```

Figura III 10.- Comando para levantar Asterisk

Pantalla de reset de Asterisk

Para verificar que efectivamente se han creado las cuentas, podemos desplegar la información de los usuarios SIP por medio del comando: Asterisk*CLI>*sip show peers*

Como no están enlazados los clientes a X-Lite se observa los host sin especificación.



```
localhost*CLI> sip show peers
Name/username      Host              Dyn Nat ACL Port      Status
3002/3002           {Unspecified}    D         0         Unmonitored
3001/3001           {Unspecified}    D         0         Unmonitored

2 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 0 online, 2 offline]
localhost*CLI>
```

Figura III 11.- Host sin especificación (Usuarios Creados)

3.9 Llamadas de prueba en X-Lite

- Luego de haber instalado y configurado X-Lite con sus debidos usuarios y si hasta este punto no hemos encontrado dificultad alguna y nuestros clientes se han

registrado de manera exitosa, entonces debemos ser capaces de establecer llamadas entre ellos sin ninguna dificultad.

- Para realizar la llamada, ingresamos el número de extensión al que deseamos llamar y se enlazan por una comunicación, este caso llamar a extensión 3001(Ver **Figura III.12**).



Figura III 12.- Xlite configurado

- Como podemos observar (**Figura III.13**) usuario 3002 llamando a 3001. Tomando en cuenta que usuario 3002 está en la IP: 192.168.20.3 y el usuario 3001 se encuentra en otra red: 192.1668.10.2.



Figura III 13.- Usuario 3002 realiza llama usuario 3001

- Podemos verificar si la llamada se está realizando, al registrarse en Asterisk la conexión respectiva.

```
=====
Connected to Asterisk 1.4.40 currently running on localhost (pid = 4782)
Verbosity is at least 3
-- Executing [3001@local-sip:1] Dial("SIP/3002-00000075", "SIP/3001|10|tTr")
in new stack
-- Called 3001
-- SIP/3001-00000076 is ringing
-- SIP/3001-00000076 answered SIP/3002-00000075
== Spawn extension (local-sip, 3001, 1) exited non-zero on 'SIP/3002-00000075'
-- Executing [3002@local-sip:1] Dial("SIP/3001-00000077", "SIP/3002|10|tT")
in new stack
-- Called 3002
-- SIP/3002-00000078 is ringing
-- SIP/3002-00000078 answered SIP/3001-00000077
localhost*CLI>
```

Figura III 14.- Indica en Asterisk que la llamada está establecida

Además con el comando: *sip show peers*, podemos observar como cada usuario se conecta con cada dirección ip adecuadamente.

Así se muestra en la **Figura III.15** en la parte inferior del texto.

```
-- Executing [3001@local-sip:1] Dial("SIP/3002-00000075", "SIP/3001|10|tTr")
in new stack
-- Called 3001
-- SIP/3001-00000076 is ringing
-- SIP/3001-00000076 answered SIP/3002-00000075
== Spawn extension (local-sip, 3001, 1) exited non-zero on 'SIP/3002-00000075'
-- Executing [3002@local-sip:1] Dial("SIP/3001-00000077", "SIP/3002|10|tT")
in new stack
-- Called 3002
-- SIP/3002-00000078 is ringing
-- SIP/3002-00000078 answered SIP/3001-00000077
== Spawn extension (local-sip, 3002, 1) exited non-zero on 'SIP/3001-00000077'
localhost*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Nat ACL Port      Status
3002/3002          192.168.20.3       0          3722     Unmonitored
3001/3001          192.168.10.2       0          38030    Unmonitored
2 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 2 online, 0 offline]
localhost*CLI>
```

Figura III 15.- Pantalla de usuarios de voz ip

3.10 Verificación de xampp instalado

Para ello nos dirigimos a nuestro navegador web preferido (Aconsejable Google Chrome o Mozilla Firefox) y tecleamos `http://localhost`, también podemos hacer clic en el enlace y se debe abrir. (Ver Figura III.16)



Figura III 16.- Pantalla de bienvenida xampp

3.11 Verificación de FTP

Antes de configurar ftp, debemos verificar que FileZilla, servidor de FTP este corriendo como observamos en la pantalla siguiente **Figura III.17.**

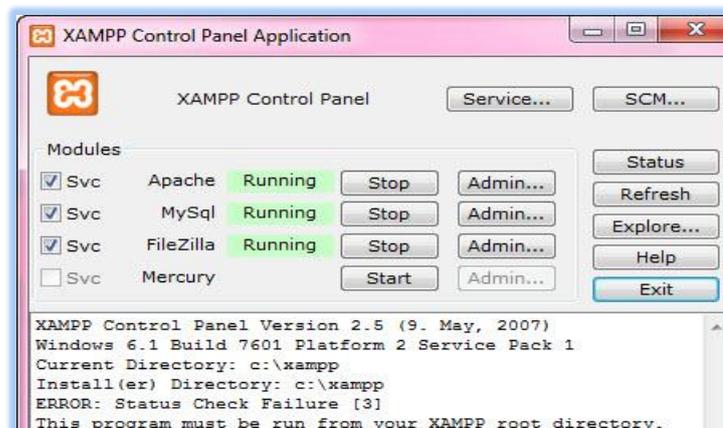


Figura III 17.- Muestra el FTP levantado

Luego de la configuración del servidor FTP (ver guía metodológica), podemos ver si está funcionando el ftp localmente escribimos en el navegador ftp: //prueba@127.0.0.1, nos pedirá que ingresemos la clave, ya que prueba es el usuario creado en el servidor FTP, si el ingreso es exitoso podremos ver los documentos que se encuentren en ese servidor.

Así lo exponemos en la **Figura III.18a** continuación.

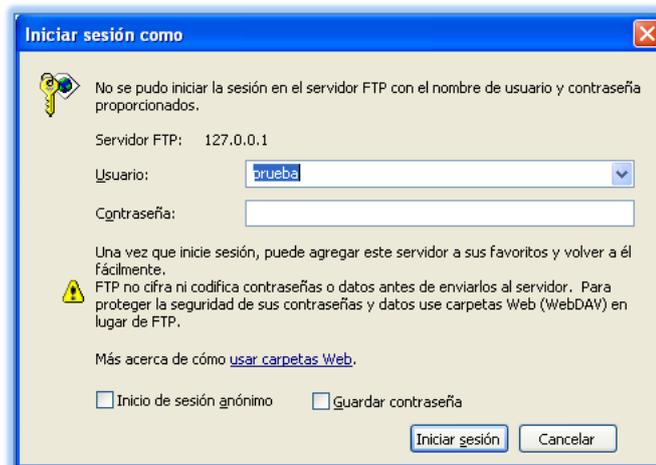


Figura III 18.- Pantalla de ingreso ftp

- Podemos observar (**Figura III.19**) la carpeta compartida, para subir o bajar archivos de cualquier cliente configurado.



Figura III 19.- Archivos subidos con FTP

- Para un cliente ftp y para un mejor manejo de archivos utilizamos la herramienta FileZilla Cliente que es de interfaz gráfica.

3.12 Subir sus archivos a su espacio

Una vez que hemos logrado establecer la conexión sólo nos queda subir los archivos desde el ordenador a su carpeta: Seleccionamos la carpeta local donde se encuentra:

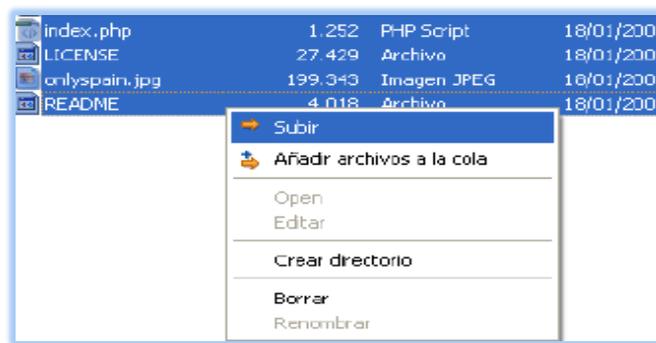


Figura III 20.- Subida de archivos

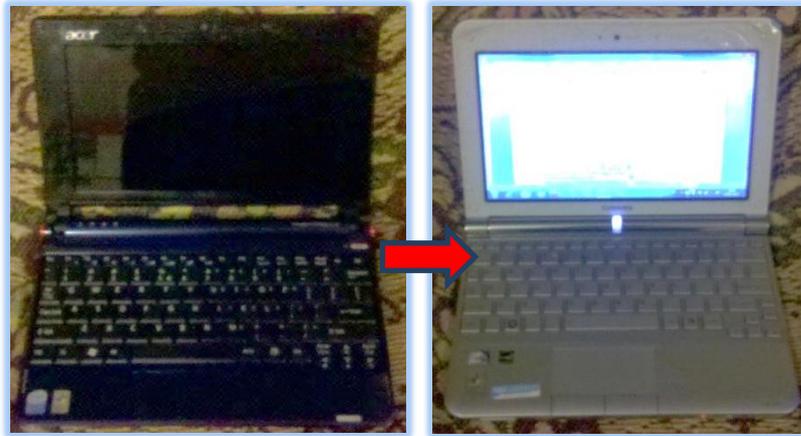
Seleccionamos el archivo (o archivos o carpetas completas) que queramos, pulsamos el botón derecho del ratón y seleccionamos “Subir” como se ve en la **Figura III.20**: Finalmente comprobamos que en el sitio remoto se encuentran los archivos que hemos subido.

3.13 Pruebas Realizadas

3.13.1 Llamada número 1 con el códec G.711:

La llamada número 1, se realiza desde el usuario 3001, usúrame Yadira Guanga, que se encuentra en la maquina con dirección IP: 192.168.10.2, bajo el router R1 físico y con

el usuario 3002, usúrame Yolanda Leon ubicado en la máquina de dirección IP: 192.168.10.3, bajo el router R2 físico. **Todo eso se realiza con el códec G.711**



Usuario: 3001

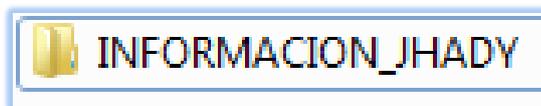
Usuario:3002

Figura III 21.- Clientes Voz IP



Figura III 22.- Usuarios establecido

Se conecta con el servidor FTP que se encuentra en la dirección IP: 192.168.20.4 y se procede a subir el archivo Informacion_Jadhy que pesa 17.60 GB.



Información a subir

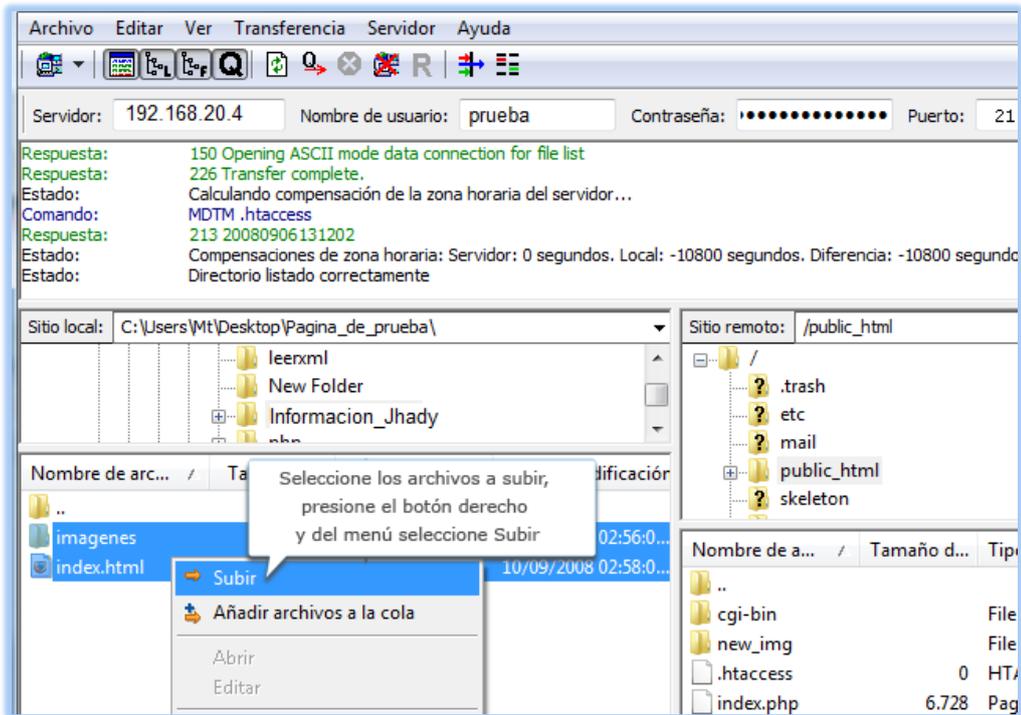


Figura III 23.- Panel de control de FTP

Al realizar este proceso se captura datos de la comunicación en la red OSPF que es un protocolo enrutador para formar la red MPLS.

Aquí podemos observar que la red OSPF está funcionando tal y como la red MPLS con sus respectivas LDP.

También podemos observar que estamos trabajando con el códec G.711, gracias al protocolo RTP.

The screenshot shows the Wireshark interface with a packet capture list and details pane. The capture list shows 17 packets. Packet 1 is a DHCPv6 solicit. Packets 2-3 are LDP and OSPF. Packets 4-17 are SIP and RTP packets related to a SIP session. The details pane for packet 1 shows Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and User Datagram Protocol layers.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.00000000	fe80::407f:dbd9:df5b:ff02::1:2	ff02::1:2	DHCPv6	144	solicit XID: 0xeeb060 CID: 00010001177a0dae001e68cf6e6c
2	2.72399000	192.168.10.1	224.0.0.2	LDP	76	Hello Message
3	3.18407600	192.168.10.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
4	3.91415500	192.168.10.2	192.168.20.2	UDP	46	Source port: 29880 Destination port: sip
5	4.02472300	192.168.10.2	192.168.20.2	SIP/SDF	999	Request: INVITE sip:3002@192.168.20.2, with session desc
6	4.02752200	192.168.20.2	192.168.10.2	SIP	606	Status: 407 Proxy Authentication Required
7	4.02875800	192.168.10.2	192.168.20.2	SIP	368	Request: ACK sip:3002@192.168.20.2
8	4.03835400	192.168.10.2	192.168.20.2	SIP/SDF	1164	Request: INVITE sip:3002@192.168.20.2, with session desc
9	4.04104800	192.168.20.2	192.168.10.2	SIP	524	Status: 100 Trying
10	4.36952000	192.168.20.2	192.168.10.2	SIP	540	Status: 180 Ringing
11	6.88668600	192.168.20.2	192.168.10.2	SIP/SDF	830	Status: 200 OK, with session description
12	6.88892100	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24046, Time=27
13	6.91696300	192.168.10.2	192.168.20.2	RTCP	174	Receiver Report source description
14	6.94157700	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24047, Time=27
15	6.94158300	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24048, Time=27
16	6.94817500	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24049, Time=27
17	6.96082000	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24050, Time=27

Frame 1: 144 bytes on wire (1152 bits), 144 bytes captured (1152 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: QuantaCo_cf:6e:6c (00:1e:68:cf:6e:6c), Dst: IPv6mcast_00:01:00:02 (33:33:00:01:00:02)
Internet Protocol Version 6, Src: fe80::407f:dbd9:df5b:5dfc (fe80::407f:dbd9:df5b:5dfc), Dst: ff02::1:2 (ff02::1:2)
User Datagram Protocol, Src Port: dhcpv6-client (546), Dst Port: dhcpv6-server (547)

```
0000 33 33 00 01 00 02 00 1e 68 cf 6e 6c 86 dd 60 00 33..... h.nl..`.  
0010 00 00 00 5a 11 01 fe 80 00 00 00 00 00 40 7f ...Z.... @.  
0020 db d9 df 5b 5d fc ff 02 00 00 00 00 00 00 00 ...[]... ..  
0030 00 00 00 01 00 02 02 22 02 23 00 5a 57 a3 01 ee .....".#.ZW...  
0040 b0 60 00 08 00 02 0c 1c 00 01 00 0e 00 01 00 01 ..... ..
```

Figura III 24.- Captura wireshark

Todas estas pruebas se realizan levantando el códec G711 que se divide en ulaw y allaw que no trabajan individualmente, sino más bien conjuntamente para su mejor funcionamiento.

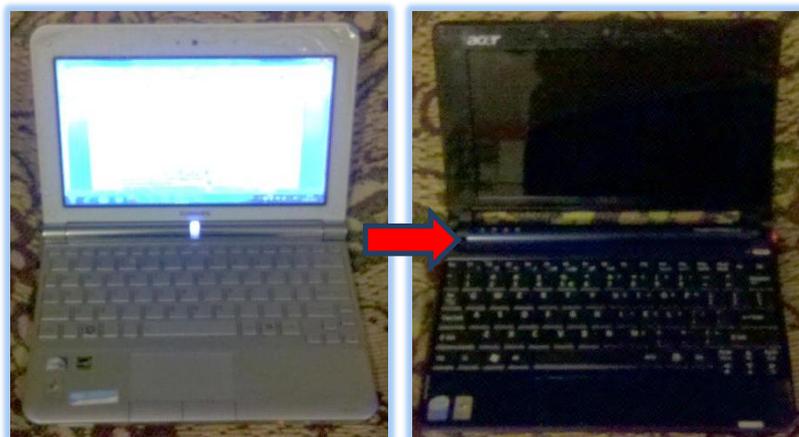
The screenshot shows a Wireshark capture on a Realtek RTL8102E PCI-E Fast Ethernet NIC. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Telephony, Tools, Internals, Help), a toolbar, and a filter field. The main pane displays a list of captured packets with the following columns: No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
494	11.6329050	192.168.10.2	192.168.20.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x5883D40E, Seq=3273, Time=301
495	11.6532690	192.168.10.2	192.168.20.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x5883D40E, Seq=3274, Time=301
496	11.6568450	192.168.20.4	192.168.10.2	FTP	88	Response: 331 Password required for prueba
497	11.6568510	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24284, Time=27
498	11.6577860	192.168.20.2	192.168.20.4	FTP	66	Request: PASS 12345
499	11.6765790	192.168.10.2	192.168.20.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x5883D40E, Seq=3275, Time=301
500	11.6814040	192.168.20.4	192.168.10.2	FTP	69	Response: 230 Logged on
501	11.6814110	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24285, Time=27
502	11.6920240	192.168.10.2	192.168.20.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x5883D40E, Seq=3276, Time=301
503	11.6923070	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24286, Time=27
504	11.6981120	192.168.10.2	192.168.20.4	FTP	59	Request: Pwd
505	11.7049510	192.168.20.4	192.168.10.2	FTP	85	Response: 257 "/" is current directory.
506	11.7083920	192.168.20.2	192.168.10.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6D1DABF2, Seq=24287, Time=27
507	11.7149140	192.168.10.2	192.168.20.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x5883D40E, Seq=3277, Time=301

Figura III 25.- Captura wireshark II

3.13.2 Llamada número 2 con el códec iLBC:

La llamada número 2, se realiza desde el usuario 3002, usúrame Yolanda Leon, que se encuentra en la maquina con dirección IP: 192.168.20.3, bajo el router R1 físico y con el usuario 3001, usúrame Yadira Guanga ubicado en la máquina de dirección IP: 192.168.10.3, bajo el router R2 físico. . Todo es se realiza con el códec iLBC



Usuario: 3002

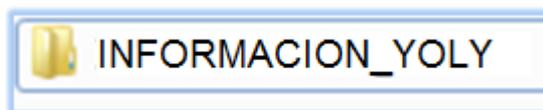
Usuario: 3001

Figura III 26.- Clientes Voz IP



Figura III 27.- Llamada realizada de 3001 hacia teléfono numero 3002

Se conecta con el servidor FTP que se encuentra en la dirección IP: 192.168.20.4 y se procede a subir el archivo Informacion_Yoly que pesa 10 GB.



Información a subir

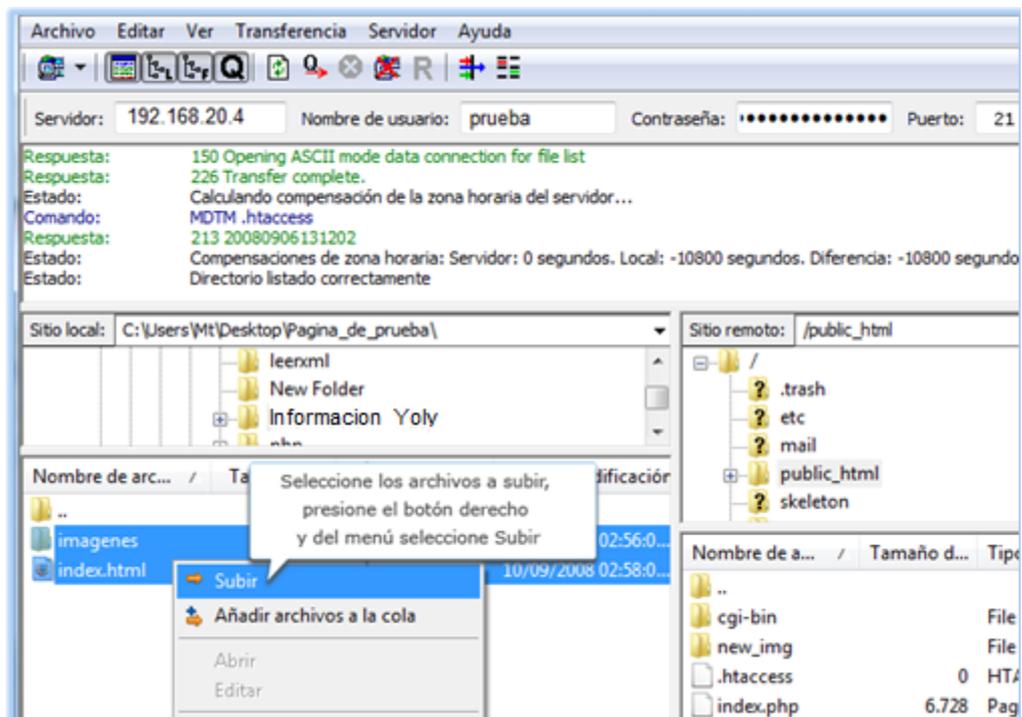


Figura III 28.- Panel de control de FTP

Al realizar este proceso se captura datos de la comunicación en la red OSPF que es un protocolo enrutador para formar la red MPLS. Aquí podemos observar que la red OSPF está funcionando tal y como la red MPLS con sus respectivas LDP.

También podemos observar que estamos trabajando con el códec iLBC, gracias al protocolo RTP. Véase en la **Figura III.29**

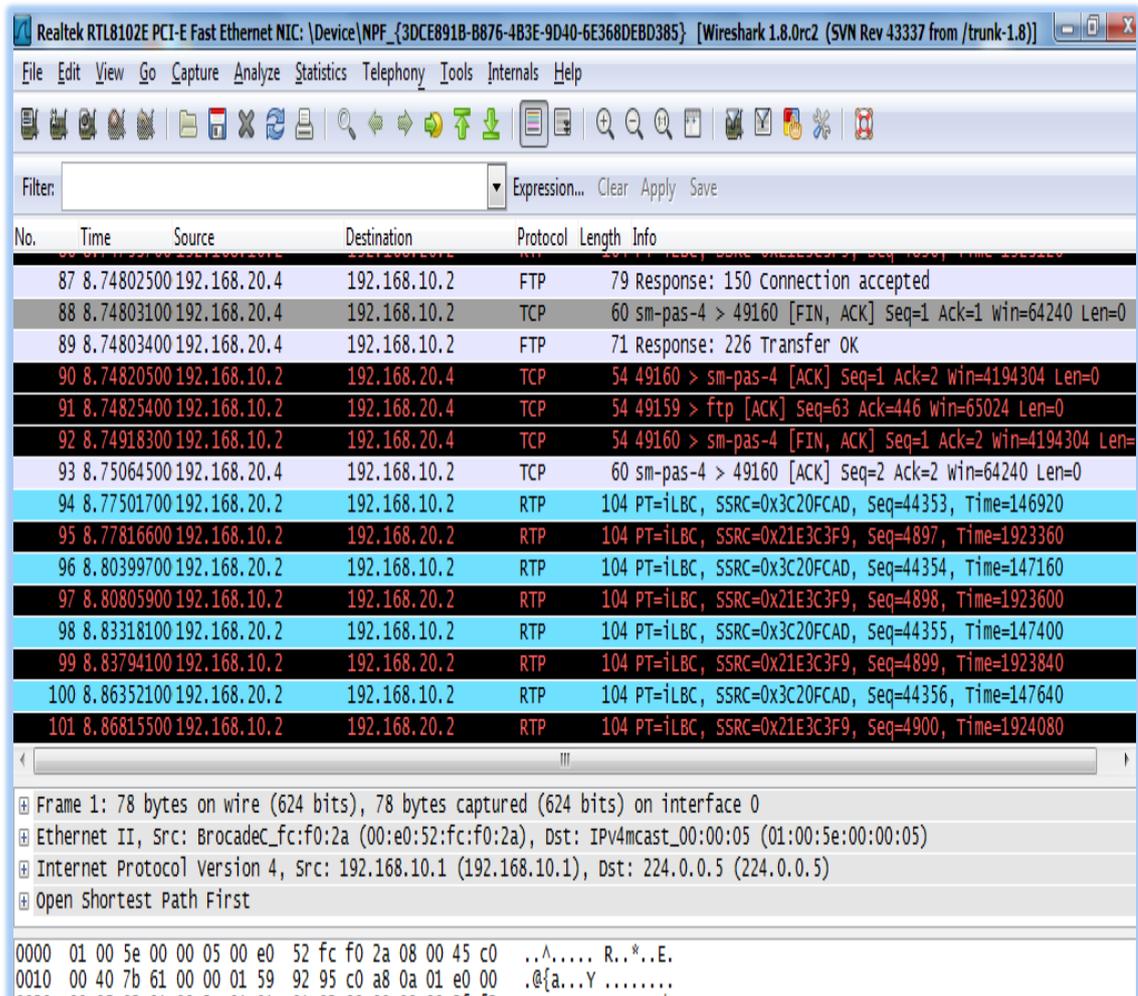
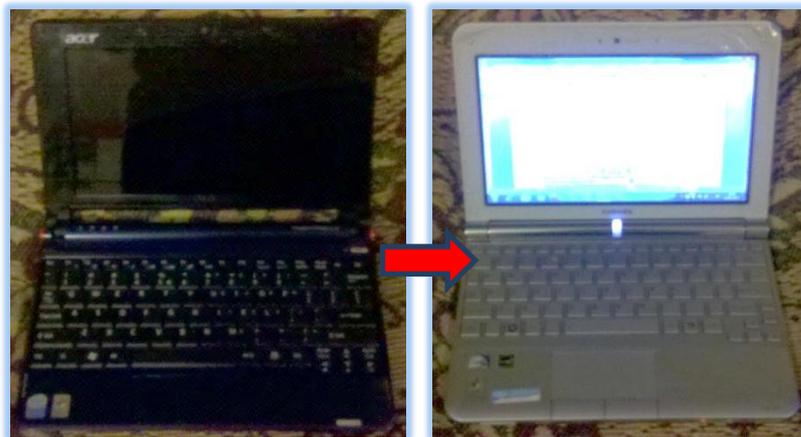


Figura III 29.- Captura wireshark para iLBC

Todas estas pruebas se realizan levantando el códec iLBC, es un códec para voz apropiado para comunicaciones robustas sobre VoIP. Este códec está diseñado para ahorrar ancho de banda y resulta en una carga útil.

3.13.3 Llamada número 3 con el códec G.723:

La llamada número 1, se realiza desde el usuario 3001, usúrame Yadira Guanga, que se encuentra en la maquina con dirección IP: 192.168.10.2, bajo el router R1 físico y con el usuario 3002, usúrame Yolanda León ubicado en la máquina de dirección IP: 192.168.10.3, bajo el router R2 físico. **Todo eso se realiza con el códec G.723**



Usuario: 3001

Usuario:3002

Figura III 30.- Clientes Voz IP



Figura III 31.- Llamada establecida con G.723

Se conecta con el servidor FTP que se encuentra en la dirección IP: 192.168.20.4 y se procede a subir el archivo Informacion_Final que pesa 7.30 GB.

INFORMACION_FINAL

Información a subir

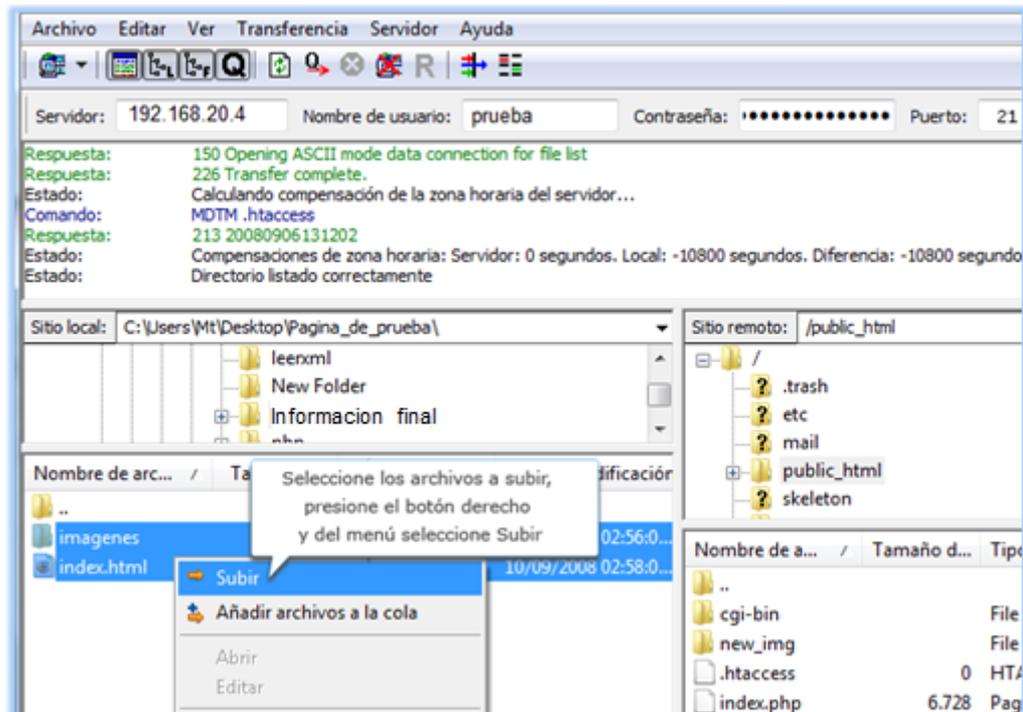


Figura III 32.- Panel de control de FTP

Al realizar este proceso se captura datos de la comunicación en la red OSPF que es un protocolo enrutador para formar la red MPLS. Aquí podemos observar que la red OSPF está funcionando tal y como la red MPLS con sus respectivas LDP.

También podemos observar(Ver **Figura III.33**) que estamos trabajando con el código G.723, gracias al protocolo RTP.

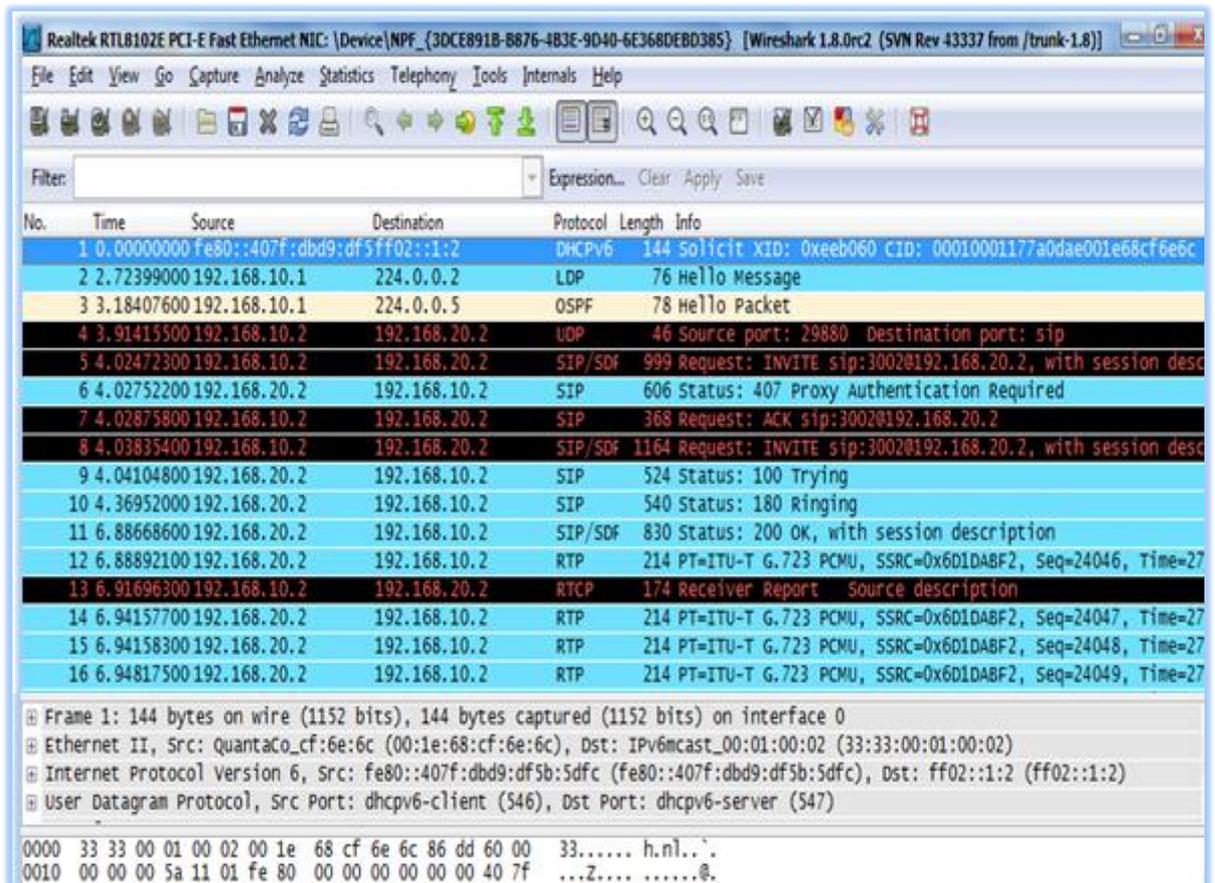


Figura III 33.- Captura wireshark G.723

3.13.3.1 Instalación de códec G.723

Todas estas pruebas se realizan levantando el códec G723 que describe un algoritmo de bajo ratio de compresión, este posee una licencia para su uso comercial, pero como nuestro objetivo es investigativo levantamos el códec de la siguiente forma:

1.- Descargar el códec

```
#wget asterisk.hosting.lv/bin/codec_g723-ast14-icc-glibc-core2.so
```

2.- Moverlo a la carpeta de módulos de Asterisk

```
#mv codec_g723-ast14-icc-glibc-core2.so /usr/lib/asterisk/modules
```

3.- Dar permisos de ejecución

```
#chmod +x /usr/lib/asterisk/modules/codec_g723-ast14-icc-glibc-core2.so
```

4.- Cargar el modulo en Asterisk

```
#asterisk -rx "module load codec_g723-ast14-icc-glibc-core2.so"
```

5.- Reiniciar Asterisk

```
#serviceasteriskrestart
```

6.- Verificar si el modulo está cargado

```
#asterisk -rx "core show codecs"
```

Con esto tendrían el códec instalado, otra forma de probar es forzar el uso del códec en los parámetros de sip.conf

- **disallow=all**
- **allow=g723**

En el ambiente de pruebas se realizó llamadas, subida y descarga de paquetes con los diferentes códecs estudiados, como son el G711, iLBC y G723, destacándose desde ya en comunicación fluida y ausencia de ruido, al G.711, ya que con los otros códecs probados se notó la presencia de ruidos y dialogo entrecortados.

3.14 Comprobación de la Hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis planteada para el desarrollo de la Tesis se utiliza la técnica de Estadística Descriptiva, ya que con la ayuda de un software llamado MySpeed Server nos permite analizar y evaluar códecs de audio para transmisión de voz IP en infraestructuras de redes Mpls sobre Linux emitiendo valores a los parámetros de Calidad de Servicio.

3.14.1 Planteamiento de la Hipótesis

El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.

3.14.2 Determinación de las Variables

Variable Independiente

El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux.

Variable Dependiente

Permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.

3.14.3 Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo	Concepto
El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux.	Independiente	Especificación de los recursos Hardware y software necesarios para el análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP, así como sus

		principales características.
Permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.	Dependiente	Determinar el códec de audio que mejora la calidad de servicio en la transmisión de voz IP. Usar herramienta software wireshark, para realizar el monitoreo de la red y verificar su eficiente funcionalidad en la Red MPLS.
Variable	Tipo	Concepto
El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux.	Independiente	Especificación de los recursos Hardware y software necesarios para el análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP, así como sus principales características.
Permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.	Dependiente	Determinar el códec de audio que mejora la calidad de servicio en la transmisión de voz IP. Usar herramienta software wireshark, para realizar el

<p>monitoreo de la red y verificar su eficiente funcionalidad en la Red MPLS.</p>

Tabla III VI.- Operacionalización de las Variables

3.14.4 Operacionalización Conceptual de las Variables

Variable	Categoría	Indicadores	Técnicas	Fuentes de Verificación
El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux	Actividad de Investigación	Parámetros de Calidad de Servicio	Emisión de valores mediante software MySpeed	Internet
Permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea	Actividad de Investigación	Bit Rate QoS Jitter Packet Loss MOS	Observación directa	Software MySpeed Server

calidad de
servicio en la
comunicación.

Tabla III VII.- Operacionalización Conceptual de las Variables

3.14.5 Instalación de software evaluador

Para poder demostrar nuestra hipótesis se utilizara el software MySpeed Server, para ello debemos instalarlo de la siguiente manera:

1. Antes de instalar el mss.exe, debemos instalar la aplicación java, para que funcione nuestro applet así lo mostramos en la **Figura III.34.**



Figura III 34.- Pantalla de Instalación de Java

Para instalar y configurar MySpeed como servicio de Windows, lo que usted debe hacer es, clic, en el enlace 'Opciones del servidor de la interfaz de usuario principal para obtener un cuadro de diálogo como el siguiente.

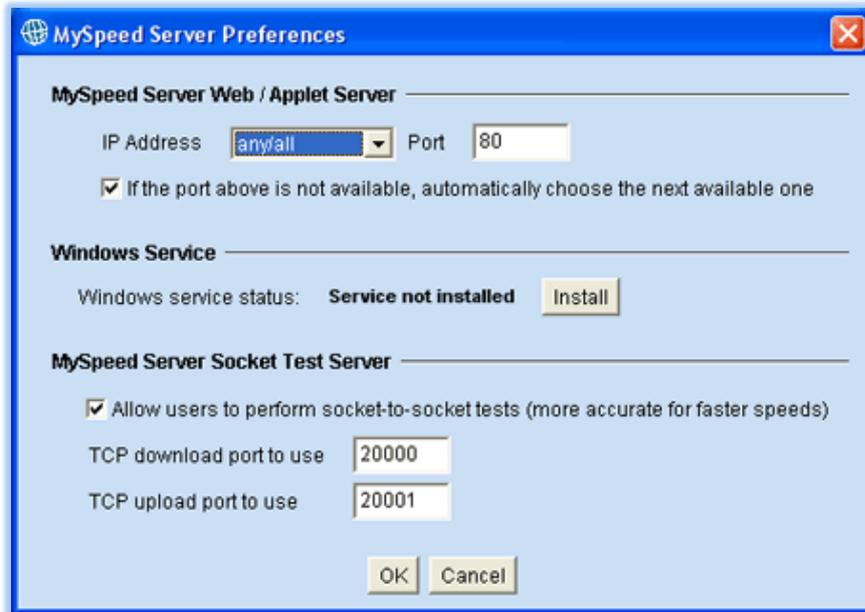


Figura III 35.- Configurar Servicio MySpeed

Para instalar el servicio, simplemente haga clic en el botón 'Instalar' en el marco del 'servicio de Windows' la partida. El mismo botón se utiliza para desinstalar el servicio.

La dirección IP y el puerto del servidor se encuentra en la primera sección como se muestra arriba (**Ver Figura III.35**).

Si desea habilitar una mayor precisión en speed tests a continuación, habilite el servidor de prueba toma de corriente. Los puertos comunes son 20.000 para la descarga y 20.001 para la carga.

3.14.5.1 Configurar el servidor web

La primera vez que vaya a la MySpeed Server en Windows obtendrá el asistente de configuración del servidor MySpeed. Este asistente está diseñado para ayudarle a configurar rápidamente las opciones inmediatas que se necesitan para ejecutar una prueba de MySpeed.



Figura III 36.- Pantalla de bienvenida

Una vez que usted ha leído el texto de bienvenida haga clic en el botón 'Continuar' para avanzar la siguiente etapa que es la configuración de la contraseña del administrador. La contraseña de los administradores utiliza para hacer cambios en la configuración del servidor y ver los datos. Haga clic en Continuar para proceder.



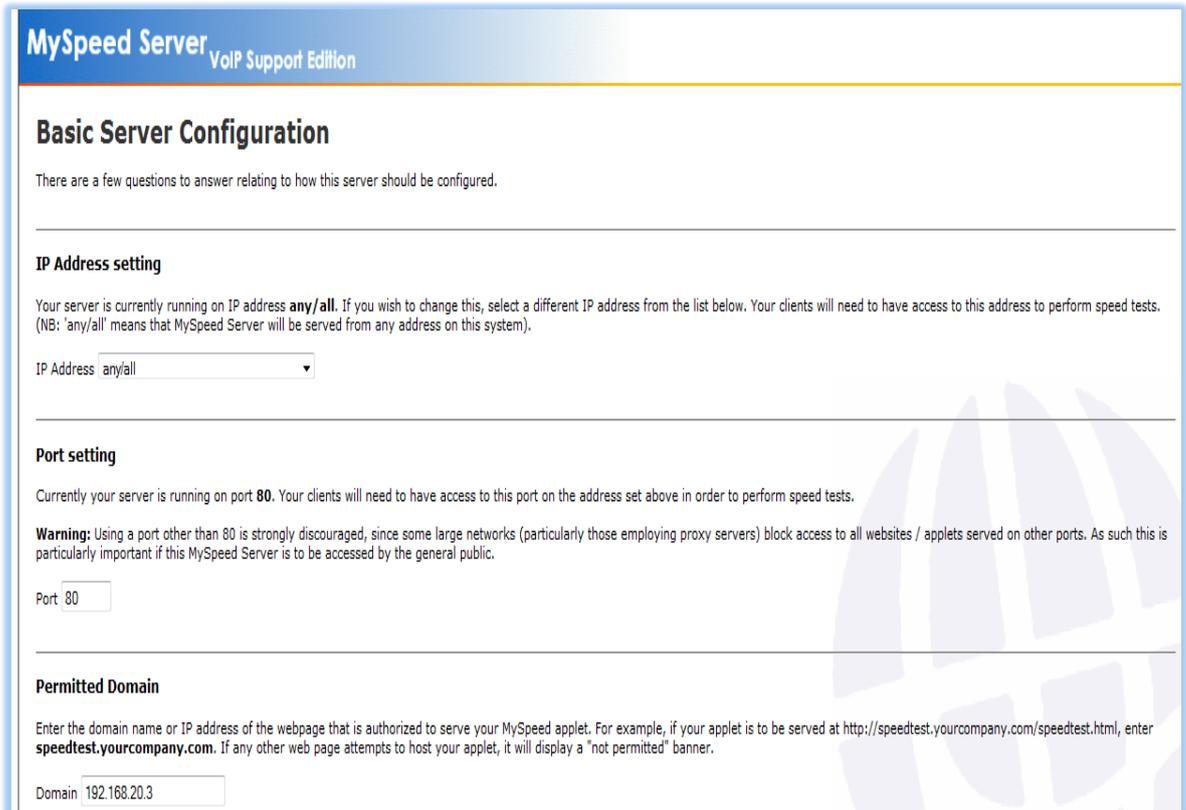
The screenshot shows the 'MySpeed Server' interface with the 'Administrator Password' section. The title 'Administrator Password' is in bold. Below it, a paragraph explains that the first step is to create an administrator password, which is used for configuration and viewing server data, and should be secure. The form includes a 'Username' field with the value 'admin', and three password fields: 'Old password', 'New password', and 'Re-enter password'. A 'Continue' button is located below the password fields. A large, faint globe graphic is visible in the background. At the bottom, there is a copyright notice: 'MySpeed Server Copyright © 2004-2007 VMware, Inc. | MySpeed Homepage'.

Figura III 37.- Ingreso de contraseña

Hay tres secciones en la pantalla de configuración del servidor de base. Ajuste de dirección IP, la configuración del puerto y el dominio permitido. Para elegir una dirección IP diferente para el servidor de MySpeed para funcionar en sólo tiene que elegir uno de la lista desplegable en la primera sección.

La siguiente sección requiere que establezca un número de puerto. Sus clientes necesitan tener acceso a este puerto en la dirección IP establecida anteriormente con el fin de realizar pruebas de velocidades aconsejable asignar otra dirección IP en el servidor para la aplicación MySpeed Server se puede asignar un puerto 80.

La siguiente sección es la sección de dominio permitido, que es una característica de seguridad para evitar que otros sitios web de alojamiento pruebas de velocidad a través de su MySpeed Server.



MySpeed Server VoIP Support Edition

Basic Server Configuration

There are a few questions to answer relating to how this server should be configured.

IP Address setting

Your server is currently running on IP address **any/all**. If you wish to change this, select a different IP address from the list below. Your clients will need to have access to this address to perform speed tests. (NB: 'any/all' means that MySpeed Server will be served from any address on this system).

IP Address

Port setting

Currently your server is running on port **80**. Your clients will need to have access to this port on the address set above in order to perform speed tests.

Warning: Using a port other than 80 is strongly discouraged, since some large networks (particularly those employing proxy servers) block access to all websites / applets served on other ports. As such this is particularly important if this MySpeed Server is to be accessed by the general public.

Port

Permitted Domain

Enter the domain name or IP address of the webpage that is authorized to serve your MySpeed applet. For example, if your applet is to be served at <http://speedtest.yourcompany.com/speedtest.html>, enter **speedtest.yourcompany.com**. If any other web page attempts to host your applet, it will display a "not permitted" banner.

Domain

Figura III 38.- Configuración básica

Una ves que esté satisfecho de que el código base está funcionando uno, desea utilizar código base continuación, haga clic en el botón 'Continuar' para avanzarla siguiente paso (Ver en la **Figura III.39**).



MySpeed Server VoIP Support Edition

Setup Wizard Completed!

Congratulations! You have successfully set up your MySpeed Server.

You can now choose to use your new setup by performing a speed test, or set up further server options.

 **Perform a speed test**
Note: Those users who integrated MySpeed into their existing websites in the previous step should instead use the page they uploaded.

 **Set up further options**
You will be redirected to the server's administration menu page.

Figura III 39.- Inicio de MySpeed

El asistente de instalación se ha completado. Usted puede utilizar su nueva configuración para llevar a cabo ya sea una prueba de velocidad o la creación de más opciones.

Entonces al realizar las diferentes llamadas con cada códec, se puede observar como realiza el análisis de cada parámetro como se observa en la siguiente (**Figura III.40**):

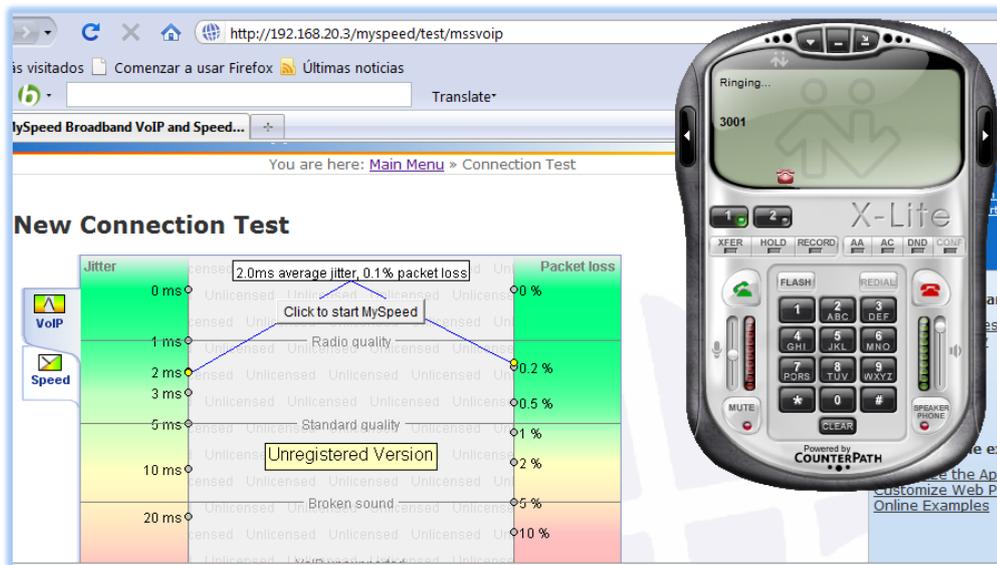


Figura III 40.- Grafica de conexión con MySpeed Server

3.14.6 Parámetros a evaluar:

Los parámetros a evaluar para determinar el códec más adecuado que proporcione calidad de servicio en redes Mpls sobre Linux son:

Bit Rate:

Define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales. Así pues, es la velocidad de transferencia de datos. Es decir los datos de Download Speed y Upload Speed

Jitter:

El jitter suele considerarse como una señal de ruido no deseada. En general se denomina jitter a un cambio indeseado y abrupto de la propiedad de una señal. Esto puede afectar tanto a la amplitud como a la frecuencia y la situación de fase. El jitter es la primera consecuencia de un retraso de la señal. La representación espectral de las variaciones temporales se denomina ruido de fase.

MOS:

Aunque más bien esta es una medida subjetiva para cada individuo, existen escalas de valoración de la calidad del audio, realizadas en base a experimentos con muchos individuos en condiciones determinadas. Una escala ampliamente utilizada para medir la calidad del audio es la escala MOS (Mean Opinión Score), que da una puntuación mínima de 1.0 (calidad pésima) y una máxima de 5.0 (calidad excelente).

PacketLoss:

La pérdida de paquetes se produce cuando uno o más paquetes de datos viajan a través de una red de ordenadores y no llegan a su destino. La pérdida de paquetes se distingue como uno de los tres principales tipos de errores encontrados en las comunicaciones digitales, siendo los otros dos errores en los bits y los paquetes falsos causados debido al ruido. Aunque como es una subida con ftp y en ambiente wan no se realiza perdida de paquetes.

3.14.7 Pantallas de evaluación

3.14.7.1 Evaluación con Códec G.711

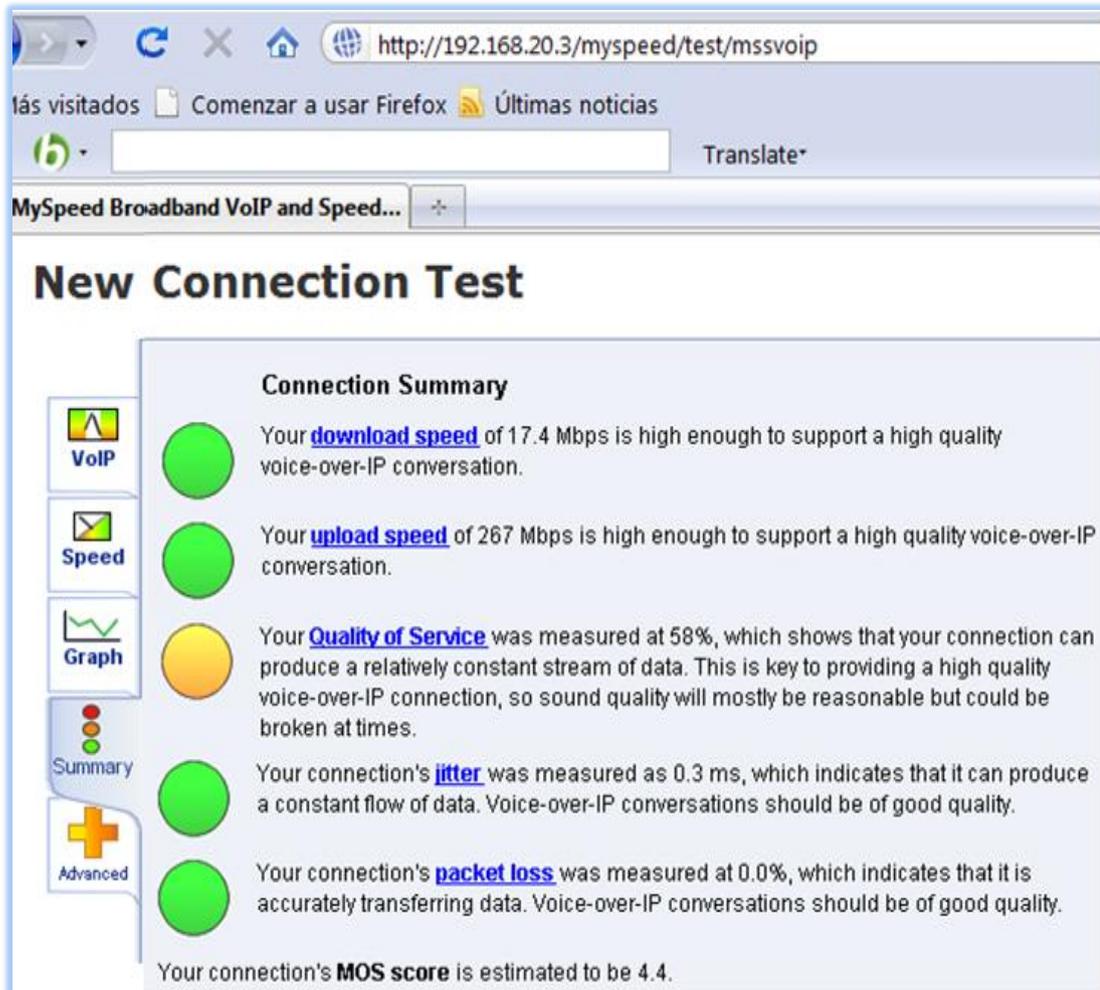


Figura III 41.- Resumen G.711

Al evaluar el códec G.711, al subir los datos se realiza en un tiempo más rápido y posee una calidad de servicio aceptable, como este códec no produce ruido, existe un valor muy bajo del jitter, y con una calidad de códec excelente. Así se muestra en la **Figura III.41**

3.14.7.2 Evaluación con el CódeciLBC

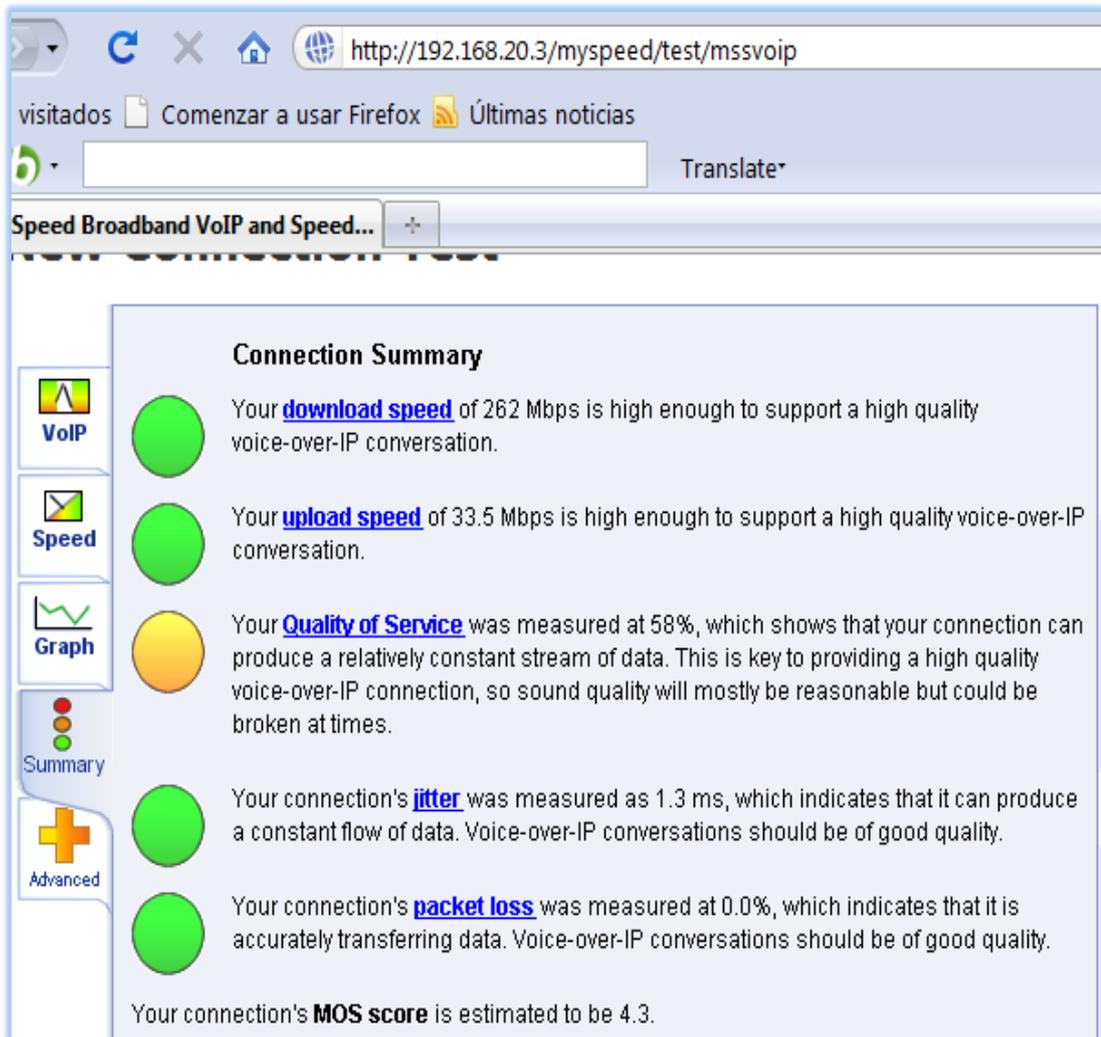


Figura III 42.- Resumen iLBC

Podemos observar que existe un nivel aceptable en velocidad de subida y descarga, pero como calidad de servicio es estable, existe un ruido que si molesta a los usuarios en el momento de realizar la llamada, considerando que es un códec con una calidad casi excelente, como se muestra en la **Figura III.42**

3.14.7.3 Evaluación con el CódecG.723.

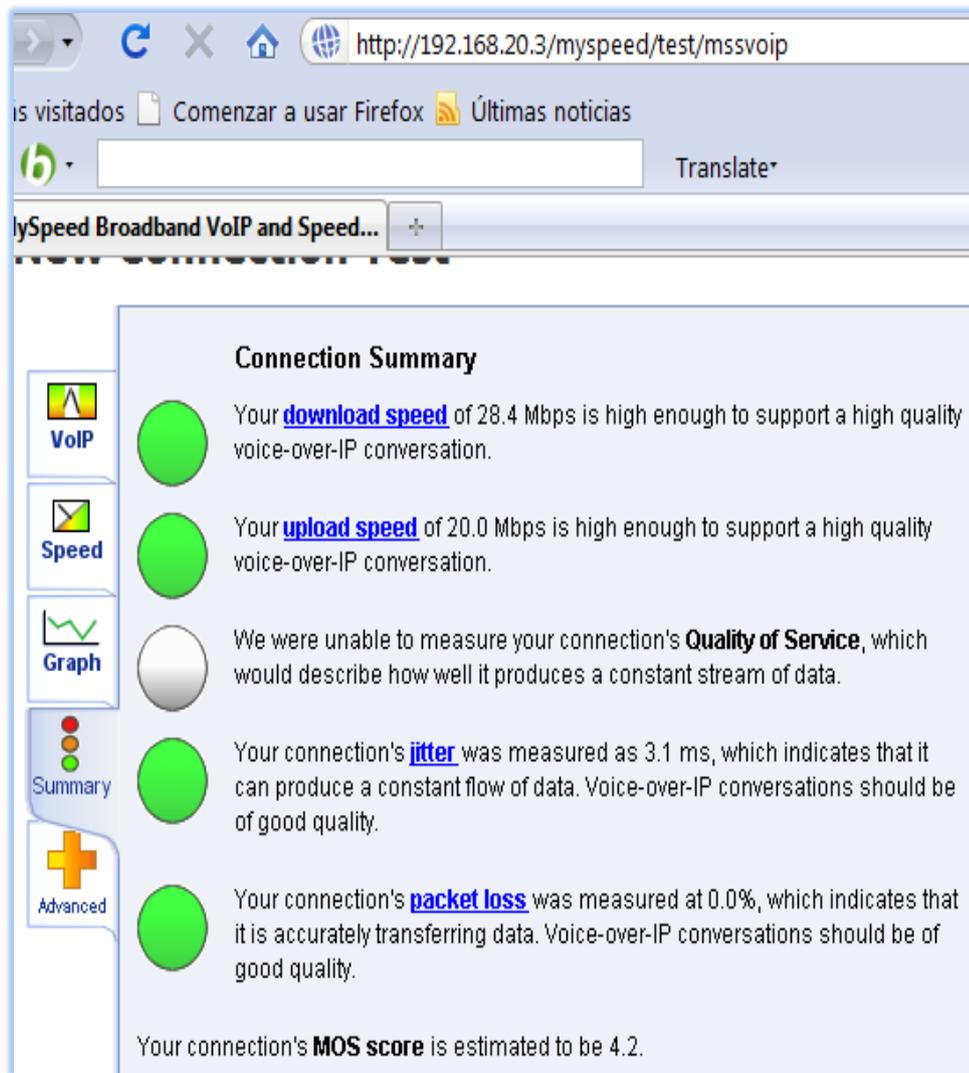


Figura III 43.- Resumen G.723

Con este códec como muestran los valores si tuvimos problemas al subir los archivos, aunque no se perdieron pero si subieron lentamente, además no nos emite lo que es calidad de servicio, existió (jitter) un ruido más intenso y la calidad del códec es menor a los anteriores probados. (Ver Figura III.43)

3.14.8 Establecimiento de los parámetros para la elección del códec adecuado.

PARAMETROS A EVALUAR						
CÓDECS	Download	Upload	Quality	Jitter	Packet	MOS
	Speed	Speed	Service		Loss	
G. 723	28.4 Mbps	20.0 Mbps	1%	3.1 ms	0 %	4.2
iLBC	262 Mbps	33.5 Mbps	58 %	1.3 ms	0 %	4.3
G.711	17.4 Mbps	267 Mbps	58 %	0.3 ms	0 %	4.4
Totales	307.80 Mbps	320.5 Mbps	117 %	4.7 ms	0 %	12.9

Tabla III VIII.- Parámetros a evaluar

3.14.9 Análisis Estadístico

Mediante la estadística descriptiva, demostraremos con valores obtenidos en pasteles estadísticos.

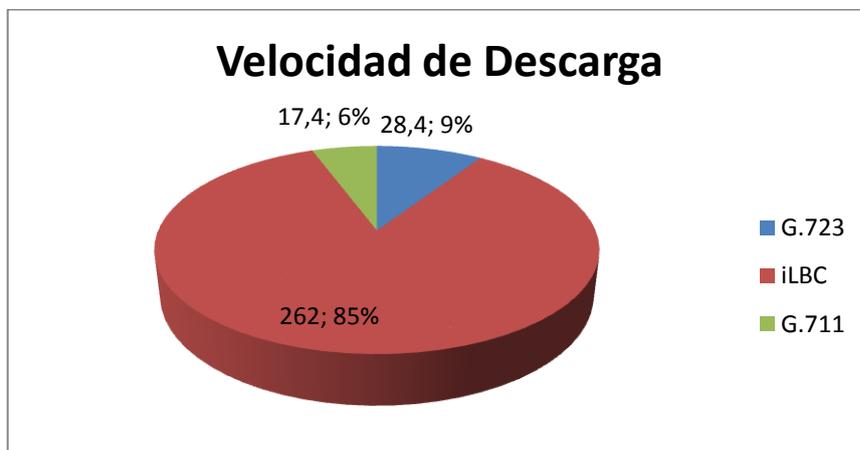


Figura III 44.-Velocidad descarga

Como podemos observar (**Figura III.44**) el mejor códec para velocidad de descarga es el códec **iLBC con un 85%** de aceptación, quedando en segundo lugar el códec G.723 y por último el códec G.711.

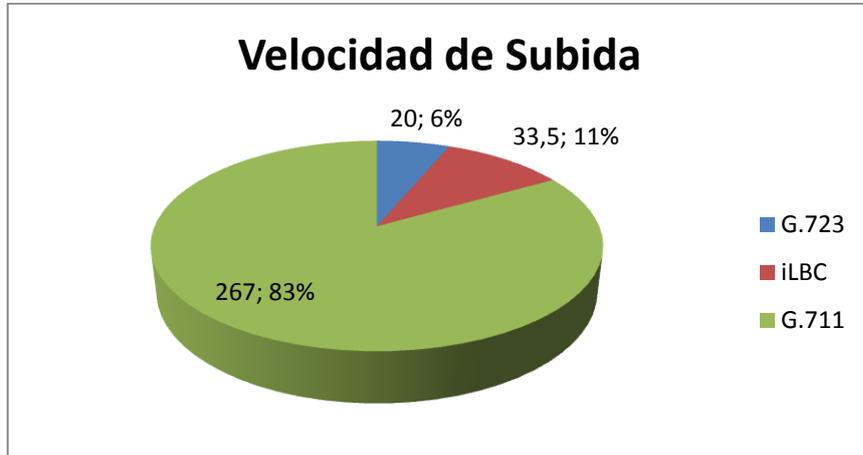


Figura III 45.- Velocidad subida

Como podemos observar (**Figura III.45**) el mejor códec para velocidad de subida de paquetes es el códec **G.711 con un 83%** de aceptación, quedando en segundo lugar el códec iLBC y por último el códec G.723



Figura III 46.- QoS

En lo que se refiere a la calidad de servicio en las llamadas el mejor códec es el **G.711 con un 50%** y el códec iLBC con un 49%, dando muy poca calidad el códec G.723.

Como podemos apreciar en la **Figura III.46**

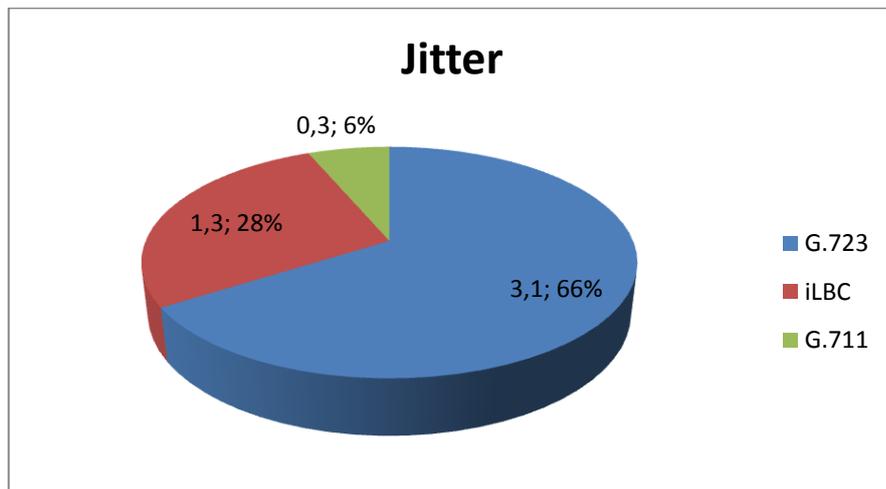


Figura III 47.- Jitter (Ruido)

Refiriéndonos al jitter, es decir el ruido producido, el códec que más ruido produce es el G.723 con un 66%, seguido del códec iLBC con el 28 % y por ultimo con un mínimo de jitter de 6% el G.711. Véase en la figura III.47

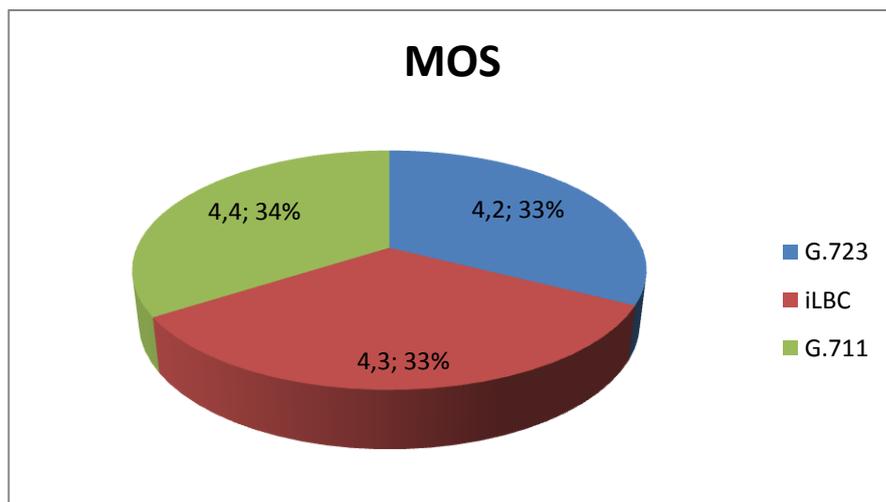


Figura III 48.- Mos (calidad de códec)

En la **Figura III.48** muestra los resultados de la calidad de códec se mide en valores de 1 a 5, pero en este análisis el códec G.723 posee un MOS de 33% aunque con un valor de 4.2, el códec iLBC con MOS de 4.3 y un porcentaje de 33%, y el que mejor calidad tiene es el **G.711, con un 34%** y valor de 4.4

3.14.10 Resultados Obtenidos.

Concluyendo con los resultados obtenidos, se da a conocer que con el códec G.711 para VoIP en redes Mpls sobre Linux dará la mejor calidad de la voz; puesto que no utiliza ninguna compresión, él sonido apenas es como usar un teléfono regular. También tiene el estado latente más bajo (retraso) porque no hay necesidad de la compresión, que cuesta energía de proceso. La desventaja es que toma a más anchura de banda para la velocidad de descarga a tan solo 17.4 Mbps, entonces otros códecs, hasta 84 Kbps incluyendo todo el TCP/IP de arriba.

Sin embargo, con el aumento de banda de banda ancha, esto no debe ser un problema para lo que es subida de archivos ya que el software evalúa a un valor de subida de 267 Mbps, teniendo además una calidad de servicio estable del 50%, y una señal de ruido no deseada en general se denomina jitter a un cambio indeseado y abrupto de la propiedad de una señal muy poco de 0.3ms, finalmente con un sobresaliente MOS, calidad de códec de 4.4 sobre 5 que es el máximo de calidad de los códecs analizados, y por la versatilidad de los códecs a prueba se determina que no existen paquetes perdidos durante la transmisión, es por esto que en todas las pantallas de las evaluaciones tenemos un 0.0% de pérdida.

Además para una mejor comprobación de la hipótesis se realizó por el método T-Student; gracias a valores proporcionados por el software, determinando así la hipótesis nula y la alternativa:

Hi: “El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.”

Ho: “El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, no permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.”

Nivel de Significancia: Para el caso del presente análisis se utiliza un nivel de significación estadística de 0.05 para obtener un nivel de confianza aceptable.

Para el análisis de los resultados se ha seleccionado la técnica T-Student, la formula es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Se debe determinar el criterio de decisión. Entonces se aceptado Ho cuando $t_{calculado} < t_{tabla}$. Donde t_{tabla} representa el valor proporcionado por la tabla de “distribución t-student”, según el nivel de significación elegido los grados de libertad.

Para determinar los grados de libertad (**gl**) se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{S_1^2}{\frac{n_1-1}{n_1}} + \frac{S_2^2}{\frac{n_2-1}{n_2}}} - 2$$

Cálculos:

Los resultados que se presentan a continuación son los que arrojo la investigación realizada.

Hemos determinado trabajar con los códecs más competitivos que mejoran la calidad de servicio como son G.711 y ILBC, para lo cual tenemos los siguientes datos, en base una escala de 5, relacionada con los valores de la **Tabla III. VIII**. Parámetros a Evaluar:

PARAMETROS A EVALUAR						
CÓDECS	Download	Upload	Quality	Jitter	Packet	MOS
	Speed	Speed	Service		Loss	
iLBC	262 Mbps	33.5 Mbps	58 %	1.3 ms	0 %	4.3
G.711	17.4 Mbps	267 Mbps	58 %	0.3 ms	0 %	4.4

Datos relacionados a escala 5 para uso de técnica t-student:

	G.711	ILBC
Velocidad Descarga	4.6	0.31
Velocidad Subida	4.44	0.55
Jitter	4.06	0.93
Packet Loss	5	5
Mos	4.4	4.3

Resultados Generales:

	G.711	ILBC	X1-$\bar{X1}$	X2-$\bar{X2}$	(X1-$\bar{X1}$)²	(X2-$\bar{X2}$)²
Velocidad Descarga	4.6	0.31	0,1	-1,908	0,01	3,640464
Velocidad Subida	4.44	0.55	-0,06	-1,668	0,0036	2,782224
Jitter	4.06	0.93	-0,44	-1,288	0,1936	1,658944
Packet Loss	5	5	0,5	2,782	0,25	7,739524
Mos	4.4	4.3	-0,1	2,082	0,01	4,334724
	$\bar{X1}=4.5$	$\bar{X2}=2.218$			0.4672	20.1558

Valor de las varianzas:

$$S1^2=0.4672/4.5= 0,103822222$$

$$S2^2=20.1558/2.218= 9,087412083$$

Aplicando T-Student:

$$T=\frac{4.5-2.218}{\sqrt{\frac{0.1038}{5}+\frac{9.0874}{5}}}=1.6831$$

Valor de grados de libertad

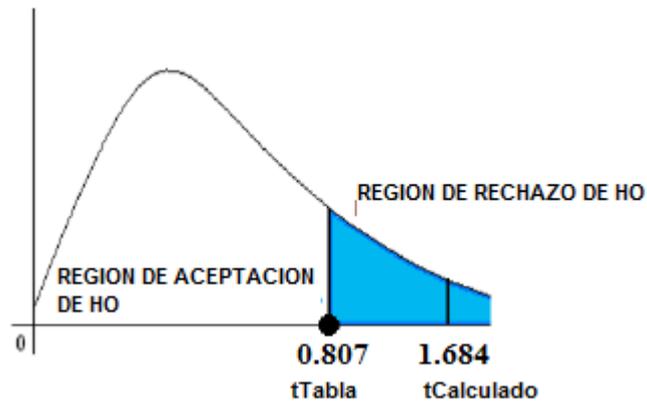
$$gl=\frac{\left(\frac{0.1038}{5}+\frac{9.0874}{5}\right)^2}{\frac{0.1038}{\frac{4}{5}}+\frac{9.0874}{\frac{4}{5}}}-2=\frac{3.379}{0.00519+0.454}-2=\frac{3.379}{0.45956}-2=5.3529$$

De acuerdo a la tabla estadística de distribución t-Student con un nivel de significancia de 0.05 a 5 grados de libertad, genera un valor de $t_{\text{tabla}}=0.807$

Decisión:

Como

$t_{\text{calculado}}=1.684$ y $t_{\text{tabla}}=0.807$



Entonces:

$$t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabla}}$$

Se concluye que se rechaza la hipótesis nula por encontrarse fuera del área de aceptación y se acepta la hipótesis alternativa de la investigación:

El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.”

3.14.11 Hipótesis

“El análisis y evaluación de los códecs de audio para la transmisión de voz IP en infraestructuras de redes MPLS en Linux, permitirá determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación.”

En base al estudio comparativo de los códecs de audio propuestos y su grado de cumplimiento en los parámetros definidos, después de haber establecido estos mediante el análisis y evaluación, se ha procedido a elegir el códec más adecuado.

Entonces el objetivo primordial y la hipótesis de la presente investigación quedan demostrados en que es el códec G.711 el que permite una mejor calidad de servicio en las redes Mpls sobre Linux, específicamente montadas en Mikrotik 3.20, con un tráfico de red establecido por FTP y la comunicación entre usuario de Voz Ip con Asterisk, quedando así una red totalmente híbrida.

CAPÍTULO IV

4 GUÍA METODOLÓGICA DE IMPLEMENTACIÓN DE VOZ IP SOBRE REDES MPLS USANDO EL CÓDEC DE AUDIO MÁS ADECUADO.

4.1 Introducción

Cuando se efectúa una investigación, el paso seguido para la adquisición del mismo debe ser publicado para posteriores implementaciones, es así que en el presente capítulo se presenta una guía metodológica de implementación de voz ip sobre redes Mpls usando el códec de audio más adecuado...

Esta guía metodológica es autoría nuestra toda la recopilación de información para que este análisis y evaluación se pueda desarrollaron de una manera clara y eficiente en el presente proyecto de investigación.

4.2 Desarrollo de la Guía de Referencia

4.2.1 Introducción

El análisis y evaluación de códecs de audio en redes MPLS se realiza al efectuar Voz Ip y para el tráfico de red la implementación de FTP, en este ambiente de trabajo

utilizamos cinco routers con sistema operativo Mikrotik, se trata esencialmente de una red MPLS en Linux, es decir en ambiente WAN por los routers presentes en la red.

De tal forma que el análisis y evaluación de códecs de audio brindara a una mejor comunicación y calidad de servicio en redes Mpls sobre Linux.

4.3 Descripción de los Materiales

Para una eficaz implementación del análisis y evaluación de códecs de audio en redes Mpls bajo Linux, es decir Mikrotik, hemos especificado o considerado cada detalle para una correcta instalación o configuración de cada uno de los dispositivos utilizados.

De esta manera podemos considerar que para realizar el escenario propuesto es indispensable el software Mikrotik encargado de la comunicación.

Dispositivos utilizados son:

- 3 cpus Intel dual core con 2 tarjetas de red cada una
- 3 laptops para clientes
- 1 switch de 8 puertos
- Cables de red cruzados y directos

Software utilizado:

- Mikrotik versión 3.20 crackeado nivel 4
- Sistema Operativo Centos 5.5
- Asterisk 1.4.22

- Sistema operativo Windows 7
- Xampp para servidor de FTP
- FileZilla para cliente FTP
- Softphone X-Lite

4.4 Configuración del escenario

Para realizar la configuración del escenario iniciaremos por la configuración del OSPF y MPLS en los routers físicos y virtuales que todo incorporado simulara y formaran una red WAN completamente funcional.

Para formar la red se utilizó lo siguiente:

- 3 cables cruzados
- 3 cables directos
- 1 switch

Además contamos con los siguientes equipos ver **Tabla IV.I:**

ID	Tipo	Sistema Operativo	N° de Tarjetas de Red	Física	Virtual
R1	Router	Mikrotik	2	X	
R2	Router	Mikrotik	2	X	
R3	Router	Mikrotik	3		X
R4	Router	Mikrotik	3		X
R5	Router	Mikrotik	4		X

PC1	Servidor Voz IP	Linux/Centos	1	X
PC2	Servidor FTP	Windows XP	1	X
PC3	Cliente Voz IP	Windows 7	1	X
PC4	Cliente FTP	Windows 7	1	X
PC5	Cliente Voz IP	Windows XP	1	X

Tabla IV I.- Equipos a utilizar

4.5 Topología de la Red

La red MPLS se encuentra constituida por 5 PCs que simulan router, cada uno con su respectivo sistema operativo MIKROTIK; los Routers R3, R4, R5 son virtuales, las mismas que se encuentra en una maquina física con 2 tarjetas de red, pero cada máquina virtual que contiene el router posee 3 o 4 tarjetas de red.

El router R5, se conecta con el router R1 (físico) mediante la tarjeta de red 1 y el router R2 con el router R3 con la tarjeta de red 2 de la maquina física que contiene los router virtuales. Además tenemos un servidor de voz IP que es la PC1 virtual y servidor FTP que es la PC2 virtual que se encuentran en una maquina Windows 7 física con Gateway al router R1 que es físico; también se encuentra un cliente FTP y cliente Voz IP, conectado a un switch con Gateway al router R2 físico, y por ultimo un cliente Voz IP virtual con Gateway al router R4 virtual.

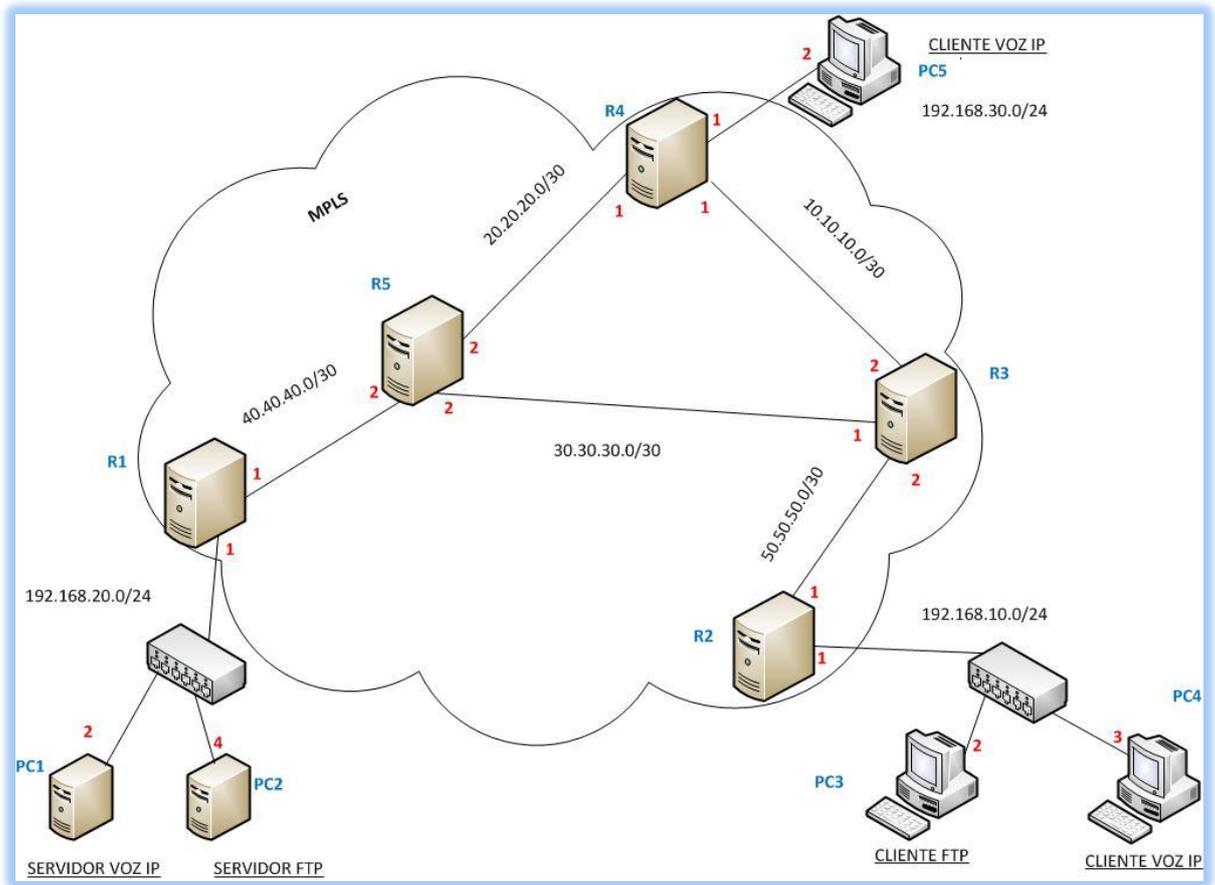


Figura IV 1. Escenario Propuesto

4.5.1 Direccionamiento IP:

Para toda esta configuración de escenario se debe tomar en cuenta el siguiente direccionamiento como para los routers una máscara de /30 y una serie de 10.10.10.0 como ID de red de clase A y para los clientes tipos IPs como 192.168.10.0 de clase C, con mascara /24.

MAQUINA	DIRECCION IP
Router R1	Interfaz 1: 40.40.40.1/30 Interfaz 2: 192.168.20.1/24
Router R2	Interfaz 1: 50.50.50.1/30 Interfaz 2: 192.168.10.1/24
Router R3	Interfaz 1: 10.10.10.2/30 Interfaz 2: 50.50.50.2/30

	Interfaz 1: 30.30.30.1/30
Router R4	Interfaz 1: 20.20.20.1/30 Interfaz 2: 10.10.10.1/30 Interfaz 1: 192.168.30.1/24
Router R5	Interfaz 1:40.40.40.2/30 Interfaz 2:30.30.30.2/30 Interfaz 3:20.20.20.2/30 Interfaz 4:192.168.40.2/24
PC1 – ServidorVoz IP	Interfaz 1: 192.168.20.2/24
PC2 – Servidor FTP	Interfaz 1: 192.168.20.4/24
PC3 – ClienteVoz IP	Interfaz 1:192.168.20.3/24
PC4 – Cliente Voz Ip y FTP	Interfaz 1: 192.168.10.3/24

Tabla IV II.- Direccionamiento

4.6 Instalación de Software

4.6.1 Introducción

MikrotikRouterOS que es el sistema operativo software del router, el cual convierte a una PC Intel o un Mikrotik Router BOARD en un router dedicado.

Se toma esta decisión ya que estos equipos brindan seguridad, flexibilidad y son muy económicos, lo cual es un gran beneficio para la empresa ya que la red es de un tamaño considerable

El RouterOS es un sistema operativo y software que convierte a una PC en un ruteador dedicado, bridge, firewall, controlador de ancho de banda, punto de acceso inalámbrico, por lo tanto puede hacer casi cualquier cosa que tenga que ver con las necesidades de red, además de ciertas funcionalidad como servidor.

4.6.2 Instalación de Mikrotik

Para poder efectuar la instalación del sistema operativo Mikrotik en una máquina ya sea de escritorio o portátil lo mínimo que necesitamos es:

- Ordenador Pentium III
- Disco Duro IDE
- RAM de 128MB

Teniendo en cuenta que dependiendo de la versión de Mikrotik que vamos a instalar indicaremos que no soporta mainboards demasiado actuales; es por eso que con la versión 3.20 que es la que elegimos; se logró instalar en mainboards no más de tecnología Dual Core.

El sistema operativo Mikrotik puede ser instalado mediante:

- CD con imagen ISO.
- Pendrive booteable.
- Mediante el internet con Netinstall.
- Solo con imagen ISO si es virtualmente.

4.6.2.1 Pasos para la instalación:

1. Después de arrancar con la unidad de instalación, observamos la primera pantalla que aparece la cual nos muestra todos los paquetes que pueden ser instalados, seguidamente con la barra espaciadora seleccionamos los paquetes que requerimos,

exceptuando lo que no tenemos señalado ya que estos ocasionan errores al momento de utilizar este sistema operativo.

Para continuar con la instalación presionamos la letra “i”.

```
Welcome to MikroTik Router Software installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimum with 'm'. Press [i] to install locally or 'q' to
cancel and reboot.

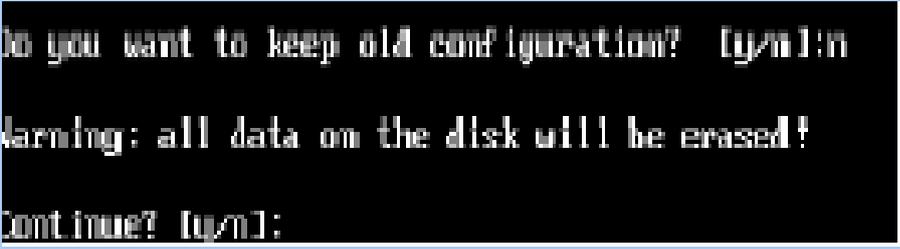
[X] system                [X] isdn                  [ ] routing-test
[X] ppp                   [X] lcd                  [X] security
[X] dhcp                  [X] mpls                 [X] stpbridge-legacy
[X] advanced-tools       [ ] mpls-test           [X] synchronous
[X] arlan                  [X] multicast           [X] ups
[X] calea                 [X] ntp                  [X] user-manager
[X] gps                    [X] radiolan            [X] wireless
[X] hotspot               [X] routerboard         [ ] wireless-test
[X] ipv6                  [X] routing              [ ] xen
```

Figura IV 2.- Identificación de la instalación de Mikrotik

A continuación detallaremos los paquetes seleccionados que el Figura IV.2 nos indica:

- **System.-** Paquete principal que posee los servicios básicos al igual que los drivers básicos.
- **PP.-** Provee de soporte para PPP, PPTP, L2TP, PPPoE e ISDN PPP.
- **Dhcp.-** Servidor y cliente Dhcp
- **Hotspot.-** Provee de un Hot Spot
- **Hotspotfix.-** Proveer parche para actualizar el modulo hot spot que tiene problemas en las versiones 2.9.27.
- **Ntp.-** Servidor y cliente NTP.
- **Routerboard.-** Provee de las utilidades para el routerboard.

- **Routing.-** Provee soporte para RIP, OSPF, BGP4
 - **Rstp-bridge-test.-** Provee soporte para Rapid Spanning Tree Protocol.
 - **Security.-** Provee soporte para IPSEC, SSH y conectividad segura con Winbox.
 - **Telephony.-** Provee soporte para H.323.
 - **Ups.-** Provee soporte para UPS APC
 - **User-Manager.-** Servicio de usuario del RouterOS
 - **Web-Proxy.-** Paquete para realizar un Web Proxy
 - **Wireless-Legacy.-** Provee soporte para placas Cisco –Aironet, Prismil, Atheros entre otras.
2. Posteriormente nos emitirá una pantalla como nos muestra la Figura IV 3.
- a) Si deseamos mantener la configuración anterior: a la cual le decimos que “N” (no)
- b) Si deseamos borrar todo el disco para su instalación: “Y”.



```
Do you want to keep old configuration? [y/n]:n
Warning: all data on the disk will be erased!
Continue? [y/n]:
```

Figura IV 3. Pantalla de mensaje de Mikrotik

3. Al reiniciar la maquina luego de la instalación tendremos que loguearnos como se muestra **Figura IV.5** su ID: admin y su Password: en blanco, pulsamos enter y observaremos la interfaz de ROUTEROS.



Figura IV 4.- Muestra la interfaz de logueo

4. Como podemos observar en la **Figura IV.6** el Mikrotik se encuentra en versión de prueba es decir solo nos durará 24 horas, por lo que es necesario subir la licencia; en este caso como es un estudio con fines educativos vamos a crackear la versión.



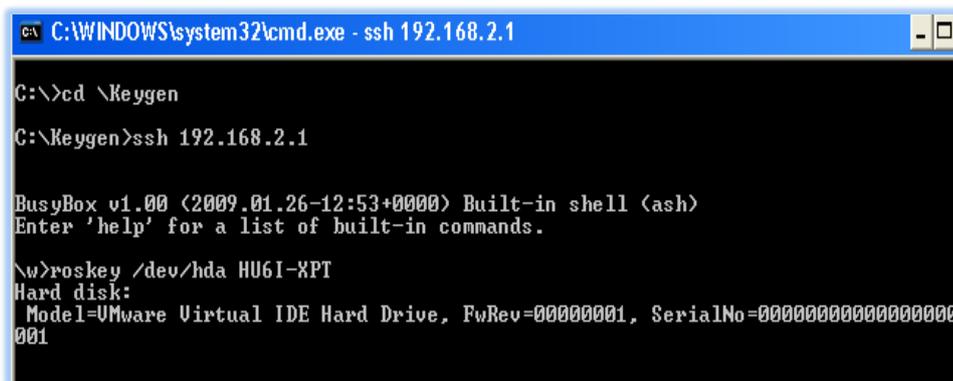
Figura IV 5.- Muestra la interfaz de licencia de RouterOS

5. Para poder crackear la versión escogida iniciamos colocando la dirección IP a nuestro router, y así lograr acceder desde la aplicación Winbox que previamente se instaló en otro maquina en la misma red y empezar a realizar la configuración de forma gráfica.



Figura IV 6.- Muestra la interfaz de licencia de RouterOS

6. Seguidamente accedemos con nuestra IP y procedemos a pegamos el archivo **keygen.npk** en files opción que encontramos en el menú de Winbox y reiniciamos el router.
 - a) Desde Windows en una ventana de DOS. (Inicio, Ejecutar, CMD), vamos a la carpeta donde está el archivo ssh.exe y ejecutamos: ssh “IP DEL ROUTER MK” (sin comillas)
 - b) Una vez conectados al Mikrotik por ssh escribimos: roskey /dev/hda 7PEZ-EYN en el caso de querer instalar una licencia nivel 4 ya que es suficiente para lo que necesitamos configurar, teniendo en cuenta si nuestro disco es IDE (sda, sdb, sdx) o SATA (hda, hdb, hdx).
 - c) El programa nos devolverá los datos de nuestro rígido, como el modelo, número de serie y firmware del mismo, en este formato Model=XXXX, Frmver=XXXXX,Serialnum=XXXX como se muestra en la **Figura IV.8**



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - ssh 192.168.2.1
C:\>cd \Keygen
C:\Keygen>ssh 192.168.2.1
BusyBox v1.00 (2009.01.26-12:53+0000) Built-in shell (ash)
Enter 'help' for a list of built-in commands.
\n>roskey /dev/hda HU6I-XPT
Hard disk:
  Model=VMware Virtual IDE Hard Drive, FwRev=00000001, SerialNo=00000000000000000001
```

Figura IV 7.- Crack Licencia Nivel 4

7. Como último paso reiniciamos el router, y en la opción System – Licences subimos el archivo de la licencia y lograremos utilizar el software sin ninguna restricción como podemos observar en la **Figura IV.9**, por tiempo ilimitado.

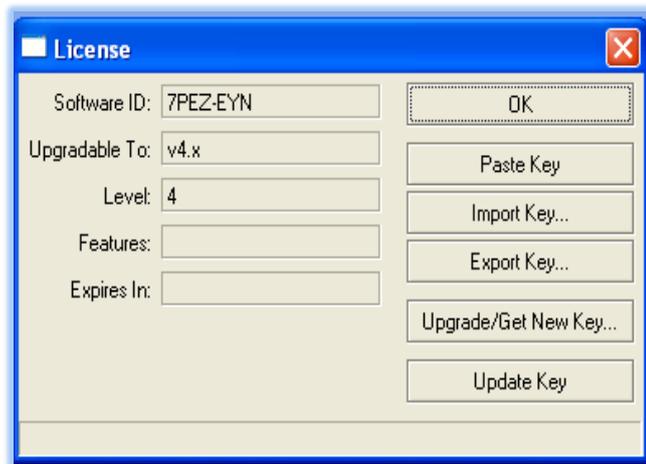


Figura IV 8.- Licencia de Mikrotik Crackeada

Tanto para las maquinas físicas como para las virtuales en Mikrotik realizamos los pasos anteriores, tomando en cuenta que para las virtuales debemos instalar en VMware de la siguiente manera:

4.6.3 Instalación y configuración de Vmware Workstation:

La instalación de VMware es muy simple, ejecutamos el instalador y damos clic en todos los botones *next* de la aplicación. Posteriormente de la instalación, creamos la máquina virtual apta para instalar Mikrotik, siguiendo los siguientes pasos:

- Clic en creación de nueva máquina virtual

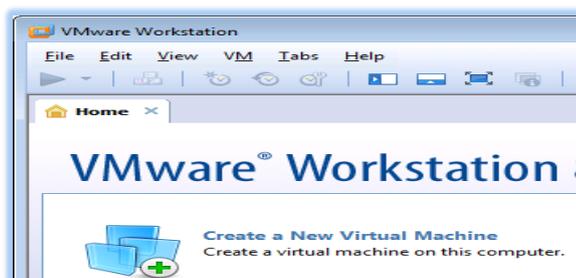


Figura IV 9.-Creación de la máquina virtual

- Creamos de forma típica para no tener problemas en la configuración avanzada, clic en siguiente, seleccionamos desde que unidad vamos a instalar Mikrotik, ya sea desde una imagen ISO o desde un DVD físico, en nuestro caso desde imagen ISO (Ver Figura IV.11).

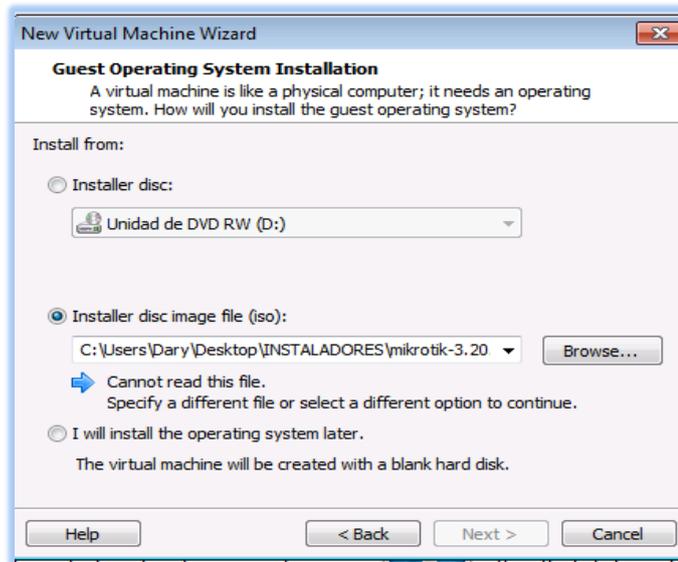


Figura IV 10.- Cargar la imagen iso para la instalación

- Después seleccionaremos el sistema operativo que vamos a instalar, en este caso Linux y otra versión de 2.6 de kernel porque no es una versión como podemos apreciar en la Figura IV.12

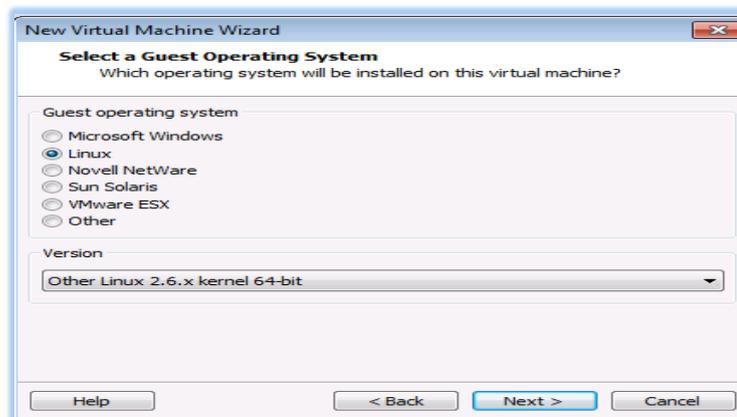


Figura IV 11.- Seleccionar el Sistema Operativo

- Colocamos un nombre a la máquina virtual y clic en finalizar, de esta forma crearemos 3 maquina virtuales con Mikrotik para ser routers. Como se puede mirar continuación en la **Figura IV.13**

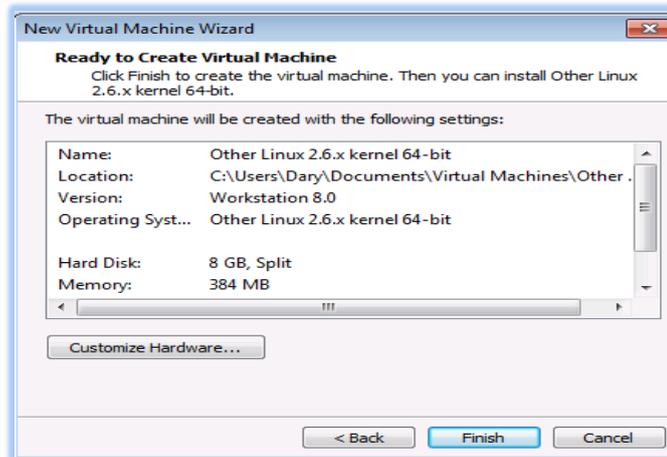


Figura IV 12.- Indica la finalización de la creación de la maquina virtual

4.6.3.1 Configuración adicional de VMware

Para que los router virtuales se comuniquen con los router físicos deben salir por cada tarjeta de red para ello se debe configurar con la herramienta VMware editor ver **Figura IV.14.**

Name	Type	External Connection	Host Connection	DHCP	Subnet Address
VMnet0	Bridged	Intel(R) 82566DC Gigabit Ne...	-	-	-
VMnet1	Host-only	-	Connected	Enabled	192.168.157.0
VMnet3	Bridged	Realtek RTL8139/810x Famil...	-	-	-
VMnet8	NAT	NAT	Connected	Enabled	192.168.139.0

Figura IV 13.- Configuración de VMware

En el router R5 por la tarjeta de red 3 personalizar que se comunice con la VMnet 3 que está apuntando a la tarjeta de red 2 que en nuestro caso es Realtek y el resto va a coger la Ethernet interna como es Intel ya que todos las salidas son bridge.

4.7 Configuración de las interfaces

Existen dos formas de configurar las direcciones IP la primera en modo gráfico y la segunda es de modo comando:

4.7.1 Interfaz gráfica:

Pulsamos el botón Connect, aparecerá las mac-address de los router que se encuentran en la red, escogemos el que deseamos configurar esto de lo hace mediante el Winbox, como mostramos en la **Figura IV.15**.



Figura IV 14.- Interfaz de Winbox

En la opción IP, damos clic en Address, posteriormente pulsamos en el botón  en donde agregaremos una dirección IP, poniendo el address y su respectiva mascara, automáticamente se llenara los campos de network y broadcast,

Por último seleccionamos la Ethernet a la que va a apuntar y clic en ok ver. **Figura IV.16.**

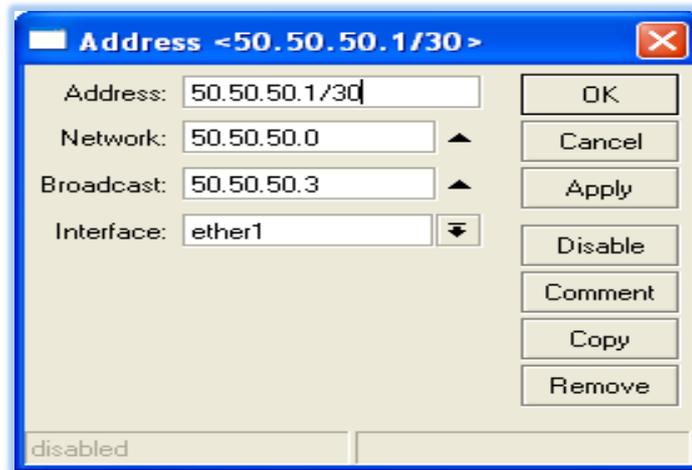
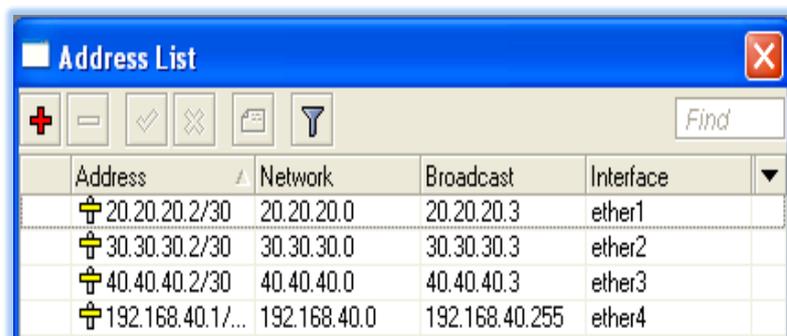


Figura IV 15.- Agregar -Ip Address

Así seguiremos adicionando las direcciones ip que necesitemos en cada router, por ejemplo el router R5 como se muestra en la **Figura IV.17:**



Address	Network	Broadcast	Interface
20.20.20.2/30	20.20.20.0	20.20.20.3	ether1
30.30.30.2/30	30.30.30.0	30.30.30.3	ether2
40.40.40.2/30	40.40.40.0	40.40.40.3	ether3
192.168.40.1/...	192.168.40.0	192.168.40.255	ether4

Figura IV 16.- Lista de Direcciones Ip

4.7.2 Comandos:

Router R1:

```
[admin@R1]>ip address add address=192.168.20.1/24 interface=ether1
```

```
[admin@R1]>ip address add address=40.40.40.1/30 interface=ether2
```

Router R2:

```
[admin@R2]>ip address add address=192.168.10.1/24 interface=ether2
```

```
[admin@R2]>ip address add address=50.50.50.1/30 interface=ether1
```

Router R3:

```
[admin@R3]>ip address add address=10.10.10.2/30 interface=ether1
```

```
[admin@R3]>ip address add address=30.30.30.1/30 interface=ether2
```

```
[admin@R3]>ip address add address=50.50.50.2/30 interface=ether3
```

Router R4:

```
[admin@R4]>ip address add address=10.10.10.1/30 interface=ether1
```

```
[admin@R4]>ip address add address=20.20.20.1/30 interface=ether2
```

```
[admin@R4]>ip address add address=192.168.30.1/24 interface=ether3
```

Router R5:

```
[admin@R5]>ip address add address=20.20.20.2/30 interface=ether1
```

```
[admin@R5]>ip address add address=30.30.30.2/30 interface=ether2
```

```
[admin@R5]>ip address add address=40.40.40.2/30 interface=ether3
```

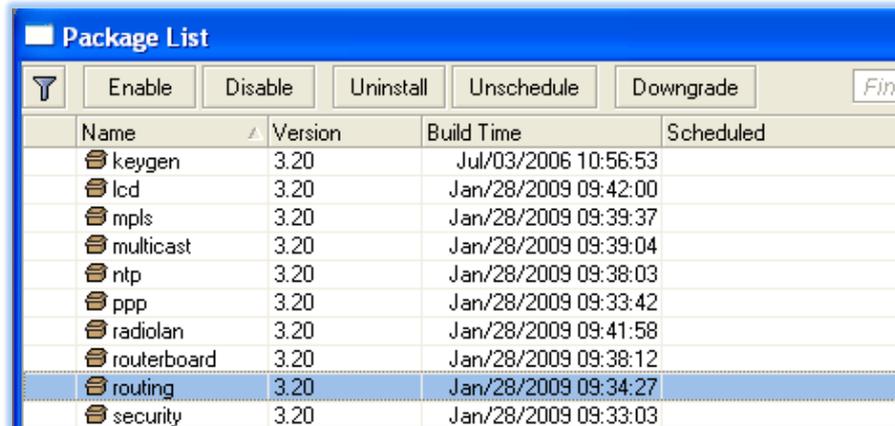
```
[admin@R5]>ip address add address=192.168.40.1/24 interface=ether4
```

4.8 Configuración de Ospf

Para poder levantar la red MPLS, debe estar configurada anteriormente la red OSPF, es por eso que vamos a configurarla de dos formas:

4.8.1 Interfaz gráfica:

Debemos verificar que esté instalado el package routing en nuestro router. Dentro de Winbox hacemos clic en la opción system / packages y observamos en el Package List como se puede apreciar en la **Figura IV. 18**:



Name	Version	Build Time	Scheduled
keygen	3.20	Jul/03/2006 10:56:53	
lcd	3.20	Jan/28/2009 09:42:00	
mpls	3.20	Jan/28/2009 09:39:37	
multicast	3.20	Jan/28/2009 09:39:04	
ntp	3.20	Jan/28/2009 09:38:03	
ppp	3.20	Jan/28/2009 09:33:42	
radiolan	3.20	Jan/28/2009 09:41:58	
routerboard	3.20	Jan/28/2009 09:38:12	
routing	3.20	Jan/28/2009 09:34:27	
security	3.20	Jan/28/2009 09:33:03	

Figura IV 17.- Ventana de Paquetes Instalados

Para comenzar con la configuración, damos clic en la opción Routing/OSPF, dentro de la pestaña Interfaces en OSPF Settings, colocamos los valores como Router ID por cada router y como no necesitamos redistribución, seleccionamos nunca y cada uno de tipo 1.



Figura IV 18.- Configuración del Ospf Routing

Posteriormente agregamos todas las tarjetas de red que intervienen en la red OSPF de ese router, en este caso 4 tarjetas de red. Teniendo en cuenta que cada router tiene su propio ID como muestra la **Tabla IV.III**

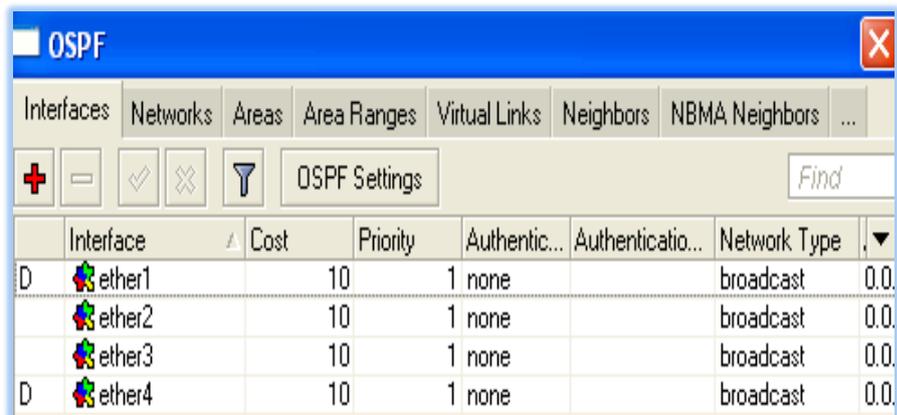


Figura IV 19.- Tarjetas de red para Ospf

Nombre	Router ID
R1	1.1.1.1
R2	1.1.1.2
R3	1.1.1.3
R4	1.1.1.4
R5	1.1.1.5

Tabla IV III.- Router id

Añadimos todas las redes que estén conectados directamente a nuestro router, dando

clic en el botón de adición 

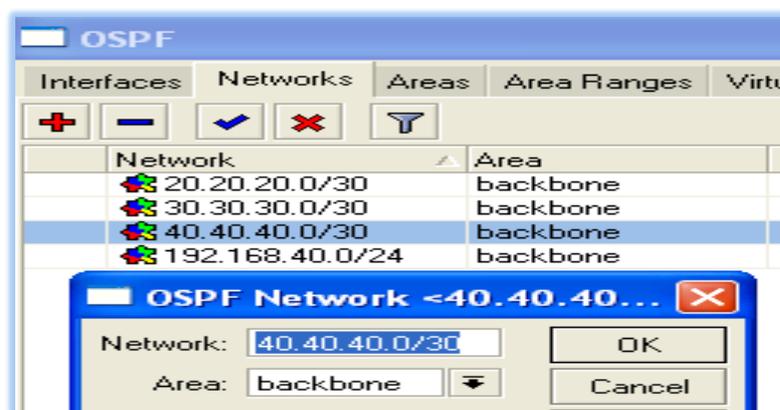


Figura IV 20.- Pestaña Network (Añadir Redes)

Seleccionamos el área con la que deseamos trabajar en este caso el área 0

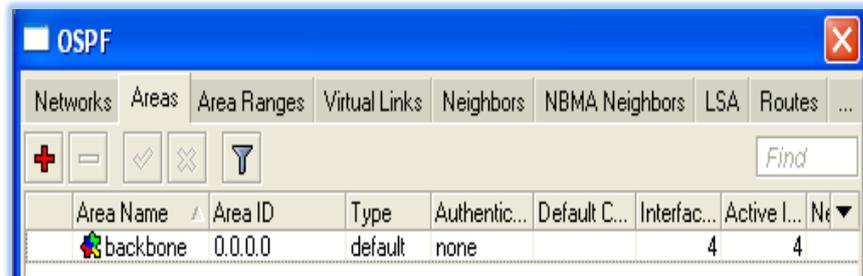


Figura IV 21.- Ventana para Área de Ospf

Para saber si hay comunicación la tabla de vecinos o neighbors debe contener por lo mínimo un router ID como se ve en la Figura IV.:

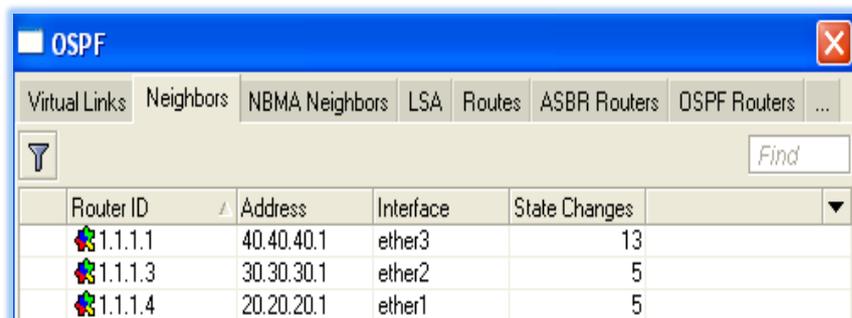


Figura IV 22.- Muestra los Neighbors para Ospf

4.8.2 Comandos:

Configuración de router con comandos para el protocolo OSPF

Router R1:

```
[admin@R1] routing ospf set distribute-default=as-never
```

```
set redistribute-connected=as-type-1
```

```
set redistribute-static=as-type-1
```

```
[admin@R1] routing ospf area add name=backbone area-id=0.0.0.0
```

```
[admin@R1] routing ospf network add network=40.40.40.0/30 area=backbone
```

```
[admin@R1] routing ospf network add network=192.168.20.0/24 area=backbone
```

Router R2:

```
[admin@R2] routing ospf set distribute-default=as-never  
set redistribute-connected=as-type-1  
set redistribute-static=as-type-1  
[admin@R2] routing ospf area add name=backbone area-id=0.0.0.0  
[admin@R2] routing ospf network add network=50.50.50.0/30 area=backbone  
[admin@R2] routing ospf network add network=192.168.10.0/24 area=backbone
```

Router R3:

```
[admin@R3] routing ospf set distribute-default=as-never  
set redistribute-connected=as-type-1  
set redistribute-static=as-type-1  
[admin@R3] routing ospf area add name=backbone area-id=0.0.0.0  
[admin@R3] routing ospf network add network=10.10.10.0/30 area=backbone  
[admin@R3] routing ospf network add network=50.50.50.0/30 area=backbone  
[admin@R3] routing ospf network add network=30.30.30.0/30 area=backbone
```

Router R4:

```
[admin@R4] routing ospf set distribute-default=as-never  
set redistribute-connected=as-type-1  
set redistribute-static=as-type-1  
[admin@R4] routing ospf area add name=backbone area-id=0.0.0.0  
[admin@R4] routing ospf network add network=10.10.10.0/30 area=backbone  
[admin@R4] routing ospf network add network=20.20.20.0/30 area=backbone  
[admin@R4] routing ospf network add network=192.168.30.0/24 area=backbone
```

Router R5:

```
[admin@R5] routing ospf set distribute-default=as-never  
  
set redistribute-connected=as-type-1  
  
set redistribute-static=as-type-1  
  
[admin@R5] routing ospf area add name=backbone area-id=0.0.0.0  
  
[admin@R5] routing ospf network add network=40.40.40.0/30 area=backbone  
  
[admin@R5] routing ospf network add network=20.20.20.0/30 area=backbone  
  
[admin@R5] routing ospf network add network=30.30.30.0/30 area=backbone  
  
[admin@R5] routing ospf network add network=192.168.40.0/24 area=backbone
```

4.9 Configuración MPLS

Para tener una configuración óptima de MPLS, anteriormente ya configuramos la red OSPF.

4.9.1 Interfaz gráfica

Para formar una red MPLS se necesitan puentes que comuniquen a cada uno de los router para ello debemos crear bridge en cada router, es decir etiquetas para su comunicación como se muestra en la **Figura IV.23**:

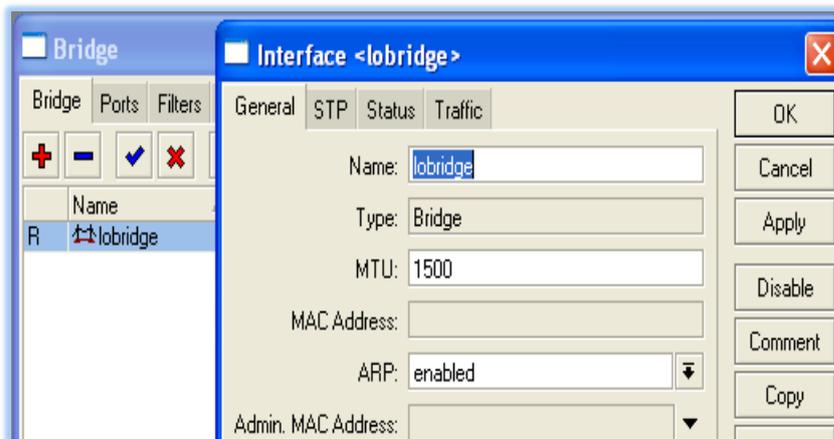


Figura IV 23.- Creación de Lobridge

Posteriormente agregamos una dirección ip que es nuestra etiqueta del tipo bridge como interface que creamos (Ver Figura IV.24).

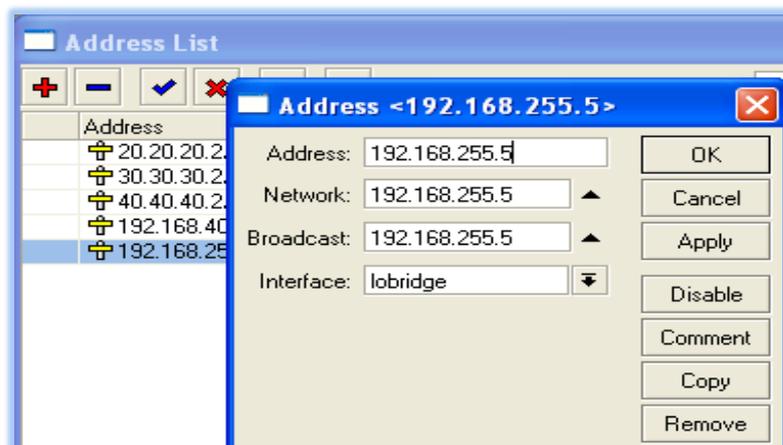


Figura IV 24.- Etiqueta tipo Bridge

Asignamos a cada etiqueta ID la dirección ip que creamos con interface bridge y su dirección de transporte. Finalmente las Ethernet que están dentro del router a configurar

Así se muestra en la **Figura IV.25**.

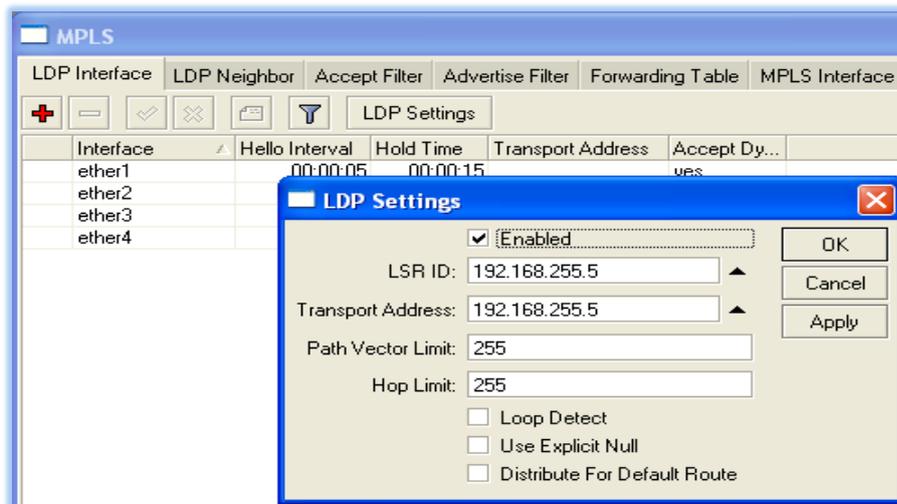


Figura IV 25. - Pestaña LDP Settings

4.9.2 Comandos:

Router R1:

```
[admin@R1]>interface bridge add name=lobridge
```

```
[admin@R1]>ipaddress add address=192.168.255.1/32 interface lobridge
```

```
[admin@R1]>mpls ldp set enabled=yes lsr-id=192.168.255.1 transport-  
address=192.168.255.1/32
```

```
[admin@R1]>mpls ldp interface add interface=ether1
```

```
[admin@R1]>mpls ldp interface add interface=ether2
```

Router R2:

```
[admin@R2]>interface bridge add name=lobridge
```

```
[admin@R2]>ipaddress add address=192.168.255.2/32 interface lobridge
```

```
[admin@R2]>mplsldp set enabled=yes lsr-id=192.168.255.2 transport-  
address=192.168.255.2/32
```

```
[admin@R2]>mpls ldp interface add interface=ether1
```

```
[admin@R2]>mpls ldp interface add interface=ether2
```

Router R3:

```
[admin@R3]>interface bridge add name=lobridge
```

```
[admin@R3]>ipaddress add address=192.168.255.1/32 interface lobridge
```

```
[admin@R3]>mplsldp set enabled=yes lsr-id=192.168.255.3 transport-  
address=192.168.255.3/32
```

```
[admin@R3]>mplsldpinterface add interface=ether1
```

```
[admin@R3]>mplsldpinterface add interface=ether2
```

```
[admin@R3]>mplsldpinterface add interface=ether3
```

Router R4:

```
[admin@R4]>interface bridge add name=lobridge
```

```
[admin@R4]>ipaddress add address=192.168.255.4/32 interface lobridge
```

```
[admin@R4]>mplsldp set enabled=yes lsr-id=192.168.255.4 transport-  
address=192.168.255.4/32
```

```
[admin@R4]>mplsldpinterface add interface=ether1
```

```
[admin@R4]>mplsldpinterface add interface=ether2
```

```
[admin@R4]>mplsldpinterface add interface=ether3
```

Router R5:

```
[admin@R5]>interface bridge add name=lobridge
```

```
[admin@R5]>ipaddress add address=192.168.255.5/32 interface lobridge
```

```
[admin@R5]>mplsldp set enabled=yes lsr-id=192.168.255.5 transport-  
address=192.168.255.5/32
```

```
[admin@R5]>mplsldpinterface add interface=ether1
```

```
[admin@R5]>mplsldpinterface add interface=ether2
```

```
[admin@R5]>mplsldp interface add interface=ether3
```

```
[admin@R5]>mplsldpinterface add interface=ether4
```

4.10 Instalación de Centos 5.5 para servidor Voz Ip

Procedemos a hacer una instalación mínima en red (netinstall), mediante la cual únicamente necesitamos descargar una imagen del CD de instalación de menos de 9MB.

Lo primero que tenemos que hacer es descargar la imagen .iso y grabarla a un CD o dispositivo USB, el link de descarga es:

<http://ftp.cica.es/CentOS/5.5/isos/i386/CentOS-5.5-i386-netinstall.iso>

Una vez descargada la distribución procederemos a su instalación, introduce el CD 1 ó DVD y arranque su ordenador aparecerá la pantalla que se muestra en la **Figura IV.26**

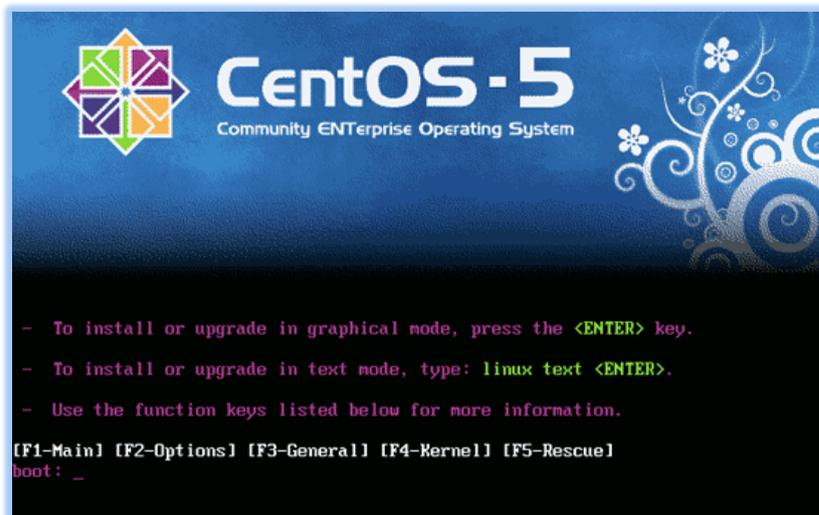


Figura IV 26.- Instalación de Centos 5.5

Tenemos dos opciones para la instalación:

- En modo gráfico (solo hay que pulsar **ENTER**)

- En modo texto (pulsar **LINUX TEXT** y **ENTER**)

A continuación veremos la instalación en forma gráfica.

Ahora se comprueba que la tarjeta gráfica sea compatible véase en la **Figura IV.27**



Figura IV 27.- Pantalla de ingreso de CD

Una vez comprobada la compatibilidad aparecerá la pantalla inicial de la instalación así se muestra la **Figura IV.28**



Figura IV 28.- Pantalla de inicio

Pulsamos en **NEXT** para seleccionar el idioma de la instalación



Figura IV 29.- Idioma de instalación

Y seleccionamos el idioma de nuestro teclado y pulsamos **NEXT** (Véase en la **Figura IV.29**).Tras esto no aparecerá un aviso en el que nos comunica que todos los datos del disco duro serán eliminados, como queremos efectuar una instalación limpia confirmamos **SI**.

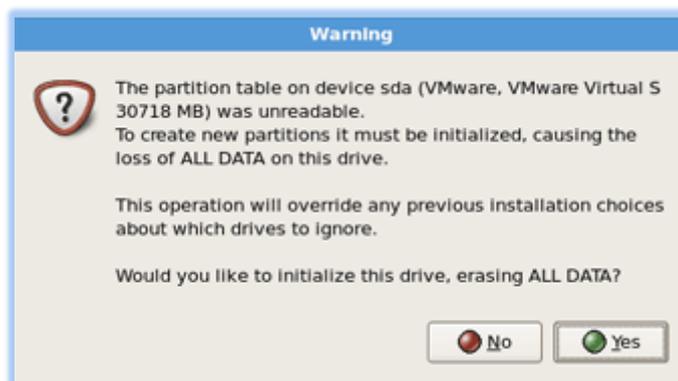


Figura IV 30.- Mensaje de participación

Ahora debemos seleccionar el tipo de partición para nuestra instalación. Para una instalación más simple seleccionamos "Eliminar todas las particiones Linux del disco

seleccionado y crear una por defecto". El programa se encargara de realizar automáticamente las particiones. No obstante si eres un experto puedes configurar la partición en base a tus necesidades de forma manual tal como se indica en la **Figura IV.31**



Figura IV 31.- Tipo de partición

No saldrá un nuevo aviso informándonos que se va a eliminar todas las particiones y los datos dentro del disco duro serán borrados. Confirmamos pulsando **Si**. Ahora llegamos al apartado para configurar la red. Por defecto la configuración esta DHCP, de momento la dejaremos así, más adelante comentaremos como modificar esto y optar por una configuración con una IP estática. Seleccionamos nuestra zona horaria tal cual se muestra en la **Figura IV.32**

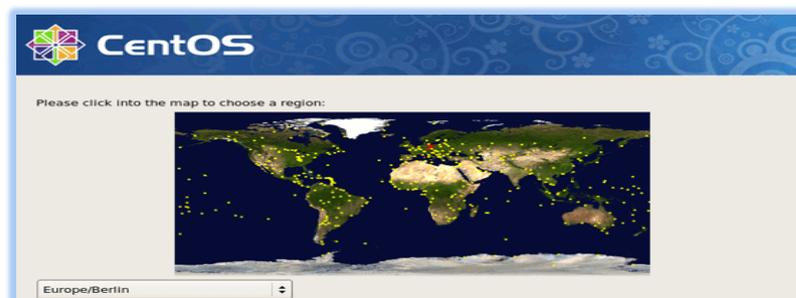


Figura IV 32.- Selección de zona horaria

Ha llegado el momento de introducir una contraseña que luego utilizaremos para acceder al sistema. Te recomendamos utilizar una contraseña fuerte ya que con ella se podrá tener acceso completo a nuestro servidor.



Figura IV 33.- Contraseña para Centos

Ahora selecciona el paquete de instalación **SERVER**, así nos permitirá instalar todos los programas necesarios para que nuestro servidor funcione perfectamente. Realizada la comprobación y para empezar la instalación pulsamos **NEXT**. Comienza la instalación (Ver Figura IV.34)



Figura IV 34.- Inicio de instalación

La instalación tarda varios minutos en función a la memoria y el procesador de nuestro ordenador. En definitiva la instalación ha acabado, no olvides retirar los CD ó DVD y pulsa **REBOOT** para reiniciar el sistema



Figura IV 35.- Instalación Completa de Centos 5.5

Una vez reiniciado el sistema nos aparecerá esta pantalla en la que tenemos que seleccionar. Solo te queda reiniciar el sistema con el comando **reboot**. Ya tienes instalado el sistema operativo Centos 5.5 en tu servidor y solo te queda configurarlo. Finalmente ingresamos el usuario: root y la clave debida.

4.11 Instalación de asterisk1.4.22

Descarga y Compilación de Asterisk

1. Creamos y accedemos a una carpeta donde vamos a guardar el software necesario para instalar y configurar Asterisk

Mkdirasterisk

Cdasterisk

Y ejecutamos las instrucciones de descarga de la última versión de los paquetes.

```
wget http://downloads.digium.com/pub/zaptel/zaptel-1.4-current.tar.gz
```

```
wget http://downloads.digium.com/pub/libpri/libpri-1.4-current.tar.gz
```

```
wget http://downloads.digium.com/pub/asterisk/asterisk-1.4-current.tar.gz
```

```
wget http://downloads.digium.com/pub/asterisk/asterisk-addons-1.4-current.tar.gz
```

2. Ahora desempaquetamos y descomprimos cada uno de los archivos que hemos descargado, para ello nos ubicamos en /usr/src/

```
cd /usr/src/asterisk
```

```
tar -vxzf zaptel-current.tar.gz
```

```
tar -vxzf libpri-current.tar.gz
```

```
tar -vxzf asterisk-current.tar.gz
```

```
tar -vxzf asterisk-addons-current.tar.gz
```

3. Instalar zaptel

```
cd ../zaptel-1.4.2.1
```

ejecutar:

```
./configure
```

```
make clean
```

```
make install
```

```
makeconfig
```

4. Instalar libpri

cd libpri-1.4.0 y ejecutar:

make

makeinstall

5. Instalar asterisk-addons-1.4

cd asterisk-1.4.26.1/ cd asterisk-1.4.26.1/

y ejecutar:

./configure

make menu select

Make

Makeinstall

6. Instalar asterisk

cd asterisk-1.4.26.1/ cd asterisk-1.4.26.1/

y ejecutar:

./configure

makemenuselect

make

make install

De esta manera podemos verificar que está correctamente instalado cada uno de los componentes para que la central telefónica ip funcione de acorde lo establecido

anteriormente, hay que destacar que se procede a configura los respectivos archivos de configuración.

4.12 Configuración de Servidor de voz ip

El protocolo SIP es actualmente uno de los protocolos VoIP más extendidos. En esta sección crearemos dos cuentas de usuario taque utilicen el protocolo SIP para comunicarse. El proceso es relativamente sencillo y abarca la creación y definición de las características del canal SIP (archivo sip.conf), es decir la cuenta en sí, así como la definición de las reglas de marcado para cada cuenta (archivo extensions.conf).

El caso que exponemos aquí es el más sencillo. Al final de esta sección comprobaremos la configuración mediante el establecimiento de llamadas entre nuestros clientes.

4.12.1 Edición del archivo sip.conf

En este archivo configuraremos las características más básicas de nuestras extensiones SIP. Para la edición de archivos de texto plano en sistemas Unix/Linux el lector puede hacer uso del editor de su preferencia; *vi*, *pico*, *nano*, etc.

[3001]

```
type=friend
secret=3001
context=local-sip
callerid=" YadiraGuanga" <3001>
host=dynamic
nat=no
```

disallow=all

allow=ulaw

allow=alaw

allow=gsm

[3002]

type=friend

secret=3002

context=local-sip

callerid=" Yolanda Leon " <3002>

host=dynamic

nat=no

disallow=all

allow=ulaw

allow=alaw

allow=gsm

La información importante es el nombre o número de la extensión, encerrada entre corchetes, el tipo de cuenta (friend|user|peer), la contraseña del usuario, el contexto (grupo de extensiones) al que pertenecerá esta cuenta, la etiqueta para identificación del llamante y los códecs que soportará la extensión.

Nota. En caso de no existir los archivos **sip.conf** y **extensions.conf**. Crear un par de archivos con estos nombres. En caso de que si existan y contengan una muestra se hace un respaldo.

4.12.2 Edición del archivo extensions.conf

Este archivo es de suma importancia pues en él se define el plan de marcado de nuestro IP-PBX. Cada extensión o grupo de extensiones tienen reglas bien definidas sobre cómo debe actuar el sistema en cuanto esa extensión o extensiones sean marcadas. Las reglas (sentencias) se ordenan de forma secuencial mediante un número de prioridad y en ese mismo orden serán ejecutadas.

[local-sip]

```
exten => 3001,1,Dial(SIP/3001,10,tTr)
```

```
exten => 3001,2,Hangup()
```

```
exten => 3002,1,Dial(SIP/3002,10,tT)
```

```
exten => 3002,2,Hangup()
```

4.13 Instalación de X-lite Versión 3.0.

Iniciamos con el instalador de X-Lite, clic en Next (**Ver en la figura IV.36**) para usar la instalación predeterminada.

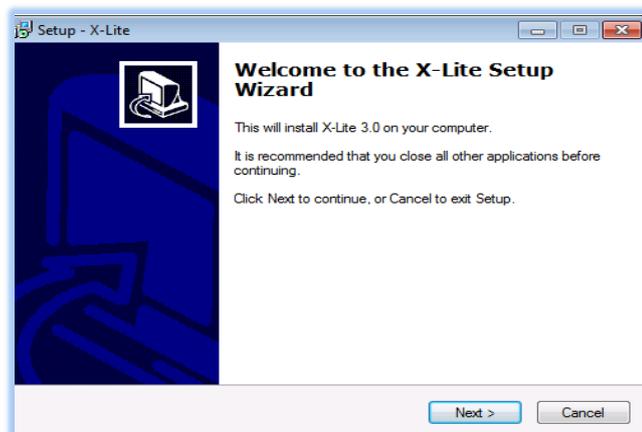


Figura IV 36.- Pantalla inicial de instalación de X-Lite

Aceptamos el acuerdo de instalación para continuar con el proceso.

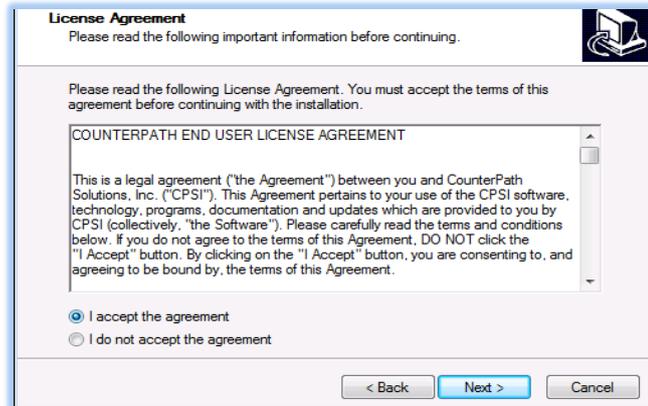


Figura IV 37.- Aceptar los términos de Licencia

Al terminar la instalación nos aparecerá la pantalla que se muestra en la **Figura IV.38**

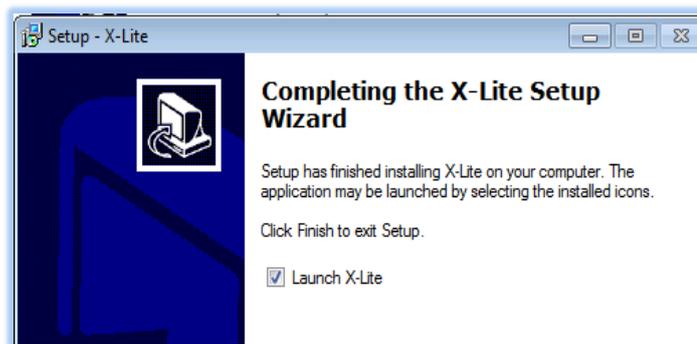


Figura IV 38.- Pantalla Finalización de la Instalación

Y tendremos disponible el softphone para su configuración.



Figura IV 39.- Softphone Instalado

4.13.1 Configuración del Softphone X-Lite

El primer paso, después de haber instalado el softphone es crear una cuenta (SIP account settings), así se muestra en la **Figura IV.40**

- Damos clic en la opción SIP account-settings



Figura IV 40.- Creación de Cuenta SIP

- Una vez que demos click en el botón Agregar (Add), nos aparecerá una ventana (**Figura IV.41**) como la siguiente.

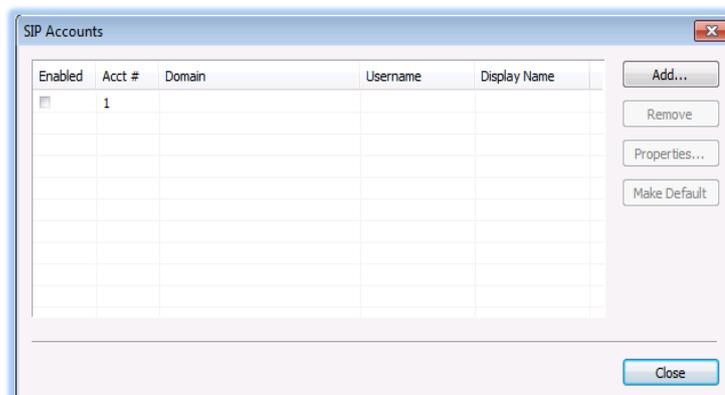
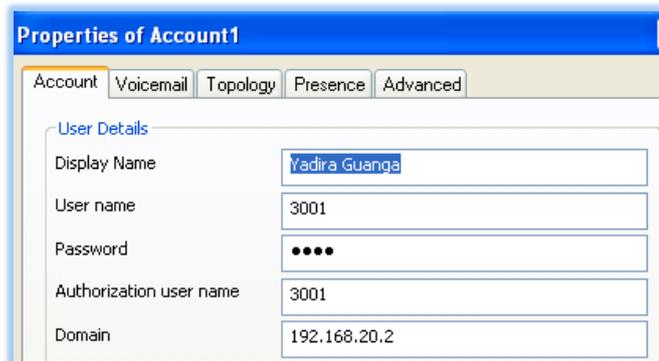


Figura IV 41.- Sip Accounts

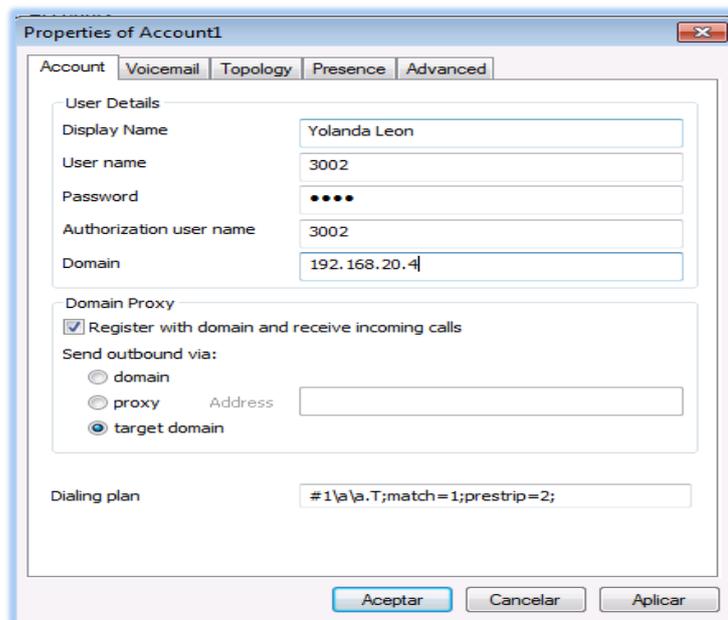
- Ingresamos datos de las cuentas:



The screenshot shows a window titled "Properties of Account1" with several tabs: "Account", "Voicemail", "Topology", "Presence", and "Advanced". The "Account" tab is selected. Under the "User Details" section, there are five input fields: "Display Name" containing "Yadira Guanga", "User name" containing "3001", "Password" with four dots, "Authorization user name" containing "3001", and "Domain" containing "192.168.20.2".

Figura IV 42.- Campos para crear la cuenta Sip

En ella ingresaremos los datos de la cuenta. Como puede apreciarse en la **Figura IV.43**, los datos necesarios son muy similares a aquellos que nos sirven para registrar una cuenta de correo electrónico. De particular importancia es el campo Domain pues en él se debe escribir el dominio o dirección IP de nuestro servidor o proxy SIP. Una vez hecho lo anterior y aplicados los cambios (click en botón Aplicar), el cliente X-Lite deberá registrarse exitosamente.



The screenshot shows the same "Properties of Account1" window, but with the "Advanced" tab selected. The "User Details" section is identical to the previous figure. The "Domain Proxy" section is now visible and has a checked checkbox for "Register with domain and receive incoming calls". Below this, there are radio buttons for "domain", "proxy", and "target domain", with "target domain" selected. An "Address" field is next to the "proxy" option. At the bottom, there is a "Dialing plan" field containing the text "#1|a|a.T;match=1;prestrip=2;". At the very bottom of the window are three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Aplicar".

Figura IV 43.- Creación Exitosa

4.14 Instalación de Xampp

Para la configuración de servidor ftp instalamos el Xampp

Primero ejecutamos el programa descargado que por norma general se llamará xampp-win32-x.x.x (donde las x son la versión por ejemplo xampp-win32-1.7.3). Es muy sencillo de instalar, pues tan sólo hemos de seleccionar el directorio donde se instalará nuestro Xampp. Por defecto viene para instalarse en “C:\”.

Nosotros podemos cambiar dicha dirección pero tenemos que tener en cuenta que no puede estar albergado en una carpeta cuyo nombre contenga espacios, es decir, no lo instaléis en la carpeta “C:\Archivos de Programa” por ejemplo, puesto que puede daros conflictos con Apache. Es mejor dejarlo por defecto o si tenemos una partición vacía o con suficiente espacio para albergar Xampp lo pongamos en la raíz de dicha partición, así nos quedaría algo como “X:\xampp” por ejemplo, donde X es la unidad a instalar. De ese modo nos evitamos problemas.

Instalación Xampp en Windows Paso 1(**Figura IV.44**)

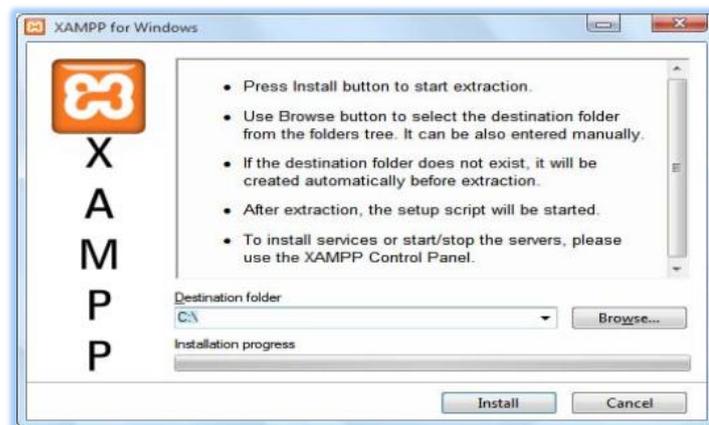


Figura IV 44.- Inicio de Instalación de Xampp

Instalación Xampp en Windows Paso 2:

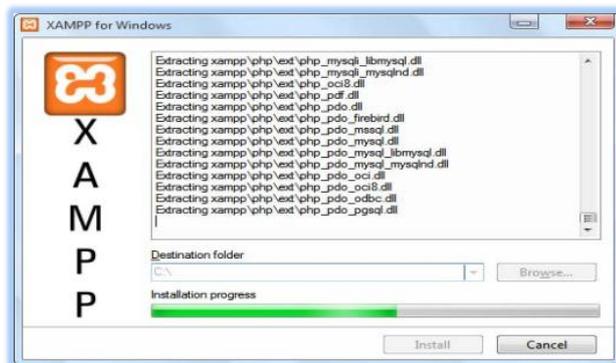


Figura IV 45.- Extracción de Paquetes

Perfecto, luego se nos abrirá una consola (**Figura IV.46**) y nos solicitará que tecleemos “y” o “n”, que son lo mismo que “yes” y “no”. Nos pide si se va a crear iconos de acceso directo en el escritorio y poco más. Poner la “y” en todas las opciones y de ese modo se instalará. Llegaremos a un punto en el que nos solicite un número que se ha de corresponder con el menú que aparece en la consola.

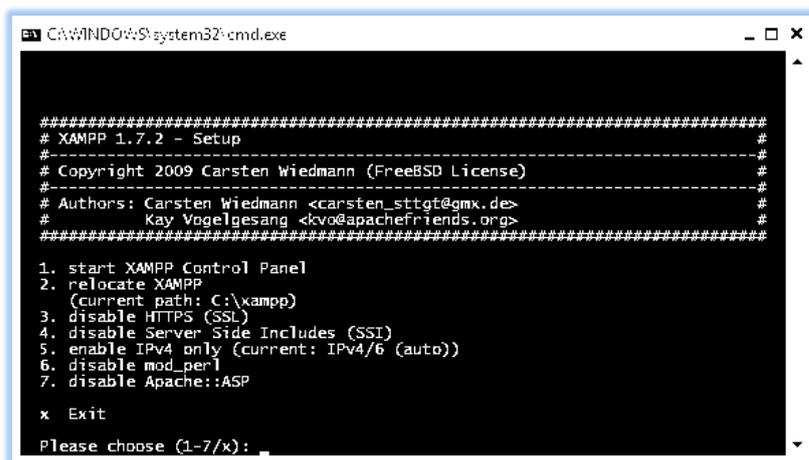


Figura IV 46.- Consola de Instalación

Si todo ha funcionado bien, podremos insertar un 1 en el prompt de nuestra consola y presionar la tecla “Entrar”. De ese modo se nos abrirá el panel de control de Xampp que ha de tener una apariencia como se observa en la **Figura IV.47**:

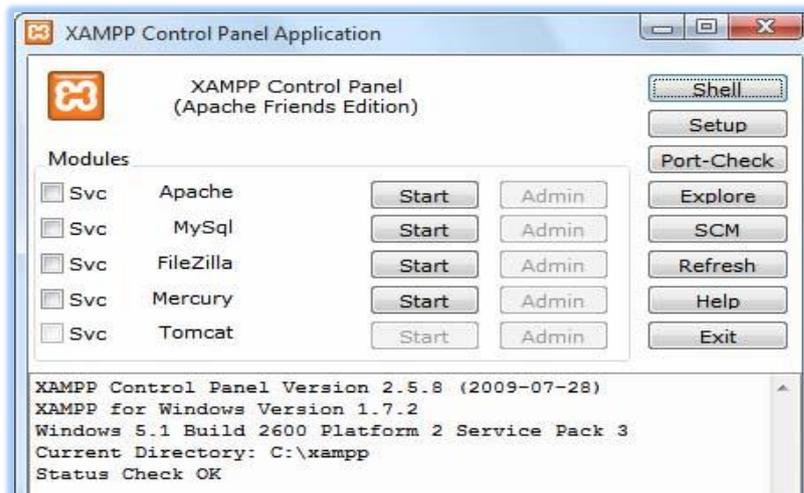


Figura IV 47.- Panel de Control Xampp

Ahora desde aquí, hacemos clic en el botón “Start” o “Iniciar” de Apache, MySQL y para FTP el servidor FileZilla.

4.15 Configuración de Servidor de ftp

Antes de ello colocamos una dirección ip con Gateway al router R1 como es 192.168.20.4. En la opción Admin de FileZilla, creamos un usuario con su respectiva contraseña de esa forma se muestra en la **Figura IV.48**

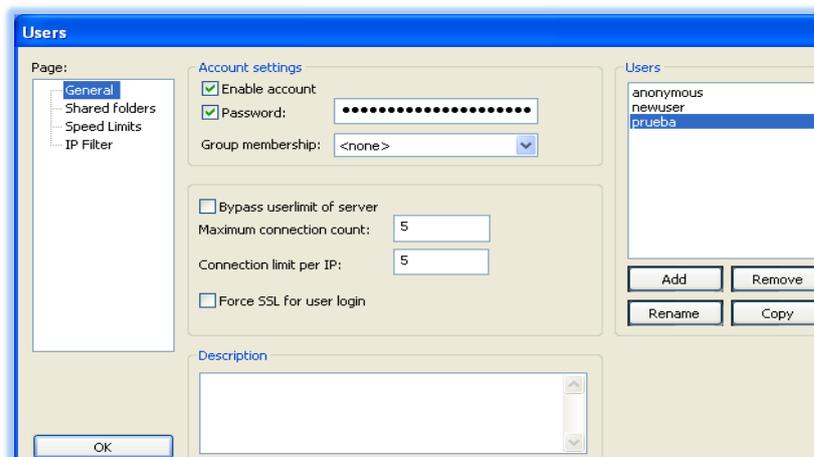


Figura IV 48.- Creación de usuario ftp

Creamos una carpeta para compartir archivos ya sea para subir o bajar mediante FTP, con todos los permisos para no tener problemas.

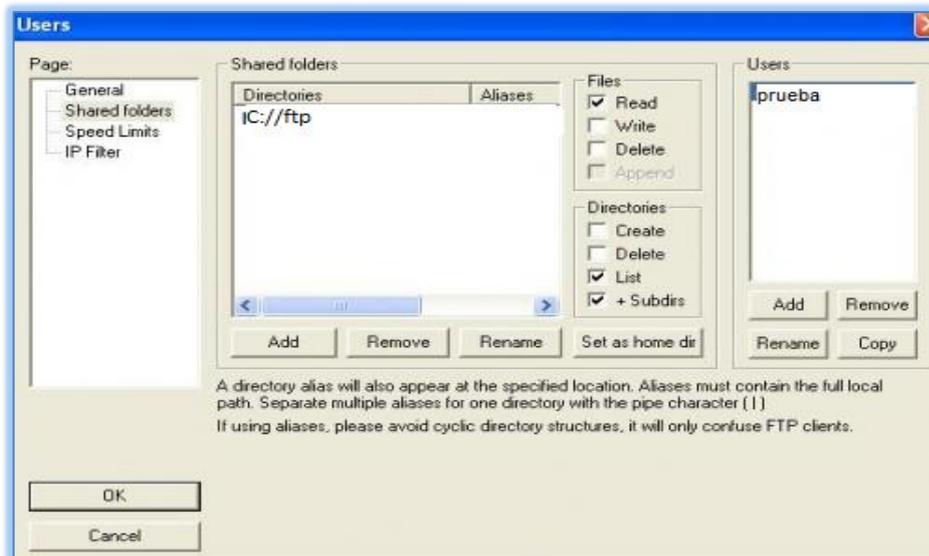


Figura IV 49.- Creación de carpeta compartida

4.15.1 Instalación de FileZilla

- Ejecutamos el instalador de FileZilla, damos clic en **I agree** aceptando el acuerdo de instalación como se muestra en **Figura IV.50**

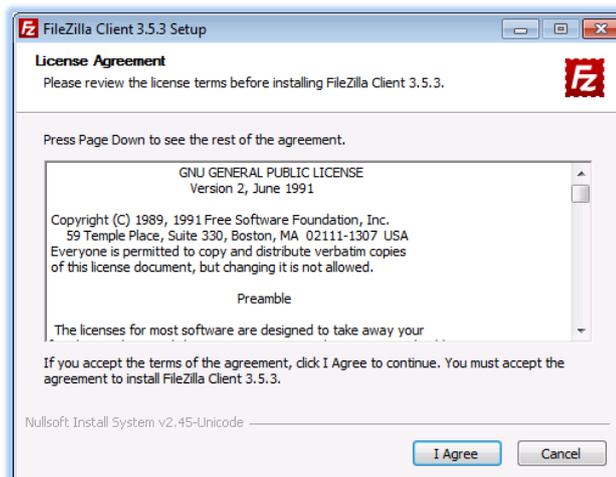


Figura IV 50.- Instalación de FileZilla

- Seleccionamos el nivel de instalación, ya sea para varios usuarios o solo para un usuario en especial.

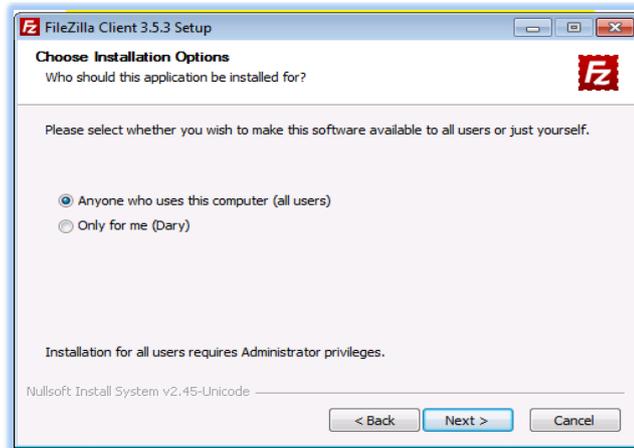


Figura IV 51.- Seleccionar el Nivel de Instalación

- El siguiente paso es habilitar el icono en el escritorio, y su respectivo lenguaje para cada archivo tal como se puede apreciar en la **Figura IV.52**

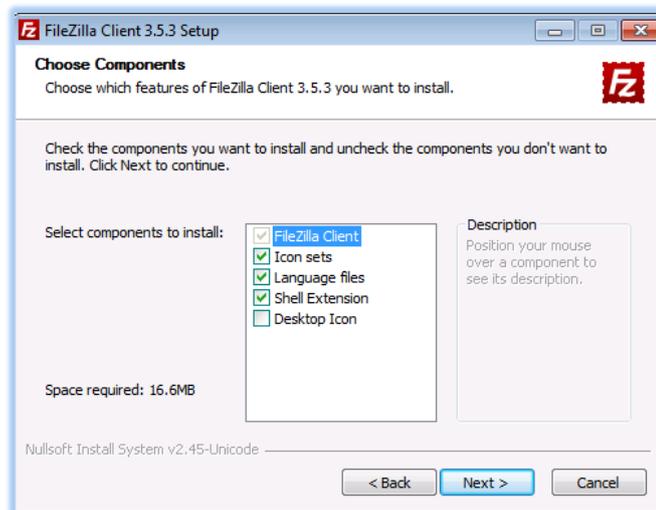


Figura IV 52.- Seleccionar los Componentes

- Seleccionamos una carpeta donde instalar y damos clic en next

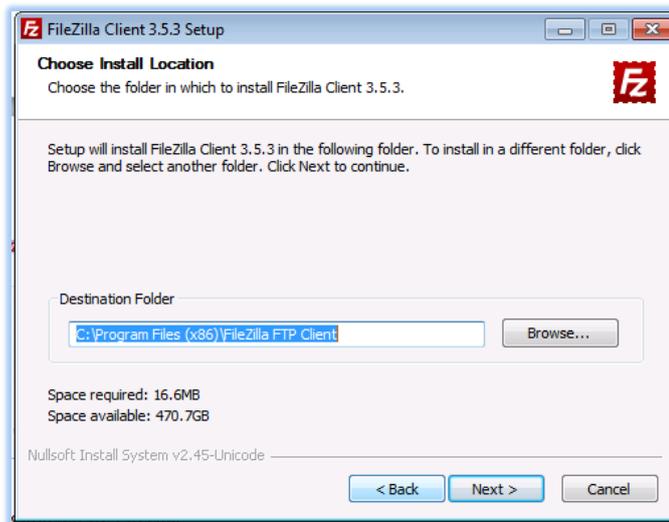


Figura IV 53.- Seleccionamos la Ubicación

- Finalmente esta lista para configurar FileZilla

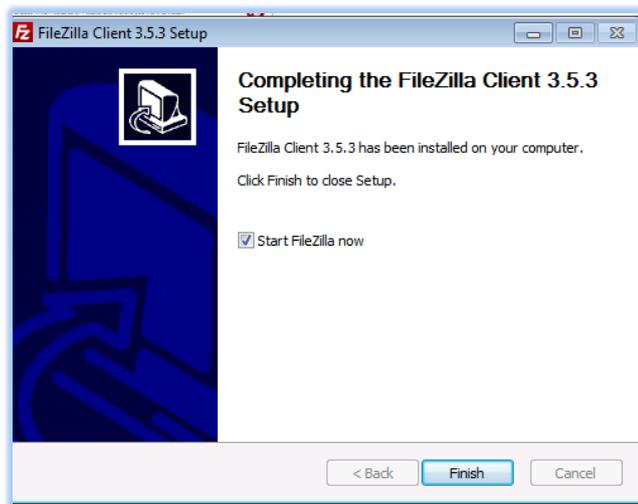


Figura IV 54.- Pantalla de Instalación Completa

4.15.2 Configuración de FileZilla

Pulsamos en Inicio, Todos los Programas, FileZilla FTP Client y allí seleccionamos el acceso directo FileZilla:

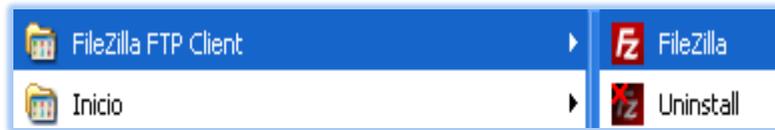


Figura IV 55.- FileZilla Cliente

Se nos inicia el programa.

4.15.2.1 Configuración de su cuenta

Antes de empezar a subir archivos debemos introducir una serie de datos para dejar la cuenta pre-configurada. Para ello vamos a Archivo, Gestor de sitios (**Ver Figura IV.56**):

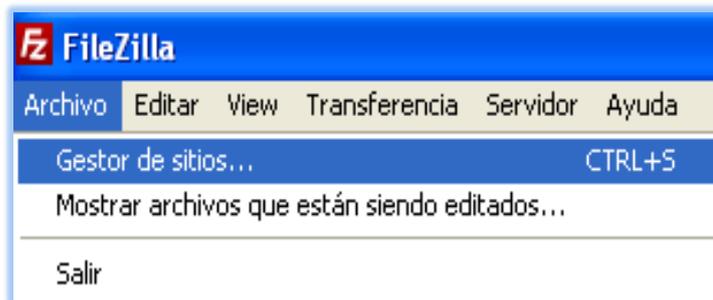


Figura IV 56.- Gestor de Sitios

En ella seleccionamos el botón que pone “Nuevo Sitio” y le ponemos el nombre que queramos para identificar nuestra cuenta:

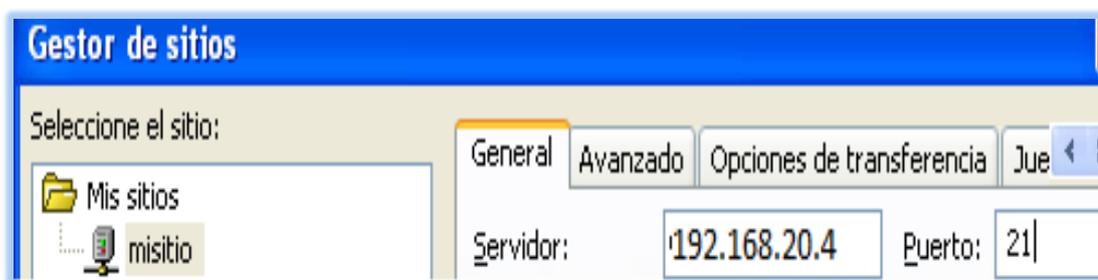


Figura IV 57.- Conexión con el servidor Ftp

En “Tipo de servidor” introducimos la dirección ip de nuestro servidor en este caso es 192.168.20.4, también nos pide el número de puerto que sería el 21.

Una vez que escribimos el nombre de usuario correctamente pulsamos en “Conectar” y listo (**Véase en la Figura IV.57**). Ya tenemos nuestro sitio Web configurado.

4.15.2.2 Conexión a su cuenta

Ahora vamos a conectar su equipo con el sitio Web. Para ello pulse Archivo, Gestor de sitios. En la pantalla que le aparece seleccione la cuenta que acaba de crear y pulse el botón conectar:

En el caso de que todos los datos que haya introducido sean correctos le aparecerá este mensaje:

Y podremos ver el contenido de nuestro ordenador (a la izquierda) así como la carpeta del servidor web en la que se encuentra ubicado nuestro sitio (a la derecha):

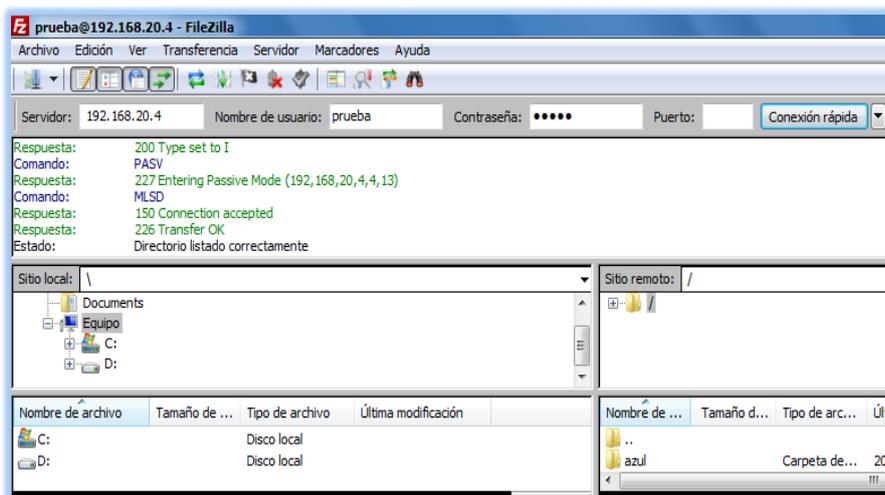


Figura IV 58.- Conexión Establecida con el Servidor Ftp

Si, por el contrario, hay algún error, nos notificará que la comunicación no ha concluido satisfactoriamente (**Figura IV.59**), por lo que tendrá que volver a introducir los datos:



Figura IV 59.- Mensaje de Error z

CONCLUSIONES

La red MPLS es una red privada que combina la flexibilidad, fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios, además ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia, gracias a esta ventaja, hemos podido montar Voz IP en este tipo de red y determinar códec de audio adecuado.

Para la investigación de esta tesis y formar la red mpls, se tuvo en cuenta a Mikrotik RouterOS, ya que nos permitió trabajar de forma libre gracias al crackeo realizado por motivo de ser un trabajo investigativo, ya que a pesar de estar basado en el kernel de Linux para trabajos comerciales se necesita una licencia para trabajar por niveles dependiendo de nuestras necesidades.

Al analizar códecs de audio es necesario tener una red con amplio tráfico, es por esto que hemos desarrollado un servidor ftp para subir y bajar archivos en el momento de probar la calidad de cada códec al realizar las llamadas de un usuario a otro a través del servidor asterisk.

Al evaluar los códecs de audio en base a parámetros de calidad de servicio como son bit rate, jitter, pérdida de paquetes y mos comprobamos que el códec G.711, ofrece evidentes ventajas en relación a los otros códecs para así establecer una comunicación fiable y clara en redes mpls sobre Mikrotik, con servidores, clientes Windows y Linux, formando así un sistema totalmente híbrido.

RECOMENDACIONES

Para trabajar de forma investigativa con routers, es recomendable utilizar el sistema operativo Mikrotik que gracias a sus características simula un dispositivo físico, sin necesidad de obtenerlos a costos elevados, ya que este se puede crackear y utilizarlo sin ningún problema.

Tener en cuenta que para la instalación de RouterOS se debe analizar la versión, ya que dependiendo de esto se usa un determinado mainboard, en nuestro caso la versión 3.20 solo se puede instalar en tecnología hasta dual core, y escogimos esta versión porque posee Mpls pues que versiones anteriores no soportan este servicio.

Antes de implementar la red Mpls se debe crear un enrutamiento adecuado y conocer el camino más corto para llegar al destino deseado y con ospf conseguimos esta ventaja, así progresivamente montar voz ip en este tipo de red sin ningún problema.

El escenario inicial se basa solo en la comunicación de routers físicos, pero por falta de adquisición de hardware se creó la opción de realizar con routers virtuales que cumplen la misma función, y para que la red tenga una completa comunicación debemos manejar bien los conceptos de virtualización y la herramienta en este caso VMware editor.

Para conocer valores de evaluación en este tipo de redes es recomendable usar el software My Speed Server que nos ayuda a darnos cuenta de la calidad de servicio que tenemos.

RESUMEN

Se analizó y evaluó códecs de audio para transmisión de voz ip en infraestructuras de redes mpls sobre Linux en la academia Cisco-Espoch.

Para el desarrollo de esta tesis se aplicó el método analítico, que nos permitió estudiar las características de los códec de audio existente; a través del método deductivo comprobamos la hipótesis que fue determinar el códec de audio más adecuado que provea calidad de servicio en la comunicación mediante un prototipo de pruebas, aplicando estadística descriptiva que basados en parámetros de evaluación como jitter(señal de ruido no deseada), quality(calidad de servicio), bit rate(número de bits transmitidos), mos(calidad de códec) obtuvimos valores a través del software My Speed y así calcular la aceptación de la hipótesis, obteniendo como resultado que el códec más adecuado es el G.711 ya que se obtuvo un valor de 4.4 en calidad de códec, y un 0.3ms en jitter después de realizada la comparación.

Para la implementación utilizamos cpus físicos y máquinas virtuales con el sistema operativo Mikrotik, formamos la red mpls, montamos voz ip y creamos tráfico con la subida y descarga de información como es ftp.

En conclusión el códec G.711 ofrece una comunicación fiable y clara en redes mpls ya que tienen una menor pérdida de calidad gracias a que no comprime al transmitir información.

Se recomienda verificar la tecnología de mainboard en los que se vaya a instalar mikrotik ya que van de acuerdo a la versión necesitada, al mismo tiempo para comprobar la calidad de voz ip utilizar el software My Speed Server.

SUMMARY

We analyzed and evaluated listening codecs (coder decoder of sounds) to transmit voice ip (internet protocol) net infrastructure about Linux in Cisco Academy at Espoch.

We applied the analytic method, which allowed studying the characteristics about listening codec (coder decoder of sounds), though the deductive method, checked the hypothesis to determine the most adequate to give a quality service in the community though different tests, applying descriptive statics based in evaluating parameters like jitter (undesirable sound signal), quality (service quality), bit rate (number of bits transmitted), mos (codec quality) we got figures though My speed software and in this way could calculate the acceptance hypothesis, getting as a result that the most adequate codec is G711 because of the 4.4 value in codec quality, and a 0.3ms in jitter after the done comparison.

For implementing we use physic cpus and virtual machines with the Mikrotic operative system, we form the mpls (multiprotocol label switching), we put ip (internet protocol) voice and create traffic bits with up and down information as ftp (file transfer protocol). To conclude the codec (coder decoder of sounds) G711 offers an adequate communication and clear communication with mpls (multiprotocol label switching) nets because it has a lower loss of quality, thanks it does not compact when the information is transmitted.

We suggest verifying the mainboard technology in which mickrotic has been installed, because they nrcessary version, at the same time check the voice quality ip (internet protocol) to use my speed software server.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASTERISK.-

Asterisk es una aplicación para controlar y gestionar comunicaciones de cualquier tipo, ya sean analógicas, digitales o VoIP mediante todos los protocolos VoIP que implementa, para desarrollar sistemas de comunicaciones profesionales de gran calidad, seguridad y versatilidad.

CÓDEC DE AUDIO.-

Conjunto de algoritmos que permiten codificar y decodificar los datos auditivos, lo cual significa reducir la cantidad de bits que ocupa el fichero de audio.

MPLS.-

Es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF, opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes.

LAN, Local Area Network.-

Una LAN es un grupo de computadoras y dispositivos asociados que comparten una misma línea de comunicación tanto alambicada como inalámbrica, también pueden compartir los recursos de un server generalmente en un área geográfica pequeña.

OPEN SHORTEST PATH FIRST.-

Es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP, que usa el algoritmo Dijkstra para calcular la ruta más corta posible. Usa costo como su medida de métrica.

SIP.-

Es un protocolo de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet. Fue desarrollado inicialmente en el grupo de trabajo IETF MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) y, a partir de Septiembre de 1999, pasó al grupo de trabajo IETF SIP.

Softphone.-

Soft es la abreviatura de Software, programas que corren en una computadora. Un softphone es simplemente un software para computadora que actúa como un teléfono. Estos son normalmente usados con parlantes y micrófonos, este software para funcionar se debe utilizar en conjunto con un proveedor de servicios VoIP.

VoIP, Voice Over Internet Protocol.-

VoIP es el acrónimo para Voice Over Internet Protocol. La palabra VoIP es utilizada para diferenciar llamadas que son realizadas a través de la telefonía convencional de llamadas que son realizadas y recibidas en internet. Las llamadas de VoIP utilizan un lenguaje llamado IP (internet protocol), entonces, VoIP simplemente significa transmitir una voz utilizando internet.

BIBLIOGRAFIA

1. **ANDREU, J.**, Servicios En Red., 2a ed., Madrid-España., Editex., 2004., Pp. 279-285.
2. **EVANS, J.**, Deploying Ip And Mpls Qos For Multiservice Networks: Theory And Practicen., 1a ed., New York-Estados Unidos., Rick Adams., 2007., Pp. 176-180.
3. **HERRERA PÉREZ, E.**, Tecnologías Y Redes De Transmisión De Datos., 1a ed., Bogotá-Colombia., Limusa., 2008., Pp. 75-80.
4. **HUIDOBRO, J Y ROLDÁN MARTINEZ D.**, Tecnología VoIP y Tecnología Ip: La Telefonía Por Internet., 2a ed., Madrid España., 2004., Pp. 39, 71, 103.
5. **GOMEZ LOPEZ, J.**, Voz Ip y Asterisk., 2a ed., Bogota-Colombia., Alfaomega., 2009., Pp. 348-365.

BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

6. TEORIA DE MIKROTIK ROUTEROS

<http://es.wikipedia.org/wiki/MikroTik>

2011-10-20

7. INSTALACIÓN DE MIKROTIK

<http://es.scribd.com/doc/46987575/CRACKEAR-MIKROTIK-3-2>

2011-12-18

8. CONFIGURACIÓN OSPF CON MIKROTIK

<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Routing/OSPF>

2012-02-15

9. CONFIGURACIÓN MPLS CON MIKROTIK

<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:MPLS>

2012-03-25

10. CONFIGURACION VOZ IP

http://www.taringa.net/posts/linux/4554992/Instalacion-de-Asterisk-1_6-desde-cero.html

2012-04-10

11. INSTALACION DE XLITE SOFTHPONE

http://www.cancilleria.gob.ni/xlite/Manual_Instalacion_X-Lite.pdf

2012-04-30

12. CONFIGURACION DE FTP

<http://filezilla-project.org/>

2012-05-10

13. INSTALACION DE CODECS EN LINUX

<http://jroliva.wordpress.com/2011/04/20/instalacion-de-codec-g729-free-para-asterisk-linux/>

2012-05-28

Anexos

Planificación Inicial

