



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO
DE UNA CENTRAL DE VIDEOTELEFONÍA IP (PROCOLO
INTERNET), BAJO UNA PLATAFORMA GNU/LINUX, PARA LA
ORGANIZACIÓN “MISIÓN LIEBENZELL DEL ECUADOR”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

MIGUEL ÁNGEL AGUAS TAYAN

Director: Ing. Omar Oña

Ibarra, Enero 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

II

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad	1002720421
Apellidos y Nombres	Aguas Tayan Miguel Ángel
Dirección	Rio Nagaritza 1-66 y Rio Quininde.
Email	aguasmiguel@hotmail.com
Teléfono Fijo	062951693
Teléfono Móvil	0993536731

DATOS DE LA OBRA	
Título	ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA CENTRAL DE VIDEOTELEFONÍA IP (PROTOCOLO INTERNET), BAJO UNA PLATAFORMA GNU/LINUX, PARA LA ORGANIZACIÓN "MISIÓN LIEBENZELL DEL ECUADOR"
Autor	Aguas Tayan Miguel Ángel
Fecha	2013/01/30
Programa	Pregrado
Título por el que se aspira	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Omar Oña

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Miguel Ángel Aguas Tayan, con cédula de identidad Nro. 1002720421, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Miguel Ángel Aguas Tayan**, con cédula de identidad Nro. 1002720421, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA CENTRAL DE VIDEOTELEFONÍA IP (PROCOLO INTERNET), BAJO UNA PLATAFORMA GNU/LINUX, PARA LA ORGANIZACIÓN “MISIÓN LIEBENZELL DEL ECUADOR”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Miguel Ángel Aguas Tayan

Cédula: 1002720421

Ibarra a los 30 días del mes de enero de 2013

DECLARACIÓN

Yo **MIGUEL ÁNGEL AGUAS TAYAN** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Del Norte, según lo establecido por las leyes de propiedad intelectual, reglamentos y normatividad vigente de la Universidad Técnica Del Norte.

Miguel Ángel Aguas Tayan

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el estudiante: **Miguel Ángel Aguas Tayan**, bajo mi supervisión.

Ing. Omar Oña

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar mi agradecimiento a Dios que ha estado cada momento de mi vida en las situaciones fáciles y difíciles.

A mi madre que has estado cada momento apoyándome de todas las maneras posibles.

A mi padre que me apoyo como más pudo durante todos mis estudios.

A mis buenos amigos Enrique y Mayra que me apoyaron en mis estudios universitarios.

A Raquelita que es parte esencial de mi vida gracias por su apoyo.

A los ingenieros, Carlos Vásquez, Jaime Michilema y Edgar Maya quienes con su acertada dirección ayudo hacer de este un muy buen trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas y poder terminar mi carrera.

Y a todos los que me conocen y me han apoyado de diversas maneras, gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y mis padres que han sido pilar fundamental para todos mis estudios, y gracias por su ayuda para poder terminar con éxito mi preparación académica. Estaré siempre agradecido.

TABLA DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Declaración.....	IV
Certificación.....	V
Agradecimientos.....	VI
Dedicatoria.....	VII
Tabla de contenidos.....	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE LOS DIFERENTES PROTOCOLOS Y SISTEMAS DE VOIP Y VIDEOTELEFONÍA BAJO LINUX.....	1
1.1. GENERALIDADES.....	2
1.2. TRANSMISIÓN DIGITAL.....	2
1.2.1. Modulación de pulsos.....	3
1.2.1.1. Modulación por Pulsos Codificados (PCM).....	4
1.2.2. Multiplexación por división de tiempo.....	7
1.3. REDES TELEFÓNICAS.....	9
1.3.1. Red telefónica pública conmutada.....	9
1.3.2. Redes conmutadas.....	10
1.3.2.1. Red conmutada de Circuitos.....	10
1.3.2.2. Red conmutada de paquetes.....	11
1.4. ARQUITECTURA DEL MODELO TCP/IP.....	12
1.4.1. Capa de acceso a la red.....	13
1.4.2. Capa de internet.....	14
1.4.2.1. Protocolo IP.....	14
1.4.2.1.1. Clases de IP.....	15
1.4.2.1.2. Tipos de Direcciones IP.....	16
1.4.2.1.3. La estructura de datagramas en IP (Frey, 2007).....	17
1.4.3. Capa de transporte.....	21
1.4.4. Capa de aplicación.....	21
1.5. VOZ SOBRE PROTOCOLO INTERNET (VOIP).....	22
1.5.1. Arquitectura de VoIP.....	24
1.5.1.1. Terminales.....	24
1.5.1.2. Gatekeepers.....	25
1.5.1.3. Gateways.....	25
1.5.1.4. MCU.....	26
1.5.2. Protocolos y estándares en VoIP.....	26
1.5.2.1. Protocolos de Señalización.....	26
1.5.2.1.1. H.323.....	27

1.5.2.1.2.	<i>SIP</i>	29
1.5.2.1.3.	<i>H.323 versus SIP</i>	31
1.5.2.1.4.	<i>IAX y IAX2</i>	32
1.5.2.2.	<i>Protocolos de Transporte</i>	33
1.5.2.2.1.	<i>RTP</i>	33
1.5.2.2.2.	<i>RTCP</i>	33
1.5.3.	Video sobre IP	34
1.5.3.1.	<i>Broadcast sobre IP</i>	34
1.5.4.	Parámetros de voz y video en IP	35
1.5.4.1.	<i>Códecs de Audio</i>	36
1.5.4.2.	<i>Códecs de Video</i>	39
1.5.4.3.	<i>Calidad de servicio (QoS)</i>	41
1.5.4.4.	<i>Trafico de Red</i>	42
1.5.4.5.	<i>Ancho de banda</i>	45
1.5.5.	Ventajas y desventajas de VoIP	47
1.5.5.1.	<i>Ventajas</i>	47
1.5.5.2.	<i>Desventajas</i>	48
1.5.6.	Teléfono y videoteléfono IP	49
1.5.7.	Softphones	50
1.6.	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA OPERATIVO GNU/LINUX	51
1.6.1.	Kernel de Linux	52
1.6.1.1.	<i>Kernel genérico vs kernel personalizado</i>	52
1.6.2.	Distribuciones de Linux	53
1.6.3.	Herramientas de administración de Linux	54
1.6.3.1.	<i>Asterisk</i>	54
1.6.3.1.1.	<i>Aplicaciones</i>	54
1.6.3.1.2.	<i>Módulos</i>	55
CAPÍTULO 2		57
2.	SITUACIÓN ACTUAL Y REQUERIMIENTOS A FUTURO DE LA ORGANIZACIÓN “MLE”	57
2.1.	GENERALIDADES	57
2.2.	LA ORGANIZACIÓN “MLE”	57
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN DE LA MLE	57
2.4.	REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE LA “MLE”	57
2.1.	GENERALIDADES	58
2.2.	LA ORGANIZACIÓN “MLE”	58
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN DE LA MLE	59
2.3.1.	Topología física	61
2.3.2.	Direccionamiento de la red LAN “MLE”	61
2.3.3.	Análisis de tráfico	62
2.3.4.	Análisis telefónico	66
2.3.4.1.	<i>Metodología de investigación</i>	66
2.3.4.1.1.	<i>Análisis de resultados de las encuestas</i>	67

2.4.	REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE LA “MLE”.	70
2.4.1.	Requerimientos actuales.	71
2.4.2.	Requerimientos a futuro.	72
CAPITULO 3		77
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIMAATEL.	77
3.1.	GENERALIDADES.	77
3.2.	PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO.	77
3.3.	DISEÑO DEL PROTOTIPO.	77
3.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.	77
3.5.	ADMINISTRACIÓN DE JITSY SOFTPHONE.	77
3.6.	ENSAMBLAJE DEL SERVIMAATEL.	77
3.7.	IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIMAATEL.	77
3.1.	GENERALIDADES.	78
3.2.	DISEÑO DEL PROTOTIPO.	78
3.2.1.	Software del Servimaat.	79
3.2.2.	Hardware del Servimaatel.	85
3.2.2.1.	<i>Dimensionamiento del prototipo.</i>	85
3.2.2.1.1.	<i>Módulo de QoS.</i>	96
3.2.2.2.	<i>Recomendación del fabricante de software.</i>	105
3.2.2.3.	<i>Dimensionamiento hardware del prototipo.</i>	107
3.3.	PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO.	114
3.4.	ENSAMBLAJE DEL SERVIMAAT.	115
3.5.	IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIMAAT.	119
3.6.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.	120
3.6.1.	Análisis de costos.	120
3.6.1.1.	<i>Costo del equipo.</i>	120
3.6.1.1.1.	<i>Análisis del costo referencial de los equipos.</i>	120
3.6.1.2.	<i>Costo de implementación.</i>	122
3.6.2.	Presupuesto referencial del proyecto.	123
CAPITULO 4		125
4.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL “SERVIMAATEL”.	125
4.1.	GENERALIDADES.	125
4.2.	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA CONFIGURACIÓN.	125
4.1.	GENERALIDADES.	126
4.2.	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA CONFIGURACIÓN.	126
4.2.1.	Fallo al reconocer tarjeta FXO.	126
4.2.1.1.	<i>Descripción del problema.</i>	126
4.2.1.2.	<i>Solución al problema.</i>	127
4.2.2.	Problemas con las interfaces de red.	127

4.2.2.1.	<i>Descripción del Problema.</i>	128
4.2.2.2.	<i>Solución(es) al problema.</i>	128
4.2.3.	Dirección IP duplicada.	129
4.2.3.1.	<i>Descripción del problema.</i>	129
4.2.3.2.	<i>Solución(es) al problema.</i>	130
4.2.4.	La tarjeta ZAP X100Pno reconoce el fin de llamada, y mantiene levantada la línea.	131
4.2.4.1.	<i>Descripción del problema.</i>	132
4.2.4.2.	<i>Solución(es) al problema.</i>	132
4.3.	PRUEBAS DE QoS.	133
CAPITULO 5		137
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	137
5.1.	GENERALIDADES.	137
5.2.	CONCLUSIONES.	137
5.1.	GENERALIDADES.	138
5.2.	CONCLUSIONES.	138
5.3.	RECOMENDACIONES.	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama en bloques simplificado de un sistema de transmisión PCM.....	4
Figura 2. Red telefónica de conmutación de circuitos.	9
Figura 3. Estructura jerárquica de una red PTSN	10
Figura 4. Representación de una red de conmutación de circuitos entre dos usuarios.	11
Figura 5. Red de conmutación de paquetes entre usuarios.....	12
Figura 6. Formato del datagrama del protocolo IPv4 (Frey, 2007).	18
Figura 7. División de los protocolos en señalización y multimedia.....	26
Figura 8. Etapas de una llamada telefónica IP, haciendo uso del protocolo H.323	28
Figura 9. Etapas de una llamada telefónica o de videotelefonía, usando el protocolo de señalización SIP	30
Figura 10. Esquemas y consumos en modos unicast y multicast.....	35
Figura 11. Esquema de prioridades básicas de servicio.	44
Figura 12. Encolado de servicio.	47
Figura 13. Edificación de la organización “MLE”, ubicada en la ciudad de Ibarra.....	58
Figura 14. Organigrama de la Misión Liebenzell del Ecuador.....	59
Figura 15. Descripción actual de las estaciones de trabajo de la organización “MLE”	60
Figura 16. Representación de la topología física de la red en la organización “MLE”	61
Figura 17. Reporte de jitter en la organización “MLE”	65
Figura 18. Resultado de las encuesta pregunta 1.	67
Figura 19. Resultado de las encuesta pregunta 2.	68
Figura 20. Resultado de las encuesta pregunta 3.	68
Figura 21. Resultado de las encuesta pregunta 4	69
Figura 22. Resultado de las encuesta pregunta 5.	70
Figura 23. Proyección estimada de crecimiento de los usuarios de la organización “MLE” hasta el año 2020.....	74
Figura 24. Diagrama en bloques del “SERVIMAATEL”	79
Figura 25. Modelo de tráfico Erlang B (3CX, 2010).	87
Figura 26. Cálculo de circuitos telefónicos (Terra, 2011)	90
Figura 27. Carga al utilizar el códec GSM (CISCO, 2008).	92
Figura 28. Paquete de voz (CISCO, 2008).	93
Figura 29. Paquete de video (CISCO, 2008).	93
Figura 30. Diagrama de la Eth0 y Eth1 para la implementación de QoS.	99
Figura 31. Creación de clases QoS.	100
Figura 32. Añadimiento de las clases QoS a las Eth0 y Eth1.....	101
Figura 33. Vinculación del tipo de tráfico.....	101
Figura 34. Implementación de regla para P2P.....	102
Figura 35. Clasificación del tráfico VoIP.	102
Figura 36. Clasificación del tráfico interactivo del QoS Shell.	103
Figura 37. Clasificación del protocolo TCP.....	103
Figura 38. Clasificación del protocolo FTP.....	104
Figura 39. Estadísticas de las clases creadas de QoS.	105
Figura 40. Dimensiones del prototipo Servimaatel.....	115
Figura 41. Servimaatel armado con todos sus componentes.....	116
Figura 42. Fuente de poder 110V / 210V CA.	116
Figura 43. Disco duro de 160GB que contiene el software del Servimaatel.....	117
Figura 44. Tarjeta Asterisk X100P con 1 puerto FXO, para una línea telefónica.....	117
Figura 45. Puerto de conexión para la red de datos y telefónica.	118
Figura 46. Interruptor de encendido y apagado.....	118
Figura 47. Servimaatel armado para su implementación.....	118
Figura 48. Servimaatel implementado en la organización “MLE”	119
Figura 49. Verificación para levantar interfaces de red.	128
Figura 50. Consola de Windows, y comandos para borrar el arpcache.	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de capas del modelo TCP/IP con respecto al modelo de capas de OSI.....	13
.....	13
Tabla 2. Clases IP con su respectivo formato, número de redes y rango de direcciones.....	16
Tabla 3. Comparación del protocolo H.323 – SIP (Korpi, 2005).....	32
Tabla 4. Resumen de los códecs de audio (3CX, 2010).	39
Tabla 5. Resumen de los códecs de video (3CX, 2010).....	41
Tabla 6. Resumen de características técnicas de Asterisk.....	56
Tabla 7. Características de los equipos de conectividad en la red.	61
Tabla 8. Los valores de ancho de banda, jitter, datagramas perdidos en la red de la organización “MLE” obtenidos por la herramienta iperf.	64
.....	64
Tabla 9. Valores de retardo, paquetes transmitidos, paquetes perdidos.	66
.....	66
Tabla 10. Número de usuarios de la organización “MLE”	73
.....	73
Tabla 11. Tasa de crecimiento porcentual anual de los usuarios de la organización “MLE”.	73
Tabla 12. Tasa de crecimiento anual de los usuarios aplicando 22.7% anual.....	74
.....	74
Tabla 13. Requisitos funcionales para selección de sistema operativo.	80
Tabla 14. Comparación de características técnicas entre Elastix y Trixbox.	82
Tabla 15. Consumo telefónico de minutos mensuales y diario dentro de la organización.	88
Tabla 16. Resumen del resultado de la encuesta realizada al personal de la organización.	88
Tabla 17. Tabla de número de usuarios, hora pico y total de circuitos.....	91
Tabla 18. Parámetros de Clases QoS para el SERVIMAATEL.....	98
Tabla 19. Recomendación del fabricante de software.....	106
Tabla 20. Pautas de requerimientos para la elección del sistema.....	106
Tabla 21. Cálculo de capacidad de disco duro.....	111
Tabla 22. Elección de memoria.....	112
Tabla 23. Hardware a utilizar para el diseño del “SERVIMAATEL”.	114
Tabla 24. Comparación de sistemas alternos de comunicación versus el Servimaatel.....	115
Tabla 25. Marcas de equipos reconocidos en el mercado local.....	121
Tabla 26. Tabla comparativa de precios de equipos de telefonía IP.	122
Tabla 27. Detalle de duración por cada actividad	123
Tabla 28. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.....	123
Tabla 29. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.....	124
Tabla 30. Comando para borrar el arpcache de Linux.	131
Tabla 31. Código para reconocimiento del Ecuador en la plataforma Trixbox.....	132

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de grado es estudiar, diseñar e implementar una central de videotelefonía con software libre, para la organización Misión Liebenzell del Ecuador, para suplir la necesidad de comunicación interna. Para lo cual se realiza el estudio de las principales características de transmisión digital, de las redes telefónicas, el modelo TCP/IP, Voz sobre IP y la videotelefonía, bajo el sistema operativo GNU/LINUX, y su herramienta de trabajo telefónico llamada Asterisk que es la base principal para el diseño y la posterior implementación de la central de telefonía y videotelefonía IP a un costo bajo en comparación de sistemas actuales de telefonía.

ABSTRACT

The main goal of this thesis is to study, design, and implement a video-phone system with free software for the Liebenzell Mission of Ecuador, to provide for the need for internal communication. For this reason, complete studies must first be made on the mayor characteristics of digital transmission, telephone networks, TCP/IP protocol, voice-over IP (VOIP), and video calling, low operating system GNU/LINUX, and the application for VOIP, called Asterisk, which will be the primary basis for the system design; with the purpose of the subsequent implementation and installation of the video-phone system at a low cost in comparison with many actual telephone systems.

CAPÍTULO 1



1. INTRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE LOS DIFERENTES PROTOCOLOS Y SISTEMAS DE VOIP Y VIDEOTELEFONÍA BAJO LINUX.

1.1. GENERALIDADES.

1.2. TRANSMISIÓN DIGITAL.

1.3. REDES TELEFÓNICAS.

1.4. ARQUITECTURA DEL MODELO TCP/IP.

1.5. VOZ SOBRE PROTOCOLO INTERNET (VoIP).

1.6. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA OPERATIVO GNU/LINUX.

1.1. Generalidades.

Los constantes progresos tecnológicos, especialmente en el campo de las redes de comunicación, obligan a mantenerse actualizado en cuanto a las diversas opciones que pueden satisfacer las necesidades de comunicación. Sin embargo, para enfocar la tecnología más reciente, es necesario realizar un estudio de los protocolos que intervienen en la telefonía IP.

En el presente capítulo se realiza el estudio de las principales características de transmisión digital, de las redes telefónicas, el modelo TCP/IP, Voz sobre IP y la videotelefonía, además se realiza una introducción al sistema operativo GNU/LINUX, y su herramienta de trabajo telefónico llamada Asterisk.

1.2. Transmisión digital.

La transmisión digital se define como la transmisión de pulsos digitales del emisor al receptor dentro de un sistema de comunicación. La información de origen hacia el destino, puede presentarse en forma de datos digitales o en señales analógicas, durante el proceso se convierten en datos digitales para su transmisión y posteriormente son convertidas nuevamente en señales analógicas para su recepción.

Se caracteriza por la inmunidad al ruido, frente a señales analógicas que son más susceptibles, adicionalmente el procesamiento y la multicanalización es superior para pulsos digitales que para señales analógicas, esto se debe a que la información digital puede guardarse fácilmente y la regeneración de señales

en un sistema digital la hace más resistente al ruido que en un sistema analógico. (Wayne, 2003)

Una ventaja que presenta un sistema de transmisión digital es contar con mecanismos de detección y corrección de errores, haciéndolo casi independiente de la distancia, pero la desventaja que tiene frente a una señal analógica es la demanda alta de ancho de banda y la sincronización que se necesita entre el transmisor y el receptor la cual es más compleja (Wayne, 2003).

1.2.1. Modulación de pulsos.

Es el proceso de conversión de una señal analógica a una señal digital para transmitirla en forma digital. En la Modulación de pulsos los cuatro métodos más importantes son: modulación de ancho de pulso, PWM¹, modulación de posición de pulso, PPM², modulación de amplitud de pulso, PAM³, y modulación por pulsos codificados PCM⁴ (Gordillo. & Domínguez, 2006). Además dentro de los métodos antes descritos, los más utilizados en una transmisión digital son PAM y PCM. En PAM la amplitud de un pulso de posición constante y duración constante varía de acuerdo a la amplitud de la señal analógica. Para PCM la señal analógica se muestrea y se convierte a un número binario serial para su transmisión, que varía de acuerdo a la amplitud de la señal analógica (Gordillo. & Domínguez, 2006).

¹ Pulse With Modulation

² Pulse Position Modulation

³ Pulse Amplitude Modulation

⁴ Pulse Coded Modulation

1.2.1.1. Modulación por Pulsos Codificados (PCM).

PCM permite la digitalización de señales analógicas y es la modulación que más se utiliza para el transporte de las comunicaciones de voz en telefonía. PCM es un sistema binario con pulsos de duración y amplitud fija, donde un pulso o ausencia de pulso, dentro de una ranura de tiempo, representa una condición de lógica 1 o de lógica 0, respectivamente (Gordillo. & Domínguez, 2006). El proceso de PCM y su funcionamiento consiste básicamente en tres pasos, el muestreo, la cuantificación y la codificación.

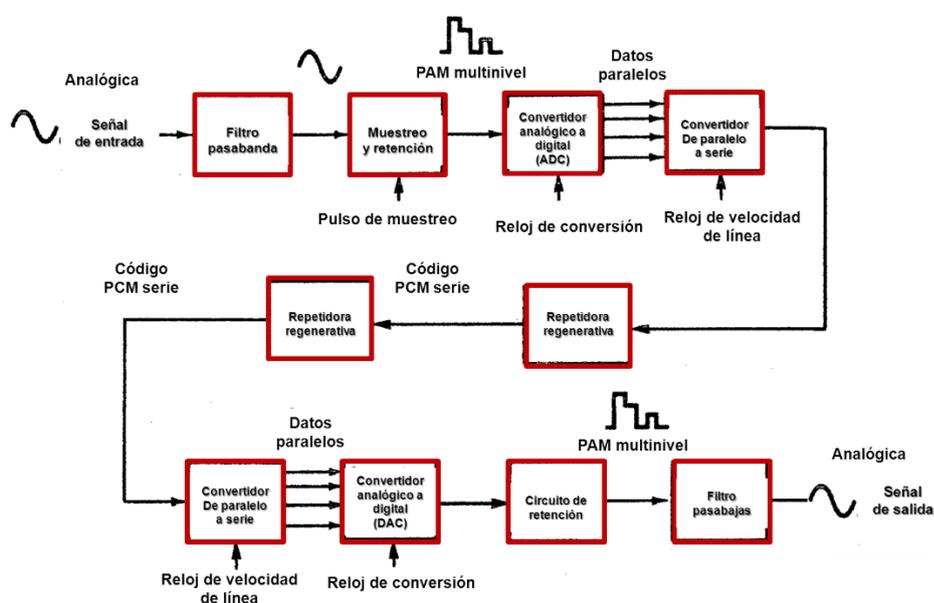


Figura 1. Diagrama en bloques simplificado de un sistema de transmisión PCM.

En la figura 1, se muestra un diagrama de bloques simplificado de un solo canal en un sistema PCM desde el emisor. El filtro pasa-banda limita la señal analógica de entrada a la proporción de la frecuencia de la banda de voz estándar, que es de 300 a 3000 Hz. Un circuito de muestreo y retención prueba la entrada analógica y la convierte en una señal PAM multinivel. Un codificador

o convertidor análogo-digital convierte las muestras PAM a un flujo de datos binarios seriales para su transmisión por un medio físico.

En el lado de la recepción se produce el proceso inverso, un convertidor digital-análogo convierte el flujo de los datos binarios seriales a una señal PAM multinivel. Un circuito de retención y un filtro pasa-bajos convierten la señal PAM en la señal analógica original.

Muestreo: Es el proceso que se efectúa en las señales analógicas con la intención de digitalizarlas, inicia con el teorema del muestreo. Según el teorema de Nyquist, para muestrear de forma correcta, es decir, para poder reconstruir la señal original, es necesario que el muestreo se realice un número de veces, al menos igual, al doble de la frecuencia máxima de la señal a muestrear. Además la frecuencia de muestreo (f_s) debe elegirse, como el doble del valor de la frecuencia máxima de la señal a muestrear, tomando la señal de voz de 3.400 Hz se obtiene un valor $f_s = 2 \times 3.400 = 6.800$ Hz, comercialmente se estandarizó en 8.000 Hz. El tiempo de muestreo (t_s) es el intervalo de tiempo que tarda el equipo en tomar las muestras de las (n) fuentes de información. $t_s = 1/f_s = 1/8000$ Hz = 125 microsegundos (Redondo, 2006).

$$f_s \geq 2f_a$$

Dónde:

- f_s : Mínima razón de muestreo de Nyquist.
- f_a : Frecuencia más alta que se debe muestrear.

Cuantificación: Es el proceso que, una vez realizado el muestreo, la señal puede tener un rango infinito de valores de amplitud. El proceso de cuantificación consiste en elegir un conjunto de valores discretos que permitan representar como una aproximación los valores de amplitud obtenidos por muestreo de la señal analógica. La cuantificación puede ser lineal o no lineal, siendo ésta última la más usada ya que es más eficiente, debido a que cada segmento de cuantización es representado por códigos binarios y al existir más códigos para amplitudes menores, incrementa la exactitud donde se necesita.

Codificación: Con la ayuda del proceso de muestreo y cuantificación, una señal análoga se convierte en un conjunto de valores numéricos que la representan. La codificación permite la conversión de los valores discretos, presentándolos en una señal más apropiada con un particular arreglo de símbolos. Con el código binario se puede representar simbólicamente cada elemento del conjunto de valores discretos que puede tomar una señal.

Compresión: Es el proceso de comprimir y después expandir. Con los sistemas de compresión, las señales de amplitud más alta se comprimen antes de su transmisión y después se expanden en la recepción. La compresión se aproxima a una función logarítmica. Hay dos métodos de compresión en uso y frecuentemente se llaman códigos log-PCM y son la Ley-u (en Estados Unidos y Japón) y la Ley-A (en Europa), estas leyes buscan mantener constante el error de cuantificación en todo el margen de variación de la señal. Los sistemas PCM actuales adoptan 256 niveles, para su representación son necesarios 8 impulsos.

Adicionalmente el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T: International Telecommunications Union – Telecommunication Standardization Sector) en la Recomendación G.711 especifica las leyes A y μ para cuantificación no uniforme. Los dos tipos de cuantificación poseen una escala logarítmica de valores de cuantificación, en segmentos de longitud no uniforme. La Ley A utiliza 13 segmentos y la Ley μ utiliza 15 segmentos.

1.2.2. Multiplexación por división de tiempo.

TDM se desarrolla por el uso de las técnicas de modulación PCM y debido a las necesidades de transmisión a largas distancias de señales de voz sobre los medios conductores, los cuales empezaban a saturarse. TDM resuelve el problema de la transmisión simultánea de varios canales sobre el mismo portador (cable, radioenlace, fibra óptica) en los sistemas digitales, como lo resolvió en su momento FDM en los sistemas analógicos y como lo hace la multiplexación por división de onda (WDM: Wavelength Division Multiplexing), en los sistemas fotónicos o de luz en la actualidad. Los principales métodos para realizar este proceso son la multiplexación de división de frecuencia (FDM: Frequency Division Multiplexing), la multiplexación por división de código (CDM: Coded Division Multiplexing), la multiplexación por división de longitud de onda (WDM: Wavelength Division Multiplexing) y la multiplexación por división de tiempo (TDM: Time Division Multiplexing). Además TDM Permite el uso compartido de los recursos de transmisión para diferentes fuentes de información en el tiempo. La primera de las fuentes de información hace uso del

canal por un lapso de tiempo fijo, enseguida la segunda de las fuentes hace uso del canal y así sucesivamente hasta que todas las fuentes usen y luego el proceso se vuelve a repetir.

Estándar T1 / E1: Los estándares T1 y E1 fueron diseñados en primera instancia para acomodar canales de voz sobre un medio compartido. El estándar T1 permite la multiplexación de 24 canales sobre el mismo medio y es usado en Japón y en los Estados Unidos. El estándar E1 (la E es de “Europa” y el “1” es de primer nivel o básico) fue creado en Europa, pero se ha expandido a todo el mundo. Los enlaces E1 permiten la multiplexación de 32 canales sobre el mismo medio físico. Cada 125 us (us: microsegundos), se recogen 8 bits de cada una de las 32 fuentes: $8 \times 32 = 256$ bits. Estos 256 bits forman en el tiempo, la trama E1, la cual contiene la información de los 32 canales sobre el mismo medio físico a la velocidad de 125 us o sea 8.000 tramas por segundo. El tiempo de transmisión por bit será de $125 \text{ us} / 256 = 0,4883 \text{ us}$ (Gordillo. & Domínguez, 2006).

Con la aparición de las redes de transmisión de datos, los estándares T1 y E1 siguen vigentes; ahora en lugar de hablar de 24 ó 32 canales de voz, se habla de 24 ó 32 canales de 64 Kbps, y se denominan enlaces, sistemas T1= 1,5 Mbps o E1= 2 Mbps.

1.3. Redes telefónicas.

Las primeras redes fueron las de voz conocida como las redes de conmutación de circuitos, el principio de funcionamiento es que se forma un circuito entre los dos extremos de la comunicación y los elementos que integran el circuito pasan conectados todo el tiempo que dura la conexión, en la figura 2, se puede observar una conmutación de circuito típica de telefonía de extremo a extremo (Soto, 2003).



Figura 2. Red telefónica de conmutación de circuitos.

1.3.1. Red telefónica pública conmutada.

La red PSTN (Public Switch Telephone Network), se conoce como la telefonía tradicional, se basa en una red jerárquica como se observa en la figura 3, es considerado como un conjunto de dispositivos físicos para facilitar el servicio de comunicación telefónica, esto permite la comunicación cuando los usuarios están a cierta distancia. Para tener un buen servicio, es necesario que el sistema telefónico tenga los medios y recursos adecuados para interconectar los aparatos telefónicos específicos al empezar una llamada, y desconectarlos una vez que termine la llamada. En el proceso de conexión y desconexión no se puede dejar de lado la conmutación, señalización y transmisión. La función de conmutación es identificar y conectar a los abonados a una trayectoria de

comunicación adecuada. La función de señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesitan para realizar la conmutación, la transmisión se encarga de transmitir el mensaje del abonado y de las señales de control por medio del canal (Haykc, 2006).

La red PSTN en sus inicios fue en gran parte analógica pero actualmente es una red mixta, por tanto está compuesta por circuitos analógicos y digitales.

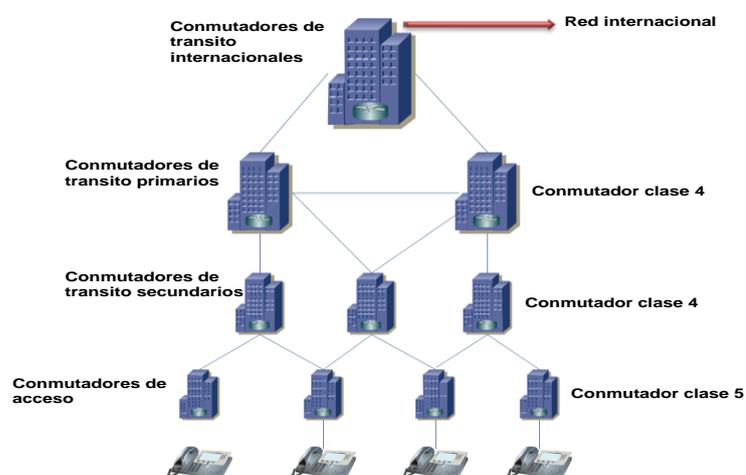


Figura 3. Estructura jerárquica de una red PSTN

1.3.2. Redes conmutadas.

Las redes conmutadas se dividen en redes de conmutación de circuitos, redes de conmutación de paquetes.

1.3.2.1. Red conmutada de Circuitos.

La red conmutada de circuitos establece un camino a través de los nodos de la red dedicada a la interconexión de dos estaciones. En cada enlace, se dedica un canal lógico por conexión. Los datos se transmiten tan rápido como sea posible, en cada nodo, los datos de entrada se encaminan por el canal

dedicado sin sufrir retardos, el resultado básicamente es el equivalente a conectar físicamente un par de cables de un extremo a otro como se muestra en la figura 4, (Haykc, 2006).

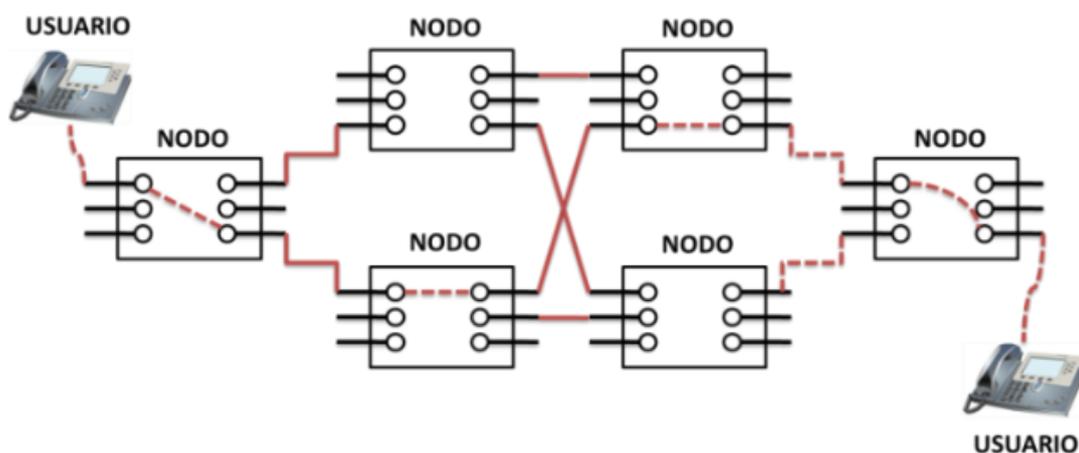


Figura 4. Representación de una red de conmutación de circuitos entre dos usuarios.

Las redes de circuitos son muy costosas debido a que necesitan un circuito dedicado para cada uno de los abonados. La conmutación de circuitos no se debe confundir con las redes analógicas, debido a que, en las redes de circuitos, se puede transmitir datos de manera digital y en las analógicas no es posible.

1.3.2.2. Red conmutada de paquetes.

La transmisión de datos es lo primordial hoy en día, las redes de conmutación de circuitos no son las adecuadas para la transmisión de datos, debido que sus líneas de transmisión regularmente están ocupadas, aun cuando no hay información que circule dentro de la red. La solución para dichos problemas son las redes conmutadas de paquetes, como su nombre lo indica, los datos se transmiten en paquetes; además, para la transmisión de grupos de

datos más grandes, el emisor divide los grupos de datos en pequeños paquetes y le adiciona una serie de bits de control, en cada uno de los nodos intermedios los paquetes se reciben y se almacenan durante un cierto tiempo y vuelven a transmitirse hasta llegar al lugar de destino; en la figura 5, se representa una red de paquetes con diferentes nodos y una comunicación entre dos usuarios (Comer, 1996). Las redes de paquetes tienen la ventaja de optimizar recursos, debido a que pueden utilizar el mismo medio para enviar varios paquetes.



Figura 5. Red de conmutación de paquetes entre usuarios.

1.4. Arquitectura del modelo TCP/IP.

Protocolo Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol), es el protocolo común utilizado por todos los computadores conectados a Internet, para que puedan comunicarse entre sí, además son dos protocolos de red distintos, técnicamente hablando. TCP e IP son comúnmente utilizados en conjunto, sin embargo, que el protocolo TCP/IP se ha convertido en norma de terminología para referirse a uno o ambos de los protocolos (Proaskis, 2004). El protocolo IP corresponde a la capa de red (Capa 3) del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos u Open Systems Interconnection), mientras que TCP corresponde a la capa de transporte (Capa 4) en el OSI. En otras palabras, el término TCP / IP se refiere

a las comunicaciones de red que se utiliza el transporte TCP para entregar los datos a través de redes IP. El promedio de las personas a través de Internet trabaja en un predominantemente entorno TCP/IP. Navegadores Web, por ejemplo, el uso de TCP/IP para comunicarse con los servidores Web, entre otros.

El modelo TCP/IP ha sido utilizado antes de que se estableciera el modelo OSI y desde entonces el modelo TCP/IP ha sido comparado con el modelo OSI, en la tabla 1, muestra las capas del protocolo TCP/IP, sus equivalentes del modelo OSI, y ejemplos de los protocolos disponibles en cada nivel en TCP/IP. Cada dispositivo de red involucrado en una transacción de comunicación ejecuta su propia implementación de pila de protocolos (Gaspera, 2011).

Tabla 1. Comparación de capas del modelo TCP/IP con respecto al modelo de capas de OSI.

OSI CAPA REFERENCIAL	CAPAS MODELO OSI	CAPAS MODELO TCP/IP	EJEMPLOS DEL PROTOCOLO TCP/IP
5,6,7	Aplicación, Sesión, Presentación.	Aplicación	NFS, NIS+, DNS, telnet, ftp, rlogin, rsh, rcp, RIP, RDISC, SNMP, y otros.
4	Transporte	Transporte	TCP, UDP
3	Red	Internet	IP, ARP, ICMP
2	Enlace de Datos		PPP, IEEE 802.2
1	Física	Capa de Acceso a la Red	Ethernet (IEEE 802.3) Token Ring, RS-232, otros.

1.4.1. Capa de acceso a la red.

En esta capa se especifica las características del hardware que se utilizarán para la red. Por ejemplo, se especifica las características físicas de los medios de comunicación, como de conectores, código de canales y modulación, potencias de señal, longitudes de onda, sincronización, tiempo de vida y

distancias máximas. La capa de enlace no consta en el modelo TCP/IP, sino que es el método utilizado para pasar paquetes desde la capa de Red sobre dos diferentes anfitriones (Black, 2000).

1.4.2. Capa de internet.

Esta capa, también conocida como la capa de red, acepta y transfiere paquetes para la red. Incluye el protocolo de Internet de gran alcance (IP), el Address Resolution Protocol (protocolo ARP), y el Internet Control Message Protocol (ICMP) (Stalling, 2003).

1.4.2.1. Protocolo IP.

El Protocolo de Internet (IP) es el método o protocolo por el cual se envían datos desde un ordenador a otro a través de Internet. Cada equipo (conocido como host) a través de Internet tiene al menos una dirección IP que lo identifica de todos los otros equipos en Internet.

Al enviar o recibir datos (por ejemplo, una nota por correo electrónico o una página Web), el mensaje se divide en pequeños tramos llamados paquetes. Cada uno de estos paquetes contiene la dirección de Internet del remitente y la dirección del receptor. Cualquier paquete que se envía primero a un equipo de puerta de enlace que comprende una pequeña parte de la Internet. El sistema pasarela lee la dirección de destino y envía el paquete a una puerta de enlace adyacente que a su vez, lee la dirección de destino y así sucesivamente a través de Internet hasta que un gateway reconoce el paquete

como perteneciente a un equipo dentro de su vecindad inmediata o de dominio. Esa puerta de entrada luego envía el paquete directamente a la computadora cuya dirección se especifica (QUINTANA, 2007).

Debido a que un mensaje está dividido en un número de paquetes, cada paquete puede, si es necesario, ser enviada por una ruta diferente a través de Internet. Los paquetes pueden llegar en un orden distinto al orden en que fueron enviados. Todo depende del protocolo TCP, para volver a ponerlos en el orden correcto.

IP es un protocolo sin conexión, lo que significa que no hay conexión permanente entre los puntos extremos que se están comunicando. Cada paquete que viaja a través de Internet se trata como una unidad independiente de los datos sin ningún tipo de relación con cualquier otra unidad de datos.

1.4.2.1.1. Clases de IP.

La dirección IP es una dirección de un ordenador o dispositivo en una red con IP o TCP/IP. Por ejemplo, el número "166.70.10.23" es un ejemplo de una dirección. Estas direcciones son similares a una de las direcciones utilizadas en una casa y es lo que permite que los datos puedan llegar al destino apropiado en una red (Frey, 2007). Hay cinco clases de rangos de direcciones IP disponibles: Clase A, Clase B, Clase C, Clase D y Clase E, mientras que sólo el A, B y C se usan comúnmente. Cada clase permite un rango de direcciones IP

válidas. A continuación en la tabla 2, se muestra una lista de estas direcciones (Frey, 2007).

Tabla 2. Clases IP con su respectivo formato, número de redes y rango de direcciones.

Clase	Formato (r=red, h=host)	Número de redes	Número de hosts por red	Rango de direcciones de redes	Máscara de subred
A	r.h.h.h	128	16.777.214	0.0.0.0 - 127.0.0.0	255.0.0.0
B	r.r.h.h	16.384	65.534	128.0.0.0 - 191.255.0.0	255.255.0.0
C	r.r.r.h	2.097.152	254	192.0.0.0 - 223.255.255.0	255.255.255.0
D	grupo	-	-	224.0.0.0 - 239.255.255.255	-
E	no válidas	-	-	240.0.0.0 - 255.255.255.255	-

1.4.2.1.2. Tipos de Direcciones IP.

Existen diferentes tipos de direcciones IP, tanto públicas como privadas, en una red no pueden existir dos equipos con la misma dirección pública, pero puede ser que haya dos direcciones iguales, siempre y cuando no se encuentren en la misma red (HIDROBO José, 2007).

Direcciones IP públicas: Este tipo de direcciones, son visibles para todos los equipos que se encuentren conectados a Internet, por tal motivo para tener acceso a internet es necesario contar con una dirección Pública.

Direcciones IP Privadas: Son visibles por usuarios de la misma red, para que sea visible a redes privadas que se encuentren enlazadas por medio de algún ruteador, proxy es necesario contar con una dirección pública, sin embargo desde el Internet no es posible acceder a equipos que cuenten con direcciones IP privadas. A su vez, las direcciones también se clasifican de la siguiente manera:

Direcciones IP Estáticas (Fijas): Se asignan a equipos que se desea siempre tengan la misma dirección, por ejemplo, las direcciones IP públicas estáticas se asignan a los servidores de correos o navegadores, con la finalidad de no confundir a los usuarios que accedan al internet.

Direcciones IP Dinámicas: Las direcciones IP públicas dinámicas, son utilizadas por usuarios que se conectan por medio de un MODEM, ya que el proveedor de Internet cuenta con más clientes que con direcciones IP. Es muy poco probable que el usuario cuente con la misma IP cada vez que se conecte a Internet.

1.4.2.1.3. La estructura de datagramas en IP (Frey, 2007).

El datagrama IP es la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino. Viaja en el campo de datos de las tramas físicas de las distintas redes que va atravesando. Cada vez que un datagrama tiene que atravesar un ruteador, el datagrama *saldrá* de la trama física de la red que abandona y se *acomodará* en el campo de datos de una trama física de la siguiente red. Este mecanismo permite que un mismo datagrama IP pueda atravesar redes distintas: enlaces punto a punto, redes ATM, redes Ethernet, redes Token Ring, entre otras. El propio datagrama IP tiene también un campo de datos: será aquí donde viajen los paquetes de las capas superiores, en la figura 1.8, se muestra el gráfico de un datagrama IP.

Los paquetes que se envían a través de Internet son conocidos como datagramas IP, consiste en una cabecera y una carga útil, además la cabecera contiene información que permite a los ruteadores de Internet enviar el datagrama desde el host de origen al host de destino, en la figura 6, se muestra el formato de un datagrama IPv4 completo (HIDROBO José, 2003).

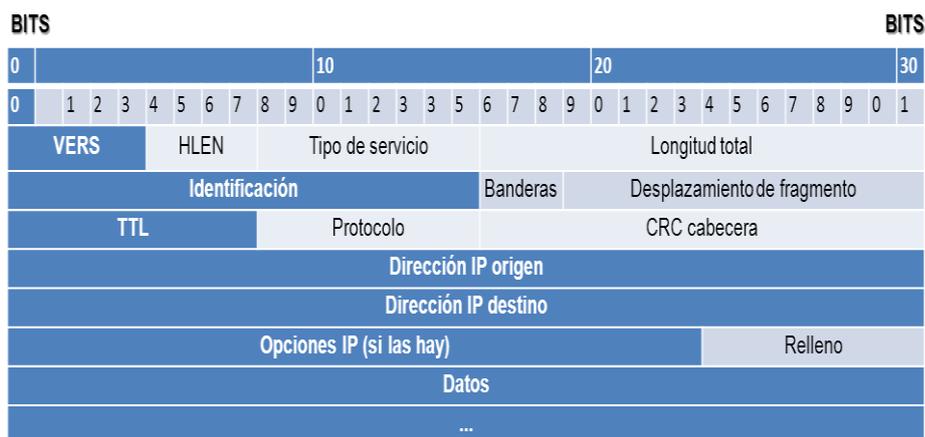


Figura 6. Formato del datagrama del protocolo IPv4 (Frey, 2007).

Los campos del datagrama IP se detallan a continuación:

VERS: Tiene 4 bits, además, indica la versión del protocolo IP que se utilizó para crear el datagrama. Actualmente se utiliza la versión 4 (IPv4) aunque ya se están aplicando las nuevas especificaciones de la siguiente versión, la 6 (IPv6).

HLEN: Tiene 4 bits, longitud de la cabecera expresada en múltiplos de 32 bits. El valor mínimo es 5, correspondiente a 160 bits = 20 bytes.

Tipo de servicio: Tiene 8 bits de este campo, que a su vez se dividen en:

- **Prioridad:** Tiene 3 bits, un valor de 0 indica baja prioridad y un valor de 7, prioridad máxima.

Los siguientes tres bits indican cómo se prefiere que se transmita el mensaje, es decir, son sugerencias a los enrutadores que se encuentren a su paso los cuales pueden tenerlas en cuenta o no.

- **Bit D:** (*Delay*). Solicita retardos cortos, para enviar rápido.
- **Bit T:** (*Throughput*). Solicita un alto rendimiento, esto es enviar mucho en el menor tiempo posible.
- **Bit R:** (*Reliability*). Solicita que se minimice la probabilidad de que el datagrama se pierda o resulte dañado, para enviar bien. Los siguientes dos bits no tienen uso.

Longitud total: Tiene 16 bits, indica la longitud total del datagrama expresada en bytes. Como el campo tiene 16 bits, la máxima longitud posible de un datagrama será de 65535 bytes.

Identificación: Tiene 16 bits, el número de secuencia que junto a la dirección origen, dirección destino y el protocolo utilizado, identifica de manera única un datagrama en toda la red. Si se trata de un datagrama fragmentado, llevará la misma identificación que el resto de fragmentos.

Banderas: También se conoce como indicadores de 3 bits, sólo 2 bits de los 3 bits disponibles están actualmente utilizados. El bit de *Más fragmentos* (MF) indica que no es el último datagrama. Y el bit de *No fragmentar* (NF) prohíbe la fragmentación del datagrama. Si este bit está activado y en una determinada red se requiere fragmentar el datagrama, éste no se podrá transmitir y se descartará.

Desplazamiento de fragmentación: Tiene 13 bits, indica el lugar en el cual se insertará el fragmento actual dentro del datagrama completo, medido en unidades de 64 bits. Por esta razón los campos de datos de todos los fragmentos menos el último tienen una longitud múltiplo de 64 bits. Si el paquete no está fragmentado, este campo tiene el valor de cero.

Tiempo de vida: Se lo conoce como TTL, tiene 8 bits, el número máximo de segundos que puede estar un datagrama en la red de redes. Cada vez que el datagrama atraviesa un ruteador se resta 1 a este número. Cuando llegue a cero, el datagrama se descarta y se devuelve un mensaje ICMP de tipo "tiempo excedido" para informar al origen de la incidencia.

Protocolo: Tiene 8 bits, indica el protocolo utilizado en el campo de datos: 1 para ICMP⁵, 2 para IGMP⁶, 6 para TCP y 17 para UCRP. **cabecera:** Se conoce como código de redundancia cíclica de cabecera, tiene 16 bits, además contiene la suma de comprobación de errores sólo para la cabecera del datagrama. La verificación de errores de los datos corresponde a las capas superiores.

Dirección origen: Tienen 32 bits y contiene la dirección IP del origen.

Dirección destino: Tiene 32 bits y contiene la dirección IP del destino.

⁵ **Internet Control Message Protocol:** Es parte integral del protocolo IP, que resuelve errores y controla los mensajes. Específicamente, los anfitriones y los ruteadores utilizan el ICMP para enviar reportes de problemas relacionados con los datagramas que se vuelven a la fuente original que envía el datagrama.

⁶ **Internet Group Management Protocol:** Protocolo que utiliza los anfitriones para mantener a los ruteadores locales informados de sus miembros y de sus grupos de multidifusión.

Opciones IP: Este campo no es obligatorio y especifica las distintas opciones solicitadas por el usuario que envía los datos, generalmente para pruebas de red y depuración.

Relleno: Si las opciones del protocolo IP, en caso de existir, no ocupan un múltiplo de 32 bits, se completa con bits adicionales hasta alcanzar el siguiente múltiplo de 32 bits, hay que tener en cuenta que la longitud de la cabecera tiene que ser múltiplo de 32 bits).

1.4.3. Capa de transporte.

La capa de transporte, también conocida como la capa host a host es responsable de proporcionar datagramas de comunicación entre la capa de aplicación con la capa de sesión. Los protocolos básicos de la capa de transporte son TCP y UDP, el primero es un protocolo orientado a conexión y el segundo es un protocolo no orientado a conexión. Cualquiera de estos dos protocolos son usados por el proceso de capa de aplicación, la elección depende de los requisitos de la aplicación y la confiabilidad de transmisión (DOUGLAS Comer, 1996). Los mecanismos utilizados por la capa de transporte para determinar si los datos se han entregado correctamente son, por medio de respuestas de acuse de recibo, secuenciación y control de flujo.

1.4.4. Capa de aplicación.

En la parte superior de la arquitectura de protocolos TCP/IP se encuentra la capa de aplicación. Esta capa incluye todos los procesos que utilizan los

protocolos de capa de transporte para entregar los datos. Hay varios protocolos de aplicaciones (DOUGLAS Comer, 1996). La mayoría ofrecen servicios a los usuarios, y los nuevos servicios que se añaden a esta capa, algunos servicios se muestran en la tabla 1.1.

1.5. Voz sobre protocolo internet (VoIP).

Dado que el teléfono fue inventado a finales de 1800, la comunicación telefónica no ha cambiado sustancialmente. Por supuesto, las nuevas tecnologías como los circuitos digitales, DTMF (o "tonos") e identificador de llamadas han mejorado en esta invención, pero la funcionalidad básica sigue siendo la misma. Con los años, el servicio proporcionado hizo una serie de cambios, para mejorar en las clases y tipos de servicios que se ofrecen a los suscriptores, incluyendo número telefónico sin cargos, la llamada de retorno, desvío de llamadas, entre otros (MULTIUNIX, 2005).

En la década de 1990, un número de individuos en entornos de investigación, tanto en las instituciones educativas y empresariales, tuvo un serio interés en la comunicación de voz y vídeo sobre redes IP, especialmente intranets corporativas e Internet. Esta tecnología se conoce comúnmente hoy en día como VoIP⁷, en términos simples es el proceso de dividir el audio o video en fragmentos pequeños, para su correcta transmisión sobre una red IP, y luego los tramos deben unirse en el extremo de manera que dos personas se pueden

⁷ VoIP: significa voz sobre el protocolo de Internet.

comunicar por medio de audio o vídeo, que también puede ser simultáneamente audio y video (Luque, 2009).

Esta idea de la VoIP no es nueva, ya que hay trabajos de investigación y patentes que datan de varias décadas y las manifestaciones del concepto dado en varias ocasiones en los últimos años. VoIP tomó fuerza con el incremento del internet y fue popularizado por el ex vicepresidente Al Gore en la década de 1990, a medida que Internet posibilitaba interconectar todos los hogares y en las empresas con una conmutación de paquetes. Antes de los esfuerzos de Al Gore por hacer crecer la Internet, se limitaba en general a utilizar en los ambientes académicos, pero la posibilidad de un despliegue masivo de Internet provocó este renovado interés en VoIP (Redondo, 2006).

VoIP es importante porque, por primera vez en más de 100 años, existe una oportunidad para producir un cambio significativo en la forma que la gente se comunica. Además de ser capaz de utilizar los teléfonos de la actualidad que brindada varios servicios hoy para comunicarse en tiempo real, también se está en la posibilidad de utilizar teléfonos basados en IP, incluyendo teléfonos de escritorio e inalámbricos. También el utilizar videoteléfonos, al igual que los que se ven en las películas de ciencia ficción. Un usuarios lugar de llamar a casa para hablar con la familia, tiene la posibilidad de llamar a casa para ver a la familia. Uno de los aspectos más interesantes de VoIP es que tiene es la posibilidad de integrar un teléfono independiente o videoconferencia con el

ordenador personal. Se puede usar una computadora exclusivamente para comunicaciones de voz y de vídeo por medio de un softphone⁸.

VoIP permite algo más: la capacidad de utilizar una sola conexión de alta velocidad a Internet para todos los servicios de voz, vídeo y transferencia de datos. Esta idea se conoce comúnmente como la convergencia y es uno de los principales impulsores de interés social en la tecnología. El beneficio de la convergencia mediante el uso de una sola red de datos para todas las comunicaciones, hace posible reducir el mantenimiento global de costos de implementación.

1.5.1. Arquitectura de VoIP.

Dentro de la arquitectura de VoIP, los protocolos más conocidos y usados que permiten realizar las llamadas son H.323 y SIP. Estos protocolos proporcionan registro, admisión y estado, así como señalización y control de llamadas. Sobre estos protocolos se desarrollara más adelante (Redondo, 2006).

1.5.1.1. Terminales.

Dentro de la telefonía y videotelefonía IP se conoce como terminales a los equipos que son los sustitutos de los actuales teléfonos convencionales. Los terminales pueden ser los conocidos como teléfonos y videoteléfonos IP, además los terminales pueden ser implementados por medio de software

⁸ Es un teléfono basado en software que brinda casi las mismas funciones de un teléfono tradicional o teléfono IP, que también tiene soporte de video y transferencia de datos, entre otros.

conocidos como softphones, pueden implementarse en un computador de oficina que cuente con micrófono, webcam, parlante, los terminales deben estar en la capacidad de soportar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, y a su vez, voz datos y vídeo (VoIP FORO, 2006).

1.5.1.2. Gatekeepers.

Es el centro de toda la estructura VoIP, hoy en día se está convirtiendo en el sustituto de las actuales centrales telefónicas, a menudo es implementado por medio de software o a su vez en un equipo diseñado para tal función, en VoIP todas las aplicaciones son gestionadas por medio del gatekeeper. El Gatekeeper efectúa dos funciones, la primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, y la segunda función es la de gestionar el ancho de banda, fijando el número de conferencias que puede realizarse simultáneamente en la red LAN, en caso de nuevos usuarios y que el ancho de banda sea sobrepasado, dichos usuarios serán rechazados, de manera tal que se garantice un ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la red LAN (VoIP FORO, 2006).

1.5.1.3. Gateways.

Se puede definir de dos maneras la primera se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario, y la segunda manera es cuando se interconectan dos o más centrales de VoIP o videotelefonía (JIVE SOFTWARE, 2010).

1.5.1.4. MCU.

El MCU (Unidad de control multipunto), soporta conferencias entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, consiste de un controlador multipunto (MC) y un procesador multipunto opcional (MP) (JIVE SOFTWARE, 2010).

1.5.2. Protocolos y estándares en VoIP.

En VoIP, se tiene diferentes protocolos que están divididos en dos grupos, los protocolos de señalización y los de multimedia, como se puede ver en la figura 7, que representa la estructura de los protocolos que se usan dentro de la telefonía y videotelefonía IP (TELECOM, 2009).

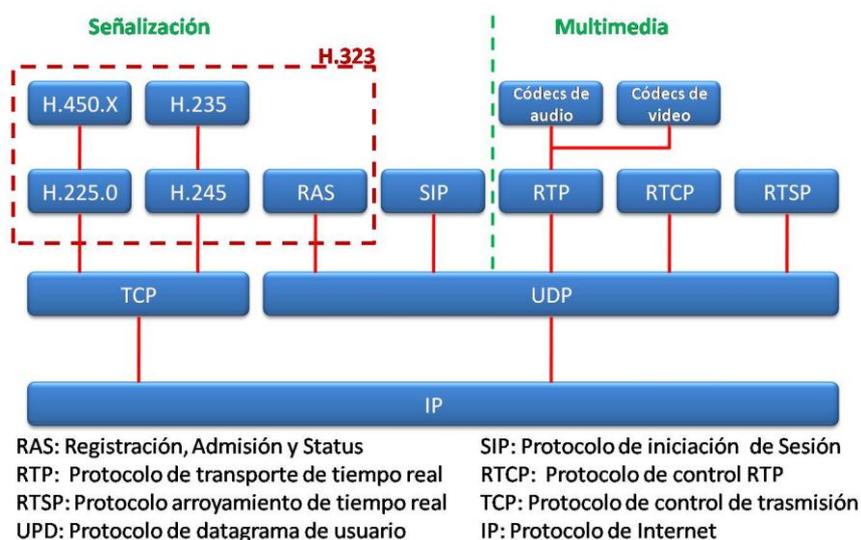


Figura 7. División de los protocolos en señalización y multimedia.

1.5.2.1. Protocolos de Señalización.

Los protocolos de señalización están encargados de los mensajes y las formas utilizadas para establecer la comunicación, ayudan a realizar cambios de la tasa de bits de una llamada, obtienen el estado de los usuarios, es decir, si están en línea o no, además, ayuda a desconectar la llamada. Dentro de los

protocolos de señalización se tiene dos protocolos H.323 y SIP (GIGAWEB, 2003).

1.5.2.1.1. H.323.

H.323 es un protocolo estándar que modela todos los procedimientos para la realización de sistemas audiovisuales y multimedios, este protocolo abarca a otros protocolos y estándares; el protocolo H.323 tiene dos tipos de señalización: La primera es la señalización de control de llamada, conocido como el protocolo H.225.0, el cual se encarga de la registración, admisión y estado, esto es cuando no existe un gatekeeper. En caso de haberlo, únicamente define la manera en que los dos terminales pueden comunicarse. La segunda se llama señalización de control por medio del protocolo H.245, el que se encarga de intercambiar mensajes de petición y respuesta; entre los terminales se encarga de establecer quién es el terminal maestro y esclavo. En la figura 8, se puede observar las etapas y el cómo se realiza una llamada telefónica o videotelefonía IP, haciendo uso del protocolo H.323 (MULTIUNIX, 2005).

Una llamada H.323 se caracteriza por las fases siguientes:

Establecimiento de la comunicación: Se utilizan los mensajes RAS⁹ para registrar y solicitar admisión al Gatekeeper (RAS ARQ y RAS ACF). El usuario que establece la comunicación envía un mensaje de establecimiento (H.225 establecer). El llamado le contesta con un “Procediendo llamada” (H.225 Proceder llamada), y envía un RAS al Gatekeeper (RAS ARQ y RAS ACF). Una

⁹ RAS (Registration, Admission and Status): mensajes de Registración de estado y admisión.

vez que se permite la admisión se envía un mensaje de “Alertando” (H.225 Alertando), similar al timbrado en las redes telefónicas actuales, al terminar la comunicación se envía un mensaje de haber completado el establecimiento de la comunicación (H.225 conectado) (MULTIUNIX, 2005).



Figura 8. Etapas de una llamada telefónica IP, haciendo uso del protocolo H.323

Señalización de Control: Se abre una negociación mediante el protocolo H.245 (Control de canal); es mediante el intercambio de mensajes de petición y respuesta entre los dos terminales, que se establece cual será maestro y cual esclavo, así como sus capacidades, códecs de audio y video soportados (H.245 Conjunto de capacidad de terminal). Al final de la negociación se procede a abrir el canal de comunicación (Puertos y direcciones IP) mediante los mensajes OLC (Canal Lógico Abierto) (PALOSANTO, 2009).

Audio y video: Los terminales se comunican mediante el protocolo RTP/RTCP.

Desconexión: Cualquiera de los dos terminales pueden terminar la comunicación mediante los mensajes “Canal Lógico Cerrado” (CLC) y “Comando sesión final” (ESC). Luego los terminales deben informarle al Gatekeeper sobre la finalización de la comunicación, con los mensajes RAS DRQ (Respuesta de Liberación) y DCF (Confirmar Liberación) (Landívar, 2009).

1.5.2.1.2. SIP.

El protocolo de iniciación de sesión (SIP: Session Initiation Protocol), es desarrollado por la IETF¹⁰, es un protocolo de tipo cliente-servidor. Esto significa que el cliente genera peticiones que envía al servidor que las procesa, para el caso particular de telefonía y videotelefonía IP, SIP puede incluir protocolos como, TCP/UDP, RTP y SDP (Landívar, 2009).

La información del medio (Audio, Video o Datos) y las capacidades de recepción son transportadas en la carga (payload) de los mensajes SIP. SDP sirve para este propósito, estableciendo una lista de capacidades para audio y video e indicando donde enviar los datos (Landívar, 2009).

SIP define varios métodos:

- **INVITAR:** sirve para invitar a un usuario a una llamada y así establecer una nueva conexión.
- **ADIOS:** termina una conexión entre dos usuarios en una llamada.
- **OPCIONES:** solicita información acerca de las capacidades de los usuarios, sin establecer una conexión.

¹⁰ Internet Engineering Task Force: Agrupación de Ingeniería para Internet.

- **ESTADO:** informa a otro servidor acerca del progreso de las acciones de señalización requeridas.
- **ACK:** usado para el intercambio confiable de las peticiones/respuestas.
- **CANCELAR:** termina la búsqueda de un usuario.
- **REGISTRO:** entrega información a un servidor SIP acerca de la ubicación de un usuario.

A Continuación en la Figura 9, se muestra el proceso de intercambio de mensajes.

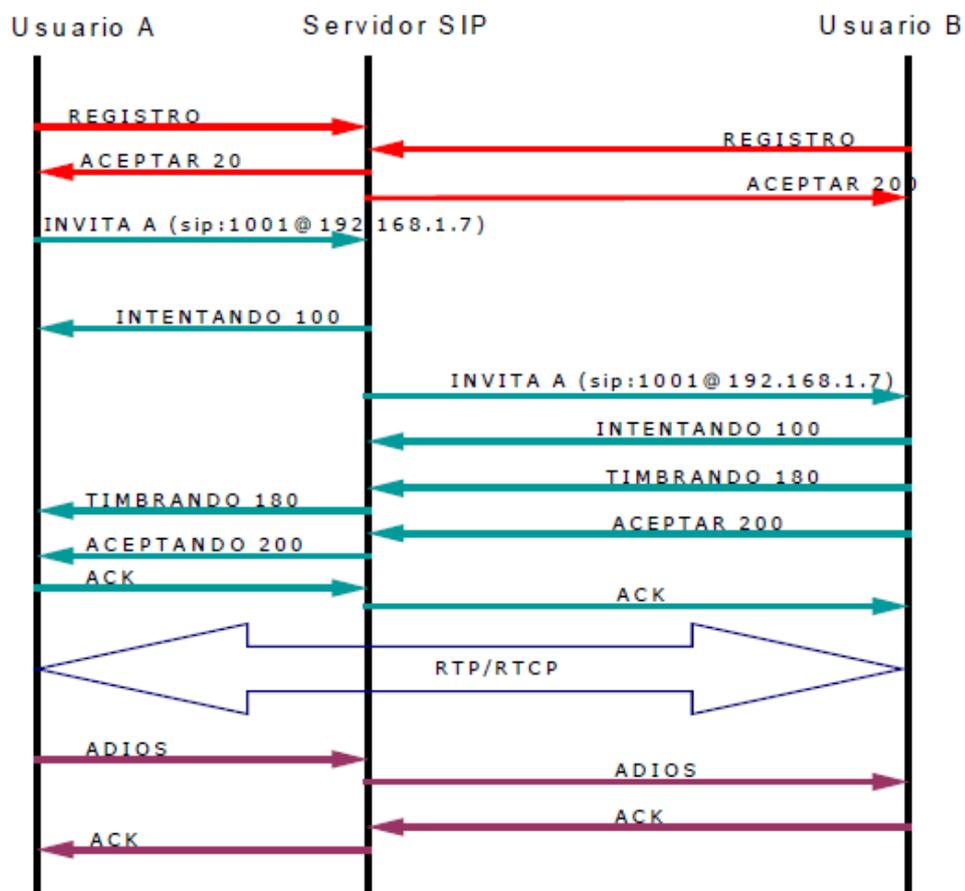


Figura 9. Etapas de una llamada telefónica o de videotelefonía, usando el protocolo de señalización SIP

1.5.2.1.3. H.323 versus SIP.

Una de las diferencias más notables entre los dos protocolos de señalización es que el protocolo SIP realiza una sola transacción al realizar una llamada, mientras que el protocolo H.323 lo realiza en varios intercambios de mensajes para una llamada telefónica IP, adicional a esto el protocolo SIP usa el protocolo UDP¹¹ mientras que H.323 debe usar necesariamente el protocolo TCP para la señalización (H.225 y H.245), esto se refleja en que una llamada, por medio del protocolo SIP, se realiza de manera más rápida, con respecto al protocolo H.323 (Korpi, 2005).

Otra diferencia entre los protocolos es que el protocolo H.323 prematuramente define los canales lógicos antes de enviar datos, mientras que, el protocolo SIP simplemente muestra los *códecs* que soporta, y no define los canales a transmitir, lo que podría causar saturación de tráfico si los usuarios son muchos; esto se debe a que no se ha separado los bits necesarios para realizar varias llamadas simultáneamente, en la Tabla 3, se resume las características de los dos protocolos (Korpi, 2005).

¹¹ Protocolo de datagrama de usuario (UDP)

Tabla 3. Comparación del protocolo H.323 – SIP (Korpi, 2005)

H.323	SIP
Diseñado para comunicaciones multimedia sobre redes de paquetes	Diseñado para establecer una sesión entre dos puntos
Representación binaria para sus mensajes	Representación textual
Requiere compatibilidad completa hacia atrás	No requiere compatibilidad completa hacia atrás
Posibilita negociación de capacidades	No posee medios para intercambiar capacidades
Posibilita la integración con la PSTN (Gateway)	Posibilita la integración con la PSTN (Gateway)
Más fácil proveer nuevos servicios	
Gran presencia en el mercado	Apoiado por la IETF, gran crecimiento
Protocolo complejo	Protocolo menos complejo

1.5.2.1.4. IAX y IAX2.

El protocolo IAX (*Inter-Asterisk eXchange*) es un protocolo de señalización propietario de Asterisk¹², fue creado con el objetivo de solucionar algunos problemas existentes con los protocolos mencionados anteriormente. Este protocolo se lo está estandarizando en la IETF. IAX presenta tres ventajas sobre otros protocolos incluyendo al protocolo SIP, ya que consume menos ancho de banda, soluciona mejor problemas de NAT¹³ y atraviesa fácilmente a través de firewalls. La versión actual del protocolo IAX es la versión 2, la versión anterior ha quedado obsoleta y siempre se encontrará como protocolo de señalización IAX2. Adicionalmente es un protocolo binario, a diferencia de SIP que es un protocolo basado en texto, esto se convierte en una ventaja debido a que hay menos consumo de ancho de banda (Cruz, 2007).

¹² Es una aplicación de software libre para la administración de centrales PBX usando el protocolo IP.

¹³ NAT: Translate Address Network.

El protocolo IAX2 usa UDP y el puerto 4569, por el que transmite tanto la voz como la señalización.

1.5.2.2. Protocolos de Transporte.

Dentro de los protocolos de transporte, se detallan los más importantes a continuación.

1.5.2.2.1. RTP.

RTP se conoce como protocolo de punto a punto, las funciones de transporte de red apropiados para las aplicaciones de transmisión de datos en tiempo real, tales como datos de audio y video. RTP no se refiere a la reserva de recursos y además no garantiza la calidad de servicio en tiempo real. Para garantizar el transporte de datos se ve o por un protocolo de control (RTCP) para permitir la supervisión de la entrega de datos de una manera escalable para grandes redes de multidifusión, y para proporcionar un control mínimo y la funcionalidad de identificación. RTP y RTCP están diseñados para ser independiente del transporte subyacente y las capas de red. El protocolo soporta el uso de RTP nivel traductores y mezcladores (Cruz, 2007).

1.5.2.2.2. RTCP.

Este protocolo se basa en la transmisión de paquetes de control fuera de banda a todos los nodos participantes en la sesión. Se basa en tres funciones principales, la primera es proveer realimentación en la calidad de los datos, la segunda es utilizar nombres adecuados para identificar a cada usuario durante

una sesión, y la tercera que cada participante envía sus tramas de control a los demás, para saber el total de usuarios (Cruz, 2007).

1.5.3. Video sobre IP.

Video sobre IP puede ser utilizado para una variedad de propósitos, incluyendo la descarga, el streaming, la vigilancia por medio de un circuito cerrado de televisión, videoconferencia y videotelefonía. La transferencia de vídeo sobre redes IP supone un reto en términos de ancho de banda y calidad de servicio, pero las modernas tecnologías de compresión y de ancho de banda cada vez sea más factible el uso de video en redes IP (GIGAWEB, 2003).

1.5.3.1. *Broadcast sobre IP.*

La forma de emisión broadcast, es la que el contenido se difunde en forma uniforme a todos los espectadores. Esta forma de emisión se ha empleado básicamente en la televisión desde sus orígenes y en la actualidad su uso se ha extendido a otros sistemas (Avellaneda, 2006).

El Video broadcast sobre IP se transmite en forma unidireccional de una fuente con contenido de video. Los puntos terminales simplemente son visualizadores pasivos. El video broadcast puede ser unicast o multicast, cuando el video es unicast el servidor hace una copia de la transmisión para cada usuario; dando como resultado en los recursos de la red el consumo es acumulativo del ancho de banda. Mientras que en una configuración multicast la misma señal es enviada sobre la red como una sola transmisión pero hacia

varios puntos terminales o simplemente hacia un grupo de usuarios. En la figura 10, se muestran las dos formas de transmisión (Avellaneda, 2006).

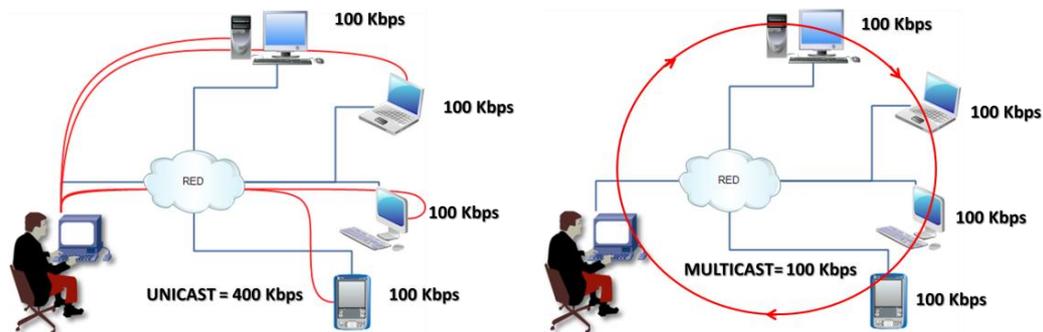


Figura 10. Esquemas y consumos en modos unicast y multicast.

Con el método *multicast* el consumo del ancho de banda en una red, es equivalente al de un único usuario, independientemente de si se conectan a la transmisión cinco, mil, o cualquier número de receptores simultáneamente, también podría implantarse en las redes públicas de los proveedores de acceso a Internet, permitiendo el desarrollo de la televisión sobre Internet. Las diferentes aplicaciones del streaming de video tienen diversos alcances (Cruz, 2007). Hay que tener en cuenta que el video en una videollamada es unicast, a continuación se detallarán los parámetros de voz y video IP.

1.5.4. Parámetros de voz y video en IP.

Dentro de los parámetros de voz y video IP, el principal problema que presenta es garantizar la calidad de servicio sobre una red IP, por medio de retardos y ancho de banda; actualmente se está tratando de resolver dichos inconvenientes por medio de los códecs de audio y video que detallan a continuación (Ramirez, 2007).

1.5.4.1. Códecs de Audio.

Uno de los factores más importantes a considerar al diseñar redes de paquetes de voz es necesario tomar en cuenta la capacidad. Dentro de la capacidad, el cálculo del ancho de banda es un factor importante a considerar al diseñar y solucionar problemas de redes de paquetes de voz que no brinde la calidad adecuada (3CX, 2010).

Códec G.711 es el códec fundamental de la PSTN, de manera, si alguien se refiere a PCM con respecto a una red telefónica, se piensa en G.711. Dos métodos se utilizan μ law en América del Norte y alaw en el resto del mundo. Ya que entrega una palabra de 8-bit transmitido 8.000 veces por segundo. Si se calcula, da como resultado que se requiere 64.000 bits para ser transmitidos por segundo. Normalmente se piensa que es un códec sin comprimir. Esto no es exactamente cierto, analizado a fondo se considera una forma de compresión.

Lo cierto es que G.711 es el códec de base y todos los demás se basan de alguna manera para derivar en nuevos códecs. G.711 impone una mínima o casi nula de carga en el CPU (3CX, 2010).

El Códec G.711 tiene 64 Kbps de velocidad de bits de datos además no requiere una licencia. Los requisitos reales de ancho de banda pueden variar de un tipo de red y los protocolos utilizados, por tanto es muy recomendable usar este códec en redes de baja demanda de recursos (3CX, 2010).

G.726 códec ha sido durante algún tiempo uno de los códecs originales comprimidos. También se conoce como diferencial adaptativa modulación por impulsos codificados (ADPCM), y que puede funcionar a velocidades de varios bits. Las tasas más comunes son de 16 kbps, 24 kbps y 32kbps. Tasa más popular para este códec es la tasa ADPCM-32. G.726 ofrece una calidad casi idéntica a la G.711, pero utiliza sólo la mitad del ancho de banda.

Esto es posible porque en lugar de enviar el resultado de la medición de cuantificación, se envía información sólo lo suficiente para describir la diferencia entre la muestra actual y el anterior. G.726 cayó en desuso en la década de 1990 debido a su incapacidad para llevar las señales de módem y fax, pero debido a su ancho de banda y la relación de rendimiento de la CPU está reapareciendo nuevamente. G.726 es especialmente atractivo porque no requiere muchos recursos, además es un códec sin licencia (3CX, 2010).

G.723.1 nombre oficial es codificador doble es decir tiene dos fases una de mejor calidad pero menor compresión, y otra mayor compresión pero menor calidad trabaja de 5,3 y el 6,3 kbps. Es un códec completamente diferente de G.723, es un códec que requiere una licencia para las patentes que cubren el algoritmo (3CX, 2010).

G.729 utiliza poco ancho de banda, ofrece una calidad de sonido de alta calidad. Pero causa de las patentes, no se puede utilizar G729A sin pagar

una cuota de licencia, sin embargo, es extremadamente popular y tiene soporte en muchos de los teléfonos y sistemas diferentes (3CX, 2010).

GSM es el códec de casi todas las configuraciones viene grabado con un requisito de la licencia de la manera que lo hace G.729A, y ofrece un excelente rendimiento con respecto a la demanda del CPU. La calidad del sonido se considera generalmente que es de un grado menor que el producido por G.729A, pero mucho de esto se reduce teniendo resultados satisfactorios (3CX, 2010).

iLBC es un códec de Internet de baja tasa de bits ofrece una atractiva mezcla de bajo ancho de banda y calidad, y es especialmente adecuado para el mantenimiento de una calidad razonable en los enlaces de red con pérdidas. Por supuesto, es compatible con Asterisk, en la actualidad está permitido el uso de iLBC sin tener que pagar licencias, el titular de la patente iLBC, pero sus propietarios quieren mostrar que no es un códec totalmente libre y cada vez que lo utilice en una aplicación comercial, la forma es mediante la descarga e impresión de una copia de la licencia de iLBC, firmarlo y devolverlo a su propietario. iLBC opera a 13.3 Kbps y 15.2 Kbps, en la tabla 4, muestra un resumen de los códecs de audio y el cálculo de ancho (3CX, 2010).

Tabla 4. Resumen de los códecs de audio (3CX, 2010).

Información del Codec			Calculos de ancho de Banda			
Codec & Bit Rate (Kbps)	Códec Tamaño de la Muestra (Bytes)	Códec Intervalo de la Muestra (ms)	Tamaño de la carga Útil (Bytes)	Tamaño de la carga Útil de voz (ms)	Paquetes por Segundo (PPS)	Ancho de banda Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	160 Bytes	20 ms	50	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	20 Bytes	20 ms	50	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	24 Bytes	30 ms	33.3	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	20 Bytes	30 ms	33.3	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	80 Bytes	20 ms	50	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms	60 Bytes	20 ms	50	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	60 Bytes	30 ms	33.3	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	160 Bytes	20 ms	50	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	38 Bytes	20 ms	50	38.4Kbps
ilbc_mode_30(13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	50 Bytes	30 ms	33.3	28.8 Kbps
GSM (13.3 Kbps)	33 Bytes	20	33 Bytes	20	50	36.4 Kbps

1.5.4.2. Códecs de Video.

Al igual que en la voz, el video también necesita ser codificado y decodificado, por medio de los códecs. La transmisión de vídeo en su formato sin compresión es demasiado grande y consume un elevado ancho de banda. Los componentes de software que comprime los datos de vídeo en pequeñas muestras y que son más manejables son llamados codificadores de vídeo. Los componentes de software que descomprimen y descomprimen el flujo de datos de nuevo en el video para que se muestren de manera adecuada son llamados decodificadores de vídeo. Típicamente, una aplicación consistirá con un codificador y un descodificador. Para simplificar, este tipo de implementación se lo llama "códec de vídeo." (3CX, 2010).

A continuación se detallan los códecs de video más comunes:

h.261 es el primer códec de video, diseñado para la transmisión sobre líneas RDSI a 64 Kbps, el diseño de este códec permitió la creación de nuevos

estándares de codificación de vídeo internacionales como por ejemplo: MPEG-1, MPEG-2/H.262, H.263, e incluso H.264 se basan en su diseño (3CX, 2010).

H.263 es un códec de vídeo diseñado por la ITU-T, para dar solución a la codificación de baja resolución en una videoconferencia. Este códec ha sido la opción más popular de Internet y redes como, RDSI, RTB, y ATM, utilizando para la videoconferencia, videotelefonía y entre otras (3CX, 2010), además H.263+ se lo conoce como un códec H.263+ o H.263v2, es una mejora de H.263 soportada por el Eyebeam de Xten, la cual proporciona una mejora de calidad de vídeo; se diseñó usando la información técnica de la primera versión (H.263), a esta nueva versión se le ha mejorado la capacidad de eficiencia de codificación, se ha corregido la robustez frente a posibles pérdidas de datos en el canal de transmisión (3CX, 2010).

El códec de vídeo H.264 tiene una muy amplia gama de aplicaciones que cubre todas las formas de vídeo digital comprimido, aplicaciones de baja velocidad binaria de Internet, además la retransmisión de televisión de alta definición y aplicaciones de cine digital con una codificación casi sin pérdidas. H.264 / MPEG-4 está diseñado como una codificación de vídeo simples y sencillos, con un rendimiento de compresión mejorado, y para proporcionar una representación de vídeo en red de fácil. H.264 / MPEG-4 ha logrado una mejora significativa en la eficiencia de video. Es el estándar más utilizado para el almacenamiento y transmisión de vídeo. La ganancia de codificación de H.264

sobre H.263 está en el intervalo de 25% a 50%, depende de los tipos de aplicaciones (3CX, 2010).

En la tabla 5, se resumen los códecs de video más usados, cabe tomar en cuenta que cada vez que se realiza una video llamada es menor a 64 kbps como es con h.264, a éste mismo códec se lo usa para la transmisión de video vía satélite para usuarios finales con velocidades de hasta 960 Mbps (3CX, 2010).

Tabla 5. Resumen de los códecs de video (3CX, 2010).

Código de Información			Los cálculos de ancho de banda		
Código & Bit Rate (Kbps)	Código Tamaño de la muestra (Bytes)	Código intervalo de muestreo (ms)	Tamaño de carga útil de video (Bytes)	Tamaño de carga útil video (PPS)	Ancho de banda de Ethernet (Kbps)
H.261 (64 Kbps)	De 40 Bytes hasta 2 Kbps	20ms	200 Bytes	50	103 Kbps
H.263 (8 Kbps)	Menor a 64 hasta 512 Kbps	20ms	230 Bytes	50	115.2 Kbps
H.264 (64 Kbps)	Menor a 64 Kbps hasta 960 Kbps	20ms	262 Bytes	50	128 Kbps

1.5.4.3. Calidad de servicio (QoS).

QoS es la capacidad para tratar de manera diferente los paquetes que se transmiten un dispositivo de red, basándose en el contenido del paquete. La configuración de QoS realiza diferentes tareas basadas en el sentido del tráfico y de la ubicación del dispositivo. QoS trabaja en la capa de acceso, donde el paquete IP entra por primera vez en la red, las normativas de QoS es clasificar y marcar cada paquete. Este tipo de política se aplica en la dirección entrante de la capa de acceso en la interfaz de usuario (VoIP FORO, 2006).

Sin las normativas de QoS, cada paquete es tratado en igualdad de condiciones para su acceso y transmisión. Si no se puede distinguir entre un paquete voz y uno de datos, no se puede dar prioridad a los paquetes de voz. Con el fin de una empresa pueda usar de manera eficaz los recursos de la red, se debe identificar qué tráfico de la red es tráfico crítico y asignar los recursos adecuados para apoyar a los flujos de tráfico. Si se desea implementar servicio de voz dentro de una red, es necesario dar prioridad sobre los flujos de datos a la voz y video; de lo contrario, el resultado podría ser intermitente en caída continua del servicio (VoIP Exchange, 2006).

Es posible realizar una clasificación de QoS bajo distintas especificaciones, así se las puede diferenciar según el tipo de tráfico, dónde se aplica, la reserva de recursos de la red y otros parámetros que normalmente viene especificadas dadas por el fabricante de equipo en base a las diferentes normas de calidad servicio, especialmente en redes en que se aplican servicios voz y video (Natalia, 2009).

1.5.4.4. Tráfico de Red.

Por tráfico de red se conocen todos los datos que la transitan en la misma. Es dependiente del tipo de aplicación que transporta. De esta manera se puede establecer una diferenciación del tráfico (Ordoñez, 2009).

Según el tipo de aplicación tendremos: tráfico habitual, multimedia, multicast, broadcast, tiempo real, entre otros.

Según la sensibilidad al retardo: En este caso se tiene tráfico algo sensible al retardo, como procesos de aplicación on-line¹⁴, datos de ingreso remoto. Este tipo de aplicaciones su retardo debe ser en segundos o incluso menos que dicha medida. Al existir retardos más prolongados da como resultado hacer esperar a usuario para la contestación a sus mensajes antes de que puedan continuar trabajando, esto puede reflejarse en la disminución de la productividad de los negocios (QUINTANA, 2007).

Tráfico muy sensible al retardo. El tráfico en tiempo real es de este tipo, tal y como las conversaciones vocales, la videoconferencia y multimedia en tiempo real. Se requiere un retraso transmisión muy pequeño normalmente menor a una décima de segundo en un sentido, incluyendo el procesamiento en las estaciones finales (QUINTANA, 2007).

- Tráfico muy sensible a las pérdidas. Ej. Datos tradicionales.
- Tráfico nada sensible. Ej. Servicios de noticias.

Para cada uno de estos tipos de tráfico se establece un tipo de QoS según la clasificación realizada en el apartado anterior y, en consecuencia, la asignación de un nivel de prioridad según el esquema de la figura 11, (QUINTANA, 2007):

¹⁴ En línea.

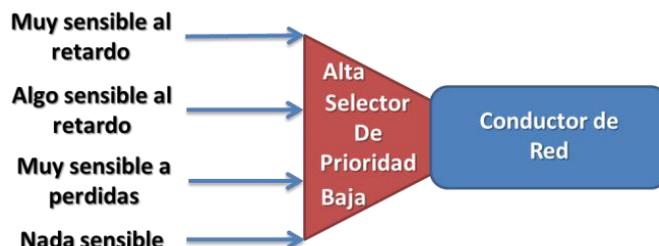


Figura 11. Esquema de prioridades básicas de servicio.

Retardo: Muestra la variación temporal de retraso en la llegada de los flujos de datos a su destino. Es fácil experimentar el retardo cuando se realiza una videollamada, enviando un mensaje vocal por un usuario y en especial existe retardo cuando sostiene entre la señal de voz y la señal de vídeo (Cruz, 2007).

Latencia: Es el tiempo de envío de un mensaje por parte de un extremo y la recepción del mensaje por otro extremo, incluyendo los retardos que paso por cada uno de los equipos de redes (Avellaneda, 2006).

Jitter: El tiempo de transición de los paquetes puede variar considerablemente. Esta variación de retardo se denomina fluctuación o variación de retardo de paquetes. Una voz por teléfono o puerta de enlace IP incorpora un Jitter Buffer, que introduce una pequeña cantidad de retraso con el fin de suavizar estas variaciones de tiempo. Si los paquetes llegan demasiado tarde antes que puedan ser descartados, por lo tanto, un buffer de jitter se traduce en un retraso adicional y pérdida de paquetes (Avellaneda, 2006).

Eco: Esta reflexión no será perceptible a menos que el tiempo entre el sonido original y el sonido reflejado es mayor que 20 ms a 50 ms o menos, y el volumen del eco es suficiente. Si el eco es mayor en el intervalo de tiempo de 10 ms a 20 ms se hacen evidentes. A medida que el retardo se hace más largo el eco será más notable y más problemático, a eso se conoce como eco lo que quita calidad en cuando se realiza una llamada (Cruz, 2007).

1.5.4.5. Ancho de banda.

Una medida de la capacidad de transmisión de datos, expresada generalmente en Kbps o en Mbps. Indica la capacidad máxima teórica de una conexión, pero esta capacidad teórica se ve disminuida por factores negativos tales como el retardo de transmisión, que pueden causar un deterioro en la calidad de voz y video. Cuando se aumenta el ancho de banda significa que se puede transmitir más datos (es comparable en aumentar el número de carriles de una autopista), pero también implica un incremento en lo económico y, en ocasiones, resulta imposible su ampliación sin cambiar de tecnología de red (QUINTANA, 2007).

Dentro del ancho de banda es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

Pérdida de paquetes: Indica el número de paquetes perdidos durante la transmisión. Normalmente se mide en tanto por ciento. Por ejemplo: 1% o menos de media de pérdida de paquetes mensual de ancho de red (Cruz, 2007).

Disponibilidad: Indica la utilización de los diferentes recursos. Suele especificarse en tanto por ciento (GIGAWEB, 2003).

Rendimiento: Mide el rendimiento de la red en relación a los servicios acordados. El rendimiento es definido también por algunos profesionales como la velocidad teórica de transmisión de los paquetes por la red. Esta depende directamente del ancho de banda y su variación de posibles situaciones de congestión de la red (Cruz, 2007).

Priorización: Priorizar consiste en la designación de un categórico nivel de QoS al tráfico que circula por una red, asegura que las aplicaciones de mayor importancia sean tratadas con prioridad con respecto a las de menor importancia, estando o no, ante una situación de congestión. Es necesaria únicamente cuando la red no proporciona la suficiente capacidad para atender todo el tráfico presente en la misma (Cruz, 2007).

Encolado: El encolado tiene la finalidad de dividir y organizar el tráfico ante un determinado dispositivo de red para su posterior retransmisión según un algoritmo que define a la cola y que permite que determinados paquetes sean enviados antes que otros. Es un mecanismo utilizado por la QoS. La finalidad es ofrecer un mejor servicio al tráfico, brindar alta prioridad en diferentes grados, el servicio para los paquetes de menor prioridad y mayor prioridad (QUINTANA, 2007).

Es importante tener en cuenta que el encolado no garantiza que los datos importantes lleguen a su destino a tiempo cuando se produce congestión, sino que los paquetes de alta prioridad llegan antes que los bajos, para entender esto, de mejor manera, se puede observar la figura 12,:

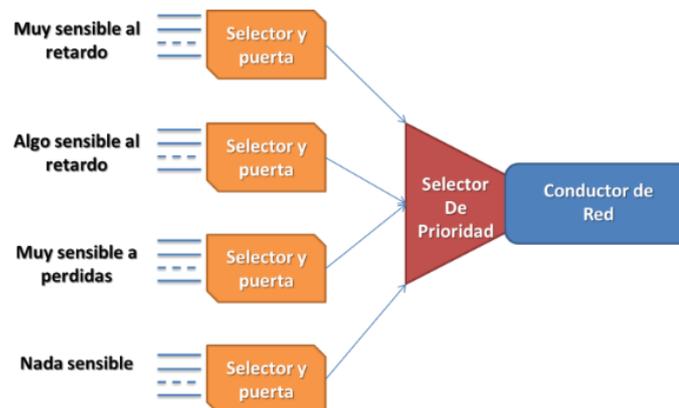


Figura 12. Encolado de servicio.

1.5.5. Ventajas y desventajas de VoIP.

VoIP tiene varias ventajas para su implementación, debido a que se espera que sea el remplazo de la telefonía tradicional, pero si ese no fuera el caso por lo menos se espera que sea complemento a las redes telefónicas PSTN. Por medio de VoIP, se quiere aprovechar los recursos y la disminución en los costos de llamada, actualmente los principales beneficiarios son las empresas y algunas instituciones educativas (Redondo, 2006).

1.5.5.1. Ventajas.

Las principales ventajas que se tiene en VoIP, se resumen a continuación:

- **Ahorro económico:** La reducción de costos administrativos, debido a que no se necesita operar y mantener dos redes independientes para transportar

voz y datos a las oficinas remotas. Ahorro económico, debido a que muchas veces se depende de costosas conexiones a redes de telecomunicaciones, en este caso VoIP aprovecha las redes IP instaladas (VoIP Exchange, 2006).

- **Mejor comunicación:** Mayor flexibilidad en el uso de las comunicaciones. Amplia la funcionalidad de las soluciones corporativas de comunicación, y el ahorro de ancho de banda, ya que la transmisión de voz tradicional requiere 64 kbps para voz transmitida, mientras que en VoIP, si se utiliza los códecs adecuados se puede tener de 10 a 30 Kbps para la voz empaquetada sobre IP, lo que hace posible transmitir hasta cuatro llamadas a la vez empleando el mismo ancho de banda (VoIP Exchange, 2006).
- **Mayor Productividad Empresarial:** Incrementa la productividad de las empresas, brinda mejoras en las capacidades de atención al cliente, la administración de varias oficinas remotas y desde una sola matriz, integración de nuevas oficinas, disponer de servicios de mensajería unificada eficientes, servicio más sencillo y económico de videoconferencia, optimización de tareas administrativas y la atención a clientes vía telefónica y a través de Internet (VoIP Exchange, 2006).

1.5.5.2. Desventajas.

La calidad de una conexión VoIP puede verse afectada por problemas como la latencia, pérdida de paquetes, ecos, interferencias, sonidos de fondo, distorsiones de sonido, como se analizó anteriormente, se está trabajando para minimizar las desventajas, algunas dependen de otros factores que pueden variar según la calidad de servicio que ofrece la red, conexión y calidad de servicio del proveedor de servicios de internet, además dependerá del soporte

de sistemas propietarios, aunque en la actualidad está cambiando como en el caso de SKYPE, que ya envió su protocolo denominado SILK a la IETF para la estandarización, esto permitirá en posteriores proyectos hacer uso del mencionado protocolo, además ayudara a brindar una mejor calidad de servicio especialmente en la voz. Una desventaja de VoIP es que necesita una conexión de banda ancha, además requiere una conexión eléctrica, y por último la desconfianza y miedo al cambio al momento de hacer uso de este tipo de tecnología VoIP (VoIP Exchange, 2006).

1.5.6. Teléfono y videoteléfono IP.

Un teléfono IP, es también llamado teléfono VoIP, es un dispositivo diseñado para conectarse a una red de datos y luego se conecta a la central de VoIP. Los teléfonos IP tienen la apariencia de un teléfono tradicional con características para soporte de central telefónica (3CX, 2010). Los teléfonos IP incorporan un conector RJ45 para su conexión directa a una red IP en Ethernet, estos teléfonos no pueden ser conectados a líneas telefónicas PSTN, tienen la capacidad para poder conectarse a un ordenador, a una central telefónica con switch o un ruteador, varios teléfonos en la actualidad implementan varios protocolos de VoIP (3CX, 2010).

El videoteléfono es similar al teléfono IP, con la diferencia que este tiene un pantalla para poder visualizar al otro usuario que está realizando la llamada, el usuario con el video teléfono debe tener en cuenta, que el otro usuario también disponga de un videoteléfono, estos teléfonos vienen equipados con los

diferentes protocolos y códecs de video para su correcto funcionamiento (3CX, 2010).

1.5.7. Softphones.

Es un software ejecutable para sistemas licenciados y sistemas operativos libres, los softphones emulan el trabajo de un teléfono y videoteléfono IP, con la ayuda del computador, estos son una alternativa frente a los teléfonos físicos debido a que muchas veces un teléfono IP o un videoteléfono tiene un costo elevado, por ejemplo un videoteléfono de marca genérica está bordeando los 130 dólares, con una calidad estándar. Mientras que un softphone permite realizar varios cambios y probar sus diferentes características sin que se llegue a dañar u otros problemas. Una ventaja que tiene un softphone es que si es cargado en un computador portátil, se tendrá acceso a la central en cualquier lugar del mundo y será de gran utilidad siempre y cuando la central tenga soporte remoto (3CX, 2010).

Los softphones son equivalentes a un teléfono IP o un videoteléfono IP, es decir, cumplen con las mismas funciones. En la actualidad existe varias aplicaciones de softphones que incluyen los diferentes protocolos de VoIP con soporte de audio y video de distribución gratuita y otros son licenciados, además son sistemas estables multiplataforma, ya que pueden ser instalados en sistemas operativos como Windows en sus versiones de 98/2000/millenium/Xp/Vista y 7; además puede trabajar sin inconvenientes en la plataforma Mac OS, y en las diferentes plataforma de GNU/Linux. Los

Softphones tienen la capacidad de comunicarse con un videoteléfono sin problema; en un softphone la única desventaja es que siempre necesita un computador, pero en la actualidad la mayoría de usuarios quieren que todas las cosas estén en su computador (TRAC, 2008).

1.6. Introducción al sistema operativo GNU/Linux.

En el año 1991, un estudiante de informática llamado Linus Torvalds inicio programando su propia versión de Unix, de esa manera se tendría un sistema alternativo a los ya existentes en el mercado, la ventaja que tenía Linux fue que se comenzó a publicar en internet no solamente las aplicaciones ejecutables en código máquina, sino también los fuentes correspondientes, con la posibilidad que muchos programadores podrían hacer uso sin ninguna clase de impedimento (Correa, 2007).

Con el crecimiento del internet se abrió la posibilidad a los programadores de todo el mundo para que contribuyan al desarrollo de Linux, esto motivó a resolver problemas individualmente, o trabajando en equipo; además dio la posibilidad de añadir nuevas funcionalidades para perfeccionar el sistema. La única condición es compartir el trabajo realizado con su respectivo código fuente, a esto se lo conoce como GNU General Public License (GPL) (Correa, 2007).

En la actualidad hay varias razones para usar Linux debido a que, el sistema ofrece estabilidad, seguridad y velocidad. Es un sistema operativo muy robusto al momento de trabajar con redes, actualmente se ha convertido en el

sistema preferido para la implementación de servidores. Además varios productores de Bases de Datos como Oracle, Informix y Sybase al igual que de suites ofimáticas como Aplix, Corel y OpenOffice, Nero, entre otros, ofrecen sus productos para Linux (Leblanc, 2001).

1.6.1. Kernel de Linux.

Para describir el kernel, hay que tener en cuenta que cada uno de los computadores está dotado de diferentes dispositivos como un lector de discos, disco duro, tarjeta de video, USB, entre otros, y cada uno necesita ser reconocido adecuadamente; para esto, el encargado es el kernel.

Este es el programa que ayuda a que todos los componentes ejecuten su tarea, por ejemplo, abrir un documento, borrar información de un dispositivo que permita dicha acción, dar formato a un disco duro, CD o DVD, o mostrar una imagen en pantalla. El kernel debe saber cómo interpretar y hacer que interactúen los diferentes componentes, así como controlar las tareas que a menudo se llevan dentro de un computador. Para la optimización del hardware con Linux es necesario reconocer que clase de kernel se usará, puede ser el kernel genérico o el personalizado (Morris, 2002).

1.6.1.1. Kernel genérico vs kernel personalizado.

Con la comprensión de que el kernel es el encargado de realizar la tarea del funcionamiento correcto de los dispositivos de un computador, se debe tener en cuenta, al arrancar un equipo con una distribución de Linux, o al realizar una

nueva instalación, que se está operando con un kernel genérico, que es aquel que tiene la capacidad de funcionar en varios equipos con características completamente diferentes (por ejemplo un Pentium I a un Pentium IV o a su vez los últimos equipos de la actualidad como el Intel CORE i7). El kernel es el que tiene los controladores de la mayoría de los dispositivos de un computador, esto se efectúa por medio de módulos que se cargan conforme se detectan en un equipo (LABS, 2005). Por otro lado, un kernel personalizado es aquel que es compilado a la medida para suplir la necesidad de un usuario; esto le asegura que estará optimizando al 100% el uso del equipo y cada uno de los dispositivos, la optimización se da porque añade los módulos que se necesitan. Por medio del kernel personalizado se tiene la ventaja de ganar rapidez en el arranque, y no cargar una base completa de controladores; adicionalmente el kernel personalizado es más ligero y más rápido, se hace uso de la versión preliminar.

Por tanto crear un kernel personalizado brinda la oportunidad de usar un kernel reciente que sea capaz de trabajar con nuevos componentes y que pueda tener mejoras en su código, respecto a versiones anteriores (Landívar, 2009).

1.6.2. Distribuciones de Linux.

En Linux existen diferentes distribuciones con un núcleo, con bibliotecas y herramientas del proyecto GNU. La distribución GNU/Linux incluye todas las variantes del sistema operativo, que incorpora paquetes de software que satisfacen las necesidades de un grupo específico de usuarios, brindando versiones domésticas, empresariales y para servidores. Algunas distribuciones

que se encuentran en sus versiones comerciales como libres son: CentOS (Red Hat), Ubuntu, Mandriva (Canonical Ltd.) (Correa, 2007).

1.6.3. Herramientas de administración de Linux.

En un sistema Linux, se tiene un sinnúmero de herramientas para diferentes aplicaciones, como por ejemplo para administración remota, diferentes clases de servidores, soluciones para oficinas y el hogar como su paquete Libreoffice, aplicaciones para multimedia, y la herramienta aplicativa para la telefonía y videotelefonía IP.

1.6.3.1. Asterisk.

Asterisk permite conectividad en tiempo real entre las redes PSTN y redes VoIP, pero para conectarse a la red telefónica tradicional debe añadir el correspondiente periférico dedicado (Correa, 2007).

1.6.3.1.1. Aplicaciones.

Asterisk incluye varias características que anteriormente estaban únicamente a disposición de sistemas propietarios, los cuales muchas veces eran costosos. Algunas de las aplicaciones que permite asterisk es la creación de extensiones, envío de mensajes de voz a un e-mail, llamadas en conferencia y videoconferencia, menús de voz interactivos, distribución automática de llamadas, entre otras (Correa, 2007).

Adicionalmente se pueden crear nuevas funcionalidades mediante el propio lenguaje de Asterisk o módulos escritos en C o mediante la correcta programación en Perl y otros lenguajes. Algunas aplicaciones que brinda el software Asterisk, al realizar la conexión de llamadas de entrada con las llamadas de salida u otros usuarios de asterisk, son por ejemplo el VoiceMail (correo de voz), Meetme (conferencia), entre otras. Para ver las aplicaciones disponibles en Asterisk se usa el comando “show applications” en la interface de la línea de comando de asterisk (Correa, 2007).

1.6.3.1.2. Módulos.

Para el correcto funcionamiento y una adecuada configuración de Asterisk se requiere de módulos que se describen a continuación (Correa, 2007):

- **asterisk:** Ficheros base del proyecto.
- **zaptel:** Soporte para hardware. Drivers de tarjetas.
- **libpri:** Soporte para conexiones digitales.
- **addons:** Complementos y añadidos del paquete Asterisk, este módulo es opcional.
- **sounds:** Aporta sonidos y frases en diferentes idiomas.

Asterisk básicamente está compuesto de tres paquetes: el programa principal Asterisk (asterisk), los drivers de telefonía Zapata (zaptel), y las librerías PRI (libpri). Si por algún motivo un usuario requiere implementar una red pura de VoIP, lo único obligatorio será el paquete *asterisk*, pero se recomienda como mínimo se instale los tres paquetes antes mencionados, ya que posteriormente

se tendrá la posibilidad de ir adicionando los módulos que se requiera (Correa, 2007). En la tabla 6, se resumen las principales características de Asterisk.

Tabla 6. Resumen de características técnicas de Asterisk.

Característica	Detalles
Funcionalidades y características	Central telefónica que permite a teléfonos conectados a la central se comuniquen entre ellos y comunicarse con la red telefónica tradicional.
Autores	Creado por el Estadounidense Mark Spencer (Digium)
Compatibilidad a Periféricos PCI	Asterisk soporta varios periféricos dedicados a diferentes aplicaciones, que se conectan en puertos PCI o algún otro tipo de puerto del equipo.
Códec y Conversores	G.711 -G.723.1 -G.726 -G.729 -GSM -iLBC -LPC10 -Speex -ADPCM
Protocolos de señalización	H323, IAX e IAX2, MGCP, MODEM, NBS, Phone, SIP, Skinny, VOFR, VPB, ZAP, Unicall
Sistema Operativo	Corre sobre plataforma Linux que es la más estable, robusta y segura en la que se usa.
Requisitos de Hardware	Procesador de 500MHZ o superior. Mínimo 256MB de memoria RAM. Disco duro de 10GB.
Administración	Posee consola para administración
Facilidad de uso	Complejo
Flexibilidad	De gran tamaño, potente y flexible que sigue creciendo e integrando más funcionalidades cada día

En la actualidad existen dos plataformas especializadas para VoIP, que como base, tienen el sistema operativo de software libre CentOS, estas plataformas se llaman respectivamente Elastix y Trixbox (Cruz, 2007).

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL Y REQUERIMIENTOS A FUTURO DE LA ORGANIZACIÓN “MLE¹⁵”.

2.1. GENERALIDADES.

2.2. LA ORGANIZACIÓN “MLE”.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN DE LA MLE.

2.4. REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE LA “MLE”.

¹⁵ Misión Liebenzell del Ecuador

2.1. Generalidades.

En este capítulo se verifica la situación actual de comunicación de la organización “MLE” además los requerimientos a futuro que tendrá dicha organización. Se realizará una comparación de posibles soluciones que pueden aplicarse en la organización “MLE”, se plantea el prototipo de la central de videotelefonía como la solución más adecuada para suplir la necesidad de comunicación interna de la organización.

2.2. La organización “MLE”.

La organización “MLE”, fue fundada el 7 de agosto de 1992, es parte de la Misión Liebenzell Internacional con sede en Alemania, como una organización sin fines de lucro. Está ubicada en la ciudad de Ibarra en la dirección Luis Felipe Borja 9-111 y Fray Vacas Galindo, en la figura 13, se muestra la infraestructura física que actualmente dispone la organización MLE.



Figura 13. Edificación de la organización “MLE”, ubicada en la ciudad de Ibarra.

La organización “MLE” realiza varias actividades en la ciudad de Ibarra y sus alrededores, como programas de alfabetización en zonas rurales avaladas por el Ministerio de Educación del Ecuador, apoyo social a las clases necesitadas, programas de ayuda para niños, programas radiales de reflexión, campamentos para jóvenes, entre otros. En la figura 14, se muestra cómo está organizada la “MLE” en el Ecuador.

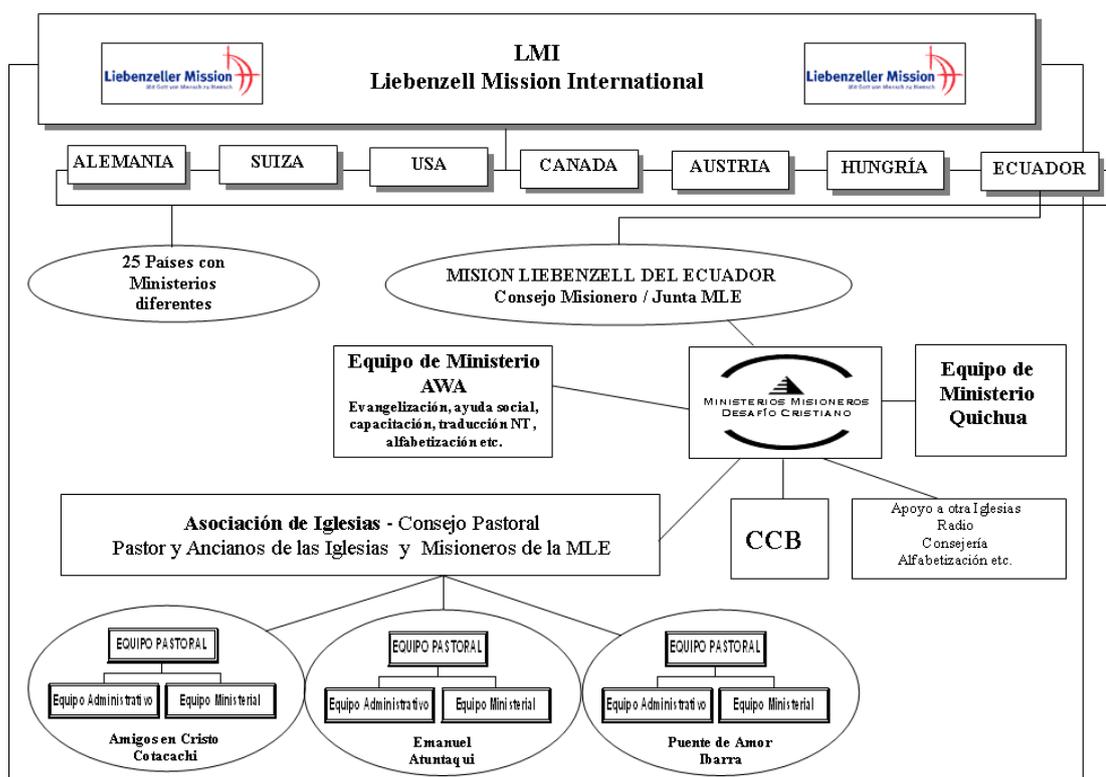


Figura 14. Organigrama de la Misión Liebenzell del Ecuador.

Fuente: Archivos del director de la Misión Liebenzell del Ecuador.

2.3. Descripción de la red LAN de la MLE.

La “MLE” funciona en su propio edificio. En la planta baja funciona una sala de reuniones con capacidad para trescientas personas y una oficina con una estación de trabajo, el primer piso se encuentra dividido de la siguiente manera: tres oficinas, cada una con su estación de trabajo, una oficina para

secretaria con su estación de trabajo, una librería con una estaciones de trabajo y tres computadores para prestar servicios de internet, y dos estudios de radio, cada uno con su respectiva estación de trabajo, el segundo piso actualmente es usado como salones de clases, y el tercer piso se ubicaran dos estaciones de trabajo que serán habilitadas a futuro. En la 15, se detalla cada una de las estaciones de trabajo.



Figura 15. Descripción actual de las estaciones de trabajo de la organización "MLE".

La "MLE" cuenta con cableado estructurado con cable UTP categoría (5e)¹⁶, con una red LAN de 100 Mbps en topología estrella, mediante un switch marca dlink serie DES-1008 el cual permite la conexión hacia las diferentes plantas de la organización "MLE", además cuentan con una sola línea telefónica para realizar llamadas locales, nacionales y celular. Adicionalmente cuenta con un ruteador inalámbrico genérico dlink DI-614+ para el acceso de algunos usuarios, también tiene en la actualidad una conexión de internet personal de

¹⁶ La categoría 5, es uno de los grados de cableado UTP descritos en el estándar EIA/TIA 568B el cual se utiliza para ejecutar CDDI y puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 MHz.

1536 Kbps que les provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), esta conexión es para todas las estaciones de trabajo como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Características de los equipos de conectividad en la red.

FUNCIÓN	# PUERTOS	ENLACE	CAPA MODELO OSI	WLAN	PUERTO GB ETHERNET	PORT TRUNK	ROUTER
DLINK DES-1008	8	LAN	-	-	-	-	-
DLINK DI-614+	4	LAN	-	SI	-	-	SI

2.3.1. Topología física.

La Topología Física de la red LAN en la organización “MLE”, consta de once computadores conectados en estrella, donde cuatro equipos son conectados en forma inalámbrica a la red por medio del ruteador inalámbrico. En la Figura 16, se indica la distribución de la red de la organización.

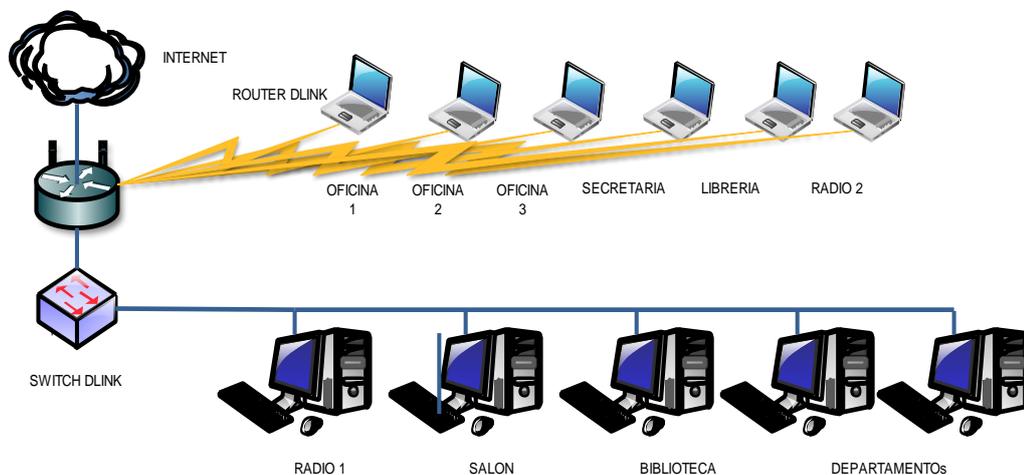


Figura 16. Representación de la topología física de la red en la organización “MLE”.

2.3.2. Direccionamiento de la red LAN “MLE”

La “MLE” consta de una red de datos con direccionamiento de red privada clase C (192.168.1.2 con una máscara de red de 24 bits), las direcciones son asignadas, para cada uno de los computadores, de manera dinámica, mediante

la gestión de router inalámbrico, del mismo equipo se conectan los switches encargados de compartir los puntos de red a los diferentes usuarios del edificio.

2.3.3. Análisis de tráfico.

En las comunicaciones, la telefonía IP, así como otros tipos de aplicaciones, deben tener medidas de tráfico de calidad fiable, y poder de esta manera ofrecer un servicio satisfactorio al usuario (CISCO, 2008).

La audición de la voz depende directamente de las características más comunes de una red en la que se va a transmitir datagramas IP. Existen distintos valores para poder evaluar la calidad de funcionamiento de la red, señalando las siguientes: retardo, ancho de banda, pérdidas, entre otros. Estos dependen del punto o puntos de la red en donde se mide. Las mediciones más comunes pueden ser: medir el retardo que se produce de extremo a extremo entre origen y destino, o el retardo en uno de los trayectos por los que atraviesa el tráfico (CISCO, 2008).

Al analizar los requerimientos es necesario implementar herramientas de software que permita obtener lecturas de los niveles de carga que tienen que soportar la aplicación de voz y video. Para el efecto la herramienta basada en software libre iperf se instalan los paquetes en un computador que haga el trabajo de servidor, que ayuda a medir el envío y recepción de paquetes, similar a la aplicación de comunicación que se quiere implementar dentro de la organización.

A continuación se muestra un cuadro en el que se encuentra el promedio de los valores tomados en una semana desde una máquina de usuario a una máquina servidor. Estos valores fueron tomados gracias al paquete instalado en máquinas Linux iperf, que es una alternativa moderna para medir el rendimiento de TCP y UDP en las comunicaciones de las redes de área local.

En el anexo B se puede observar todos los valores obtenidos al realizar las mediciones necesarias para obtener el análisis del tráfico de la red en la organización “MLE”.

Para poder medir de manera efectiva el estado actual del tráfico se usara la herramienta de software libre Iperf, es una aplicación que tiene la opción de obtener información de retardo, consumo de ancho de banda, pérdida de paquetes, entre otras funcionalidades. Para analizar esas lecturas, se recolectaron los reportes realizados por esta herramienta en un lapso de 10 días, desde el 14 hasta el 24 de Junio del 2011. Estos valores se tomaron en un tiempo menor a 5 minutos cada día y en diferentes horarios, para así poder recolectar en forma más real los diferentes valores que la red de la organización produciría en el día.

En la tabla 8, se observa un Jitter promedio de todos los valores obtenidos en el transcurso de 2 semanas. Este Jitter es bastante pequeño debido a que la red no se está utilizando en toda su capacidad. Se puede apreciar que los valores

promedio no superan el valor máximo para una buena transmisión que se utiliza en la red.

Tabla 8. Los valores de ancho de banda, jitter, datagramas perdidos en la red de la organización “MLE” obtenidos por la herramienta iperf.

UDP buffer size: 108 KByte (default)					
Interval (sec.)	Transfer (MBytes)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter promedio. Iperf automático (ms)	Lost/Total Datagrams	
0.0-10.0	11,9	9,9	0,949	0/ 8488 (0%)	Martes 124 Junio-2011
0.0-10.0	11,9	10	0,861	0/ 8502(0%)	Miércoles 15Junio-2011
0.0-10.0	11,8	9,9	0,945	0/ 8445 (0%)	Jueves 16J unio-2011
0.0-10.0	11,9	10	0,701	0/ 8501 (0%)	Viernes 18 Junio-2011
0.0-10.0	11,8	9,9	0,947	0/ 8432 (0%)	Sábado 19 Junio-2011
0.0-10.0	11,9	9,9	0,872	0/ 8469 (0%)	Martes 22 Junio-2011
0,0-10,0	11,9	10	0,833	0/ 8505 (0%)	Miércoles 23Junio-2011
0,0-10,0	11,9	10	0,828	0/ 8503 (0%)	Jueves 24 Junio-2011
0,0-10,0	11,9	10	0,926	0/ 8505 (0%)	Viernes 25 Junio-2011
0,0-10,0	11,9	10	0,029	0/ 8505 (0%)	Sábado 26 Junio-2011

Al analizar y observar estos datos que se envían en un tráfico UDP de 108 Kbyte se puede decir que esos valores son estables todos los días en que se realizó estas medidas., ya que no se observa una variación considerable de los datos de la red en la organización “MLE”.

Con el fin de visualizar de mejor manera esta información, se presenta la figura 17, que muestra el reporte de Jitter que se obtuvieron en 10 días. Todos los valores que conforman esta tabla se encuentran en el Anexo B, se observa que los días (sábados) hay menos uso de la red, se tiene un Jitter menor a los días de la semana.

En la Figura 17, se muestra los datos enviados y recibidos durante las dos semanas de prueba, el día lunes tiene una variación, debido a que ese día no se labora en la organización, y únicamente los que acceden a la red son los usuarios de los departamentos, con los datos obtenidos se puede notar que no hay un consumo excesivo de la red y es una red adecuada para la implementación de un sistema de comunicación.

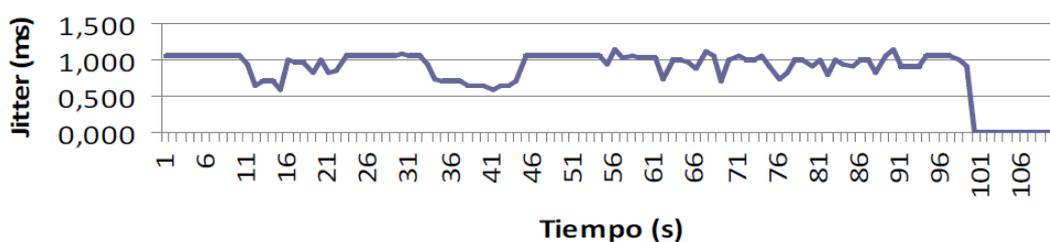


Figura 17. Reporte de jitter en la organización "MLE".

En la tabla 9, se observan los valores de retardo obtenidos en la red de la empresa, gracias a la herramienta PING. Esta comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco (ambos definidos en el protocolo de red ICMP). Se usa para medir la latencia o tiempo que tardan en comunicarse dos puntos remotos.

Esta herramienta se la utiliza desde una máquina de un usuario Linux a una máquina servidor (Web). Los resultados mostrados son un pequeño resumen estadístico de los paquetes enviados, teniendo el retardo mínimo, promedio y máximo, de un paquete que se transmite al usar el comando ping.

Tabla 9. Valores de retardo, paquetes transmitidos, paquetes perdidos.

RTT (Round Trip Delay Time) mínima (ms.)	RTT Promedio (ms.)	RTT Máximo (ms.)	Num. Paquetes transmitidos	Num. Paquetes recibidos	Paquetes perdidos	
0,28	0,736	1,822	11	11	0%	Martes 124 Junio-2011
0,274	0,97	3,384	10	10	0%	Miércoles 15 Junio-2011
0,286	0,581	1,361	10	10	0%	Jueves 16J unio-2011
0,185	0,749	1,33	10	10	0%	Viernes 18 Junio-2011
0,382	0,766	1,774	6	6	0%	Sábado 19 Junio-2011
0,226	0,941	2,209	9	9	0%	Martes 22 Junio-2011
0,193	0,507	1,28	11	11	0%	Miércoles 23 Junio-2011
0,201	0,891	1,29	11	11	0%	Jueves 24 Junio-2011
0,185	0,684	1,28	9	9	0%	Viernes 25 Junio-2011
0,186	0,806	1,28	9	9	0%	Sábado 26 Junio-2011

2.3.4. Análisis telefónico.

Se va a realizar el análisis del servicio telefónico del que dispone la organización “MLE”. Con este análisis se conocerá las necesidades de los usuarios y se establecerá si estas necesidades van a ser resueltas con videotelefonía IP. La organización dispone actualmente una línea telefónica, provista por la empresa “CNT”, presta servicios para realizar llamadas locales, provinciales, llamadas a celular, envío y recepción de fax.

2.3.4.1. Metodología de investigación

Se puede decir que la metodología de investigación permite descubrir, averiguar, estudiar, dar explicaciones mediante un método sistemático a las diferentes preguntas que se tiene en una investigación Mediante una

investigación de campo que se sustenta en base a entrevistas, cuestionarios, encuestas, observaciones entre otras, se tendrá una metodología de contacto directo con el objeto a estudiar. Se realizó una encuesta al personal de la empresa para hacer un estudio más a fondo de las llamadas (6 personas).

Mediante esta investigación de campo que se sustenta en base a encuestas, vamos a tener una metodología de contacto directo con el objeto a estudiar. Y para poder tener un estudio más minucioso y más exacto, durante una estadía de 5 días en la empresa se va a realizar un análisis de todas las llamadas telefónicas diarias.

2.3.4.1.1. Análisis de resultados de las encuestas.

El análisis de resultados de la encuesta se va a realizar pregunta por pregunta debido a que varias de estas tienen 2 o más respuestas. Se encuestó únicamente a seis usuarios debido a que ellos son los que permanecen en la organización tiempo completo en las horas laborables, los demás usuarios por diferentes responsabilidades están ocasionalmente en la organización.

Pregunta 1:



Figura 18. Resultado de las encuestas pregunta 1.

En la figura 18, se observa el número de llamadas telefónicas que se reciben en una hora en un día normal de trabajo, se encuentra una frecuencia de un 100% de 0 a 10 llamadas en relación a las demás opciones.

Pregunta 2:



Figura 19. Resultado de las encuesta pregunta 2.

El número de llamadas que se realizan en una hora en un día normal de trabajo también tuvo una frecuencia de 100% de todos los encuestados, escogiendo la opción entre 0 y 10 llamadas realizadas en hora como se muestra en la figura 19.

Pregunta 3:



Figura 20. Resultado de las encuesta pregunta 3.

En la figura 20, se aprecia la relación de qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas telefónicas se encuentra entre el martes con 2 usuarios y la otra opción todos los días con 4 participantes. Esto puede deberse porque muchas personas están buscando alguna clase de ayuda, mientras que la administración y algún otro usuario tienen más llamadas telefónicas los martes, para poder planificar las actividades semanales, entre otros.

Pregunta 4:

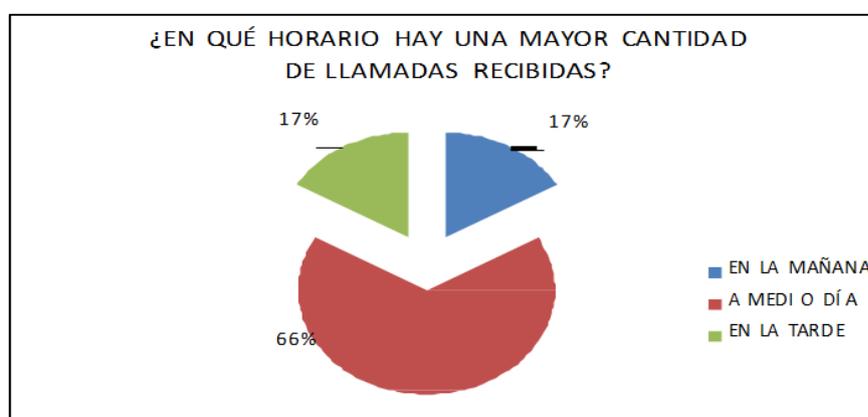


Figura 21. Resultado de las encuesta pregunta 4

En la figura 21, se muestra el horario en que mayor cantidad de llamadas telefónicas se recibe, se observa con mayor frecuencia a medio día con un 67%, muchos usuarios son los que más llaman a estas horas debido a que salen de sus trabajos, y finalmente en la mañana con un 16%, obteniendo que en la secretaria sea donde más llaman.

Pregunta 5:

Figura 22. Resultado de las encuesta pregunta 5.

En la figura 22, se observa la duración que tiene las llamadas telefónicas se encuentra con un 67% de 2 a 5 minutos, debido a que ese es el tiempo empleado en proporcionar información u otros datos. Luego con más de 10 minutos por un 16%, coordinación de eventos sociales. Seguida muy de cerca de 0 a 3 minutos con un 16%, que son llamadas recibidas para realizar consultas entre otros. Con los datos obtenidos en el próximo capítulo serán de mucha utilidad para el dimensionamiento del prototipo.

2.4. Requerimientos de comunicación de la “MLE”.

La organización “MLE” actualmente no posee un sistema de comunicación interno; esto, sumado a su alta propensión al crecimiento, hace imprescindible la implementación de un sistema de comunicación que sea suficientemente flexible, escalable, confiable y fácil para usarlo, con el fin de satisfacer la necesidad interna. Además por tratarse de una organización sin fines de lucro es difícil que pueda acceder a una central telefónica debido a su precio, pagos

de implementación, entre otros. Además se va a realizar el análisis del servicio telefónico del que dispone la organización “MLE”. Con este análisis se conocerá las necesidades de los usuarios y se establecerá si dichas necesidades van a ser resueltas con videotelefonía IP.

La organización dispone actualmente de 1 línea telefónica, provista por CNT¹⁷ presta servicios para realizar llamadas locales, provinciales, llamadas a celular, envío y recepción de fax.

2.4.1. Requerimientos actuales.

La necesidad principal de la “MLE” es tener un sistema de comunicación interno, que permita comunicarse entre todos los usuarios de la organización, que no genere gastos excesivos para su implementación, además que aproveche la red de datos actual, que permita comunicar al exterior de la red a todos los usuarios, por medio de una línea telefónica.

Para poder solucionar este problema es necesario hacer una inversión de cientos de dólares o que en ciertos casos que puede llegar a los miles, sin tener los resultados esperados. Por ejemplo, se tiene una central telefónica tradicional que permite tener una comunicación básica, a un precio módico, pero se necesita dispositivos adicionales como teléfonos con soporte para una central telefónica, cableado telefónico, costos por la instalación y configuración, entre otros.

¹⁷ CNT: sus siglas significan “Corporación Nacional de Telecomunicaciones”

Con el análisis de la situación actual de la red en la organización “MLE”, se llega a determinar que es factible implementar un servicio de comunicación IP dentro de su red, para su interacción interna como externa, siempre y cuando se tenga en cuenta parámetros siguientes:

Al hablar del Jitter, se debe intentar mantener el valor que actualmente existe (valores promedios obtenidos anteriormente) de la transmisión de datos de la empresa, para así garantizar que no existan pérdidas. Donde los valores obtenidos gracias a las lecturas tomadas de este no supera el 1ms.

Igualmente al hablar del retardo, se debe mantener los valores bajos, intentando en lo posible no superar demasiado los valores indicados, para tener una aceptable conversación. Donde según las lecturas tomadas, el retardo más alto no supera los 5 ms. Este valor no produciría un retardo excesivo en la red. Además un valor importante a mantener es el porcentaje de paquetes perdidos, donde los resultados obtenidos muestran un porcentaje de pérdida del 0,32%.

2.4.2. Requerimientos a futuro.

La organización “MLE” requiere un sistema de comunicación que brinde sus servicios de 5 a 10 años o más. Para cumplir con los requisitos a futuro de la organización se hace indispensable tener una estimación del número de posibles usuarios que tendrá, por tal motivo se tomó como referencia los datos de crecimiento de la organización desde el año 2006 al 2011, que se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Número de usuarios de la organización “MLE”

AÑOS	USUARIOS
2006	4
2007	5
2008	6
2009	8
2010	9
2011	10

Estos datos indican el crecimiento de los usuarios en los últimos 6 años dentro de la organización. La Tabla 11, corresponde a la tasa de crecimiento anual de los usuarios de la organización, Para obtener una mejor proyección de los posibles usuarios en los próximos años se toma en cuenta la tasa de crecimiento del total de usuarios.

Ejemplo de cálculo:

Año 2006 – 2007

$$\text{Tasa de crecimiento} = \frac{(5 - 4) * 100\%}{4}$$

$$\text{Tasa de crecimiento} = 25\%$$

Tabla 11. Tasa de crecimiento porcentual anual de los usuarios de la organización “MLE”.

AÑO	Porcentaje
2006-2007	25
2007-2008	20
2008-2009	33
2010-2011	13
Tasa de crecimiento anual promedio	22,7

En la tabla 12, se tiene una proyección estimada del crecimiento de los usuarios hasta el año 2020, tomando en cuenta la tasa de crecimiento anual promedio del 22,7% aproximadamente, en la figura 23, es decir para el año 2020 se tendrá aproximadamente unos 21 usuarios.

Tabla 12. Tasa de crecimiento anual de los usuarios aplicando 22.7% anual.

AÑOS	USUARIOS
2006	4
2007	5
2008	6
2009	8
2010	9
2011	10
2012	11
2013	13
2014	14
2015	15
2016	16
2017	18
2018	19
2019	20
2020	21

USUARIOS ORGANIZACIÓN MLE

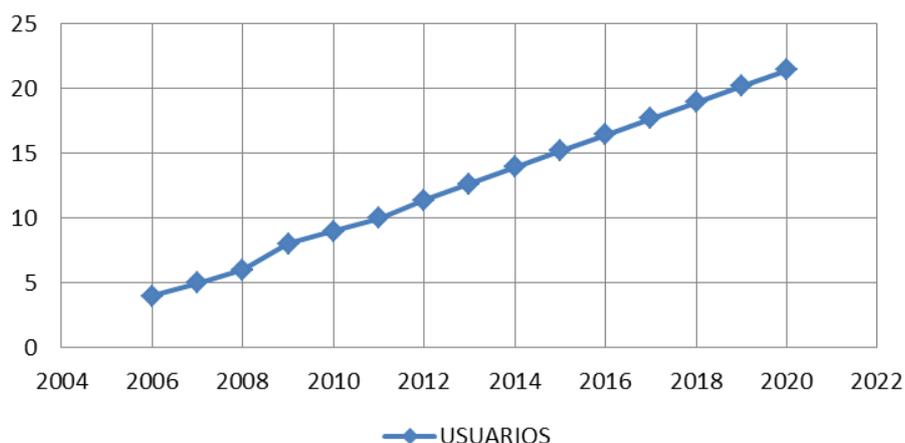


Figura 23. Proyección estimada de crecimiento de los usuarios de la organización "MLE" hasta el año 2020

Un requisito importante que el sistema de comunicación deberá cumplir con la facilidad de trabajar con el protocolo IPv4, y también con el protocolo IPv6, que en pocos años la mayoría de usuarios se verán obligados a migrar.

En este capítulo es necesario aclarar que el presente proyecto tendrá algunas restricciones de carácter económico, debido a que la organización no está en condiciones de adquirir equipos de red más sofisticados como un switch capa dos o tres para la gestionar las red, y brindar QoS por tal motivo el prototipo contara con un servidor adicional que permite el soporte de QoS, para garantizar localidad de servicio de VoIP.

Con estos parámetros en cuenta en el próximo capítulo se realizara el diseño del prototipo de la central de videotelefonía ajustándose a los requerimientos y al equipamiento que cuenta la organización.

CAPITULO 3

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIMAATEL.

3.1. GENERALIDADES.

3.2. PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO.

3.3. DISEÑO DEL PROTOTIPO.

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.

3.5. ADMINISTRACIÓN DE JITSY SOFTPHONE.

3.6. ENSAMBLAJE DEL SERVIMAATEL.

3.7. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIMAATEL.

3.1. Generalidades.

En este capítulo se desarrolla el diseño y la implementación del prototipo de central de videotelefonía basado en los requerimientos actuales y a futuro de la organización “MLE”, aprovechando las ventajas del software libre.

Se definen las especificaciones de forma clara y precisa para obtener los requerimientos, funcionalidades y restricciones del sistema operativo a utilizar, y de esta manera especificar un sistema operativo estable y robusto que tenga un completo repositorio de paquetes de software libre que puedan ser configurados dentro de la plataforma elegida.

Para diseñar el prototipo se tomará en cuenta el estudio realizado de la plataforma Trixbox y de los diferentes protocolos que intervienen al momento de implementar VoIP, se desarrolla el dimensionamiento de la central de videotelefonía para tener una manera sencilla de cómo implementarla.

Además, para la selección del software se utilizará la norma IEEE 830 que se encuentra en el ANEXO C del presente trabajo de grado.

3.2. Diseño del prototipo.

Para que sea posible el diseño del prototipo de la central de videotelefonía se toma en cuenta la necesidad de comunicación interna de la organización “MLE”, el estudio de la situación actual y de los componentes de red con los que cuenta la organización descritos en el capítulo 2. En la figura 24, se observa el

diagrama en bloques del diseño de la central de videotelefonía, que se compone básicamente de hardware y software.

En el presente trabajo de grado, por tratarse de un prototipo de una central de videotelefonía bajo software libre, se le da el nombre de “SERVIMAATEL”.

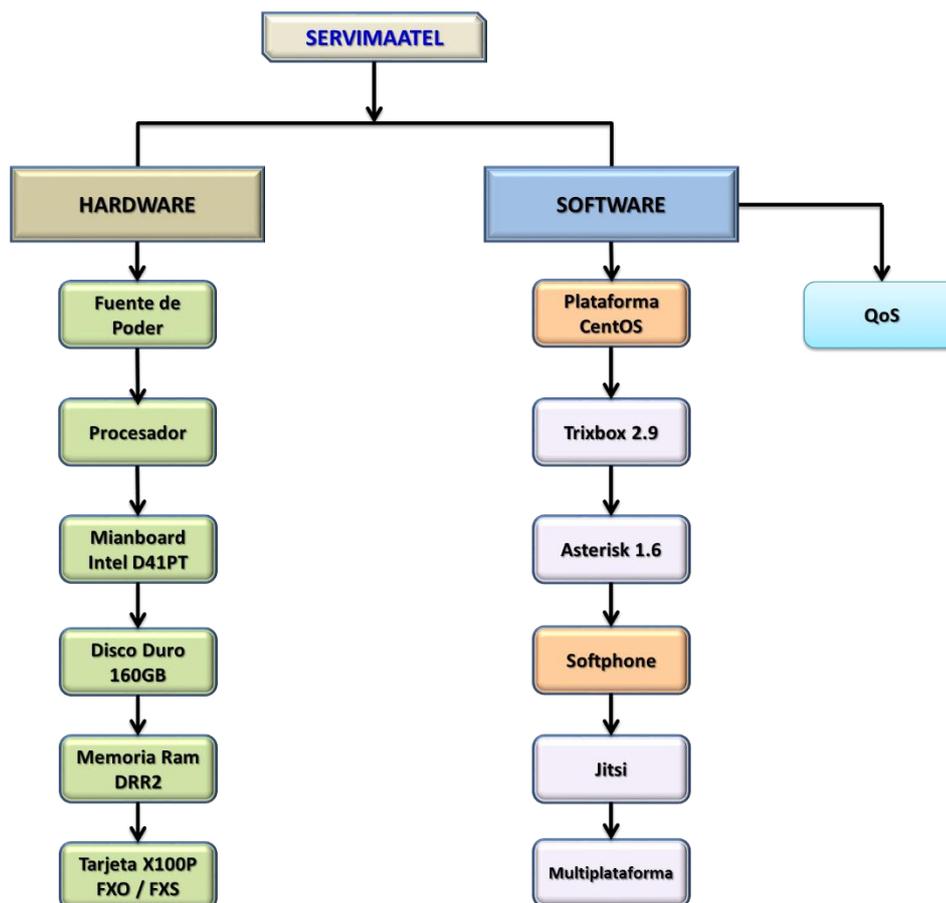


Figura 24. Diagrama en bloques del “SERVIMAATEL”.

3.2.1. Software del Servimaat.

En el “SERVIMAATEL” la parte fundamental es el software libre debido a que es posible modificarlo según los requerimientos y necesidades, permitiendo el diseño de una central de videotelefonía flexible a modificaciones, actualizaciones y con la posibilidad de agregar nuevas funcionalidades que

pueden aparecer a futuro. La instalación, implementación y configuración del software en el prototipo de la central de videotelefonía IP, debe permitir manejar en forma eficiente todo el software, interfaces y aplicaciones. El sistema operativo será exclusivamente software libre, que debe permitir el uso de otras aplicaciones que necesariamente deben ser libres. El Software debe trabajar con cualquier tipo de procesador, sea este Intel o AMD, en la tabla 13, se resumen lo requisitos funcionales para la elección del software para el prototipo.

Tabla 13. Requisitos funcionales para selección de sistema operativo.

Ítem	Descripción
Software Libre	El sistema operativo debe ser libre es decir con licencia GPL o similar.
Estabilidad	El software no debe ser de prueba, ni en desarrollo, es decir debe ser una versión estable, y disponible actualmente.
Seguridad	Garantizar la seguridad en el acceso al núcleo de memoria.
Velocidad del sistema de arranque.	El arranque del sistema debe ser lo más rápido posible, para mantener una red de comunicaciones eficiente.
Velocidad de Respuesta del Sistema	La respuesta del sistema operativo ante transferencia y reenvío de paquetes de información debe ser rápida para mantener eficiencia.
Documentación	La documentación y ayuda de parte de los desarrolladores del sistema operativo, sea, en las comunidades de Internet, o folletos debe ser variada, para facilitar el aprendizaje y conocimiento.
Repositorio de paquetes	Disponer de los paquetes suficientes incluidos para el funcionamiento correcto del sistema operativo y que incluyan sus respectivas licencias GNU GPL.
Configuración	El sistema operativo contará con facilidades para que los administradores puedan configurar todas las funcionalidades y funciones por medio de herramientas basadas en consola de texto.
Arquitecturas soportadas	El sistema operativo tendrá la facilidad de instalarse en la mayor variedad de arquitecturas presentes actualmente.
Requisitos de Hardware	Los requisitos de hardware del sistema operativo deben ser los mínimos. Es decir que no sea tan complicado conseguir ni tampoco muy caro.

En la actualidad hay dos plataformas que son las más conocidas en el campo de la administración de la telefonía IP, que además cumplen con las características mencionadas en la Tabla 16, las dos plataformas se describen a continuación:

Elastix: Está diseñado para su funcionamiento sobre 4 programas de software como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico respectivamente, las características más importantes se enlistan a continuación **(ELASTIX, 2009)**:

- Interfaz web para el usuario.
- “Fax email”, se puede enviar algún documento digital a un número de fax a través de una impresora virtual.
- Configuración gráfica de parámetros de red.
- Reportes de uso de recursos.
- Opciones para reiniciar/apagar remotamente.
- Reportes de llamadas entrantes/salientes y uso de canales.
- Módulo de correo de voz integrado, mediante interfaz web.
- Módulo de panel operador integrado.
- Sección de descargas con accesorios comúnmente usados.
- Interfaz de ayuda integrada.
- Soporte Multi-lenguaje.

Trixbox: Es un software de código abierto, que tiene características similares a la plataforma Elastix con varios beneficios que se resumen a continuación

(FONALTY, 2011):

- Contestador Automático (IVR).
- Soporte Multi-lenguaje.
- Soporte de mensajería.
- Integración con Outlook.
- Buzón de voz.
- Mensajes de voz a email.
- Teléfonos analógicos e IP.
- Panel de control web.
- Reportes y monitorización.
- Puentes para conferencias.
- Soporte de video.
- Servidor de mensajería instantáneo Openfire.
- Soporte de mensajería externa, Hotmail, Yahoo, Gmail.
- Entre otras características.

Comparación entre Elastix y Trixbox: Las diferencias que existen entre Elastix y Trixbox, se resume en la tabla 17.

Tabla 14. Comparación de características técnicas entre Elastix y Trixbox.

Característica	ELASTIX	TRIXBOX
Funcionalidades y características	Tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX Asterisk de código abierto	Software aplicativo que integra las mejores herramientas disponibles para PBXs basados en Asterisk.
Autores	Palosanto soluciones.	Realizado por la empresa mexicana Trixbox sa.
Compatibilidad a Periféricos PCI	Facilidad de uso con diferentes tipos de marcas.	Compatible con un sin número de marcas de equipos
Codecs y Conversores	ADPCM -G.711 -G.722 -G.723.1 -G.726 -G.729 -GSM iLBC	G.711 -G.723.1 -G.726 -G.729 -GSM -iLBC
Protocolos de señalización	IAX e IAX2 , H.323 , SIP , MGCP, SCCP	H323, IAX e IAX2, MGCP, SIP
Sistema Operativo	Es basada en el Sistema Operativo GNU Linux CentOS.	Corre sobre plataforma Linux que es la más estable, robusta y segura en la que se usa.
Requisitos de Hardware	Pentium III de 500MHz 256MB de RAM 8GB en disco	400Mhz Pentium II PC o mejor 256MB RAM o mejor Espacio de disco mínimo de 8 GB.
Administración	Posee una cómoda, sencilla y fácil de usar consola con interfaz web.	Contiene herramientas administrables bajo una interfaz Web.
Facilidad de uso	Fácil de usar	Interfaz simple y fácil de usar.
Flexibilidad	Muy flexible a nuevas aplicaciones	Es confiable, modular, robusto y flexible

Al comparar algunas características técnicas de los sistemas Elastix y Trixbox, para este proyecto se decide usar la plataforma Trixbox, debido a que brinda mejor compatibilidad códecs de video, a continuación se detallará brevemente sobre el soporte de video de Linux y del sistema Trixbox, para su posterior aplicación.

V4I2: Video 4 Linux versión 2, es quien brinda soporte para dispositivos de video en Linux, comenzó siendo un proyecto externo al kernel y que con el paso de los años se incorporó al código fuente del kernel. De todas maneras, todavía es posible trabajar parcheando el kernel con los parches que ofrecen sus desarrolladores. V4I2 permite que Linux tenga soporte de video y que sea posible realizar videollamadas desde sistemas operativos Linux (FONALTY, 2011).

Trixbox es una distribución de asterisk bajo la plataforma Linux de CentOS, permite una instalación rápida y sencilla, integra todos los mecanismos necesarios para la implementación de una PBX; es una distribución híbrida, con soporte de diferentes protocolos de IP, tiene una alta disponibilidad al momento de trabajar con video y permite la configuración según los requerimientos de los usuarios. Instala los componentes básicos de CentOS, como el servidor web Apache, de correo, base de datos Mysql y el servidor de terminal seguro OpenSSH, posteriormente se puede instalar la mayoría de aplicaciones de CentOS. Los componentes de asterisk se describirán con mayor detalle en el diseño del prototipo (FONALTY, 2011).

Entorno de trabajo Trixbox: Ofrece varios beneficios para los usuarios, al momento de comunicarse, para los administradores de Trixbox se presentan varias alternativas al momento de su implementación, ya que permite administrar las diferentes herramientas para la central de videotelefonía. Además permite al administrador monitorear remotamente por medio del terminal remoto SSH, estableciendo una comunicación segura al integrar nuevos usuarios, eliminar, sacar estadísticas de llamadas, etc. En el ANEXO D se especifica con mayor detalle como instalar y configurar el sistema Trixbox para el prototipo SERVIMAATEL (FONALTY, 2011).

3.2.2. Hardware del Servimaatel.

Al seleccionar el hardware, se toma en cuenta el diseño total de su sistema y las funcionalidades que va a tener. La arquitectura del equipo va a ser simple ya que es suficiente una plataforma de 32 bits.

Después de haber elegido la plataforma a utilizar en el prototipo, y mediante especificaciones mínimas de hardware que son establecidas con cada fabricante de software, hay que elegir el hardware tomando en cuenta la compatibilidad entre los componentes y el correcto funcionamiento del software. Para poder seleccionar el hardware de una manera correcta, se deberá conocer y calcular la cantidad de información con la que trabajará el prototipo, por tal motivo es necesario tener en cuenta los protocolos que se utilizan en el proceso de videollamada y los códecs adecuados.

3.2.2.1. Dimensionamiento del prototipo.

Para el dimensionamiento de la Red es necesario calcular la cantidad de ancho de banda necesario para ofrecer el servicio de voz y video por la red LAN. Para calcular este valor es necesario saber cuántas líneas telefónicas se necesita para un determinado número de extensiones o troncal SIP. Para tal motivo es necesario plantear algún modelo de tráfico y analizar los volúmenes de tráfico consumidos en la organización. Una vez hallada la cantidad de líneas telefónicas necesarias, se elegí un códec de voz y otro de video para el cálculo del ancho de banda total.

Para saber el número de líneas telefónicas necesarias para atender el tráfico en la hora pico¹⁸, se realiza cálculos basados en un modelo de tráfico, las características de los principales modelos de tráfico resumen a continuación (Atel, 2008).

Erlang B:

Para este proyecto se utilizara el Erlang B, por ser el más adecuado para ambientes que no hay una demanda alta de tráfico, en este caso, se supone que no hay tiempo de preparación (tiempo requerido para asignar un canal a un usuario que orden), y un canal se asigna inmediatamente al usuario, siempre que al menos haya un canal libre. Si no hay canales libres, la llamada del usuario se bloqueara, quedando sin acceso al sistema y libre para volver a intentarlo más tarde. Este método se llama bloqueado o borrado de llamada, es decir las llamadas bloqueadas se borran para lo mencionado se basa en los siguientes supuestos (Atel, 2008):

- Las llamadas se originan al azar e independientemente el uno del otro.
- El número de abonados que se llaman, que es mucho mayor en relación al número de líneas disponibles.
- No es habitual que dos o más llamadas se originan al mismo tiempo.

¹⁸ La hora pico es una medida de ingeniería de telegráfico utilizada para evaluar y planificar la capacidad de las redes telefónicas.

Así, la probabilidad de una llamada en un corto intervalo de tiempo es independiente del número de comunicación establecida, en la figura 25, se muestra el modelo de tráfico del Erlang B.



Figura 25. Modelo de tráfico Erlang B (3CX, 2010).

Es necesario realizar el cálculo de ancho de banda para transmitir el flujo de llamadas en la organización "MLE", de manera eficaz, lo primero a realizar es calcular el número de líneas telefónicas que se necesita, es importante recordar que la organización únicamente usara una línea telefónica por asuntos económicos, pero la central quedara preparada para incluir nuevas líneas a futuro, luego de sacar el dato de las líneas necesarias se debe obtener el total de ancho de banda con la ayuda de los códecs de audio como de video. Para este proyecto se usará el códec de audio GSM y de video H264 (CISCO, 2008).

Calculo de número de líneas telefónicas

Se realiza para obtener el número de circuitos telefónicos para los diez usuarios que actualmente tiene la organización, además se realiza el cálculo para los usuarios a futuro. Este cálculo es necesario para obtener la información del flujo de llamadas en la organización, la única manera que se pudo obtener

información del flujo de llamadas fue por medio del de las planillas de consumo mensual, además para obtener el tráfico de la hora pico diario se realizó por medio de una encuesta, ver punto 2.3.4 análisis telefónico del capítulo anterior, esta información sirve como ayuda para calcular la mayor demanda de tráfico diario en una hora específica, con la información obtenida se usa la calculadora de erlangs, posteriormente se obtiene el número de líneas necesarias, los minutos consumidos mensualmente y el consumo telefónico diario se muestran en la tabla 15 y 16.

Tabla 15. Consumo telefónico de minutos mensuales y diario dentro de la organización.

<u>Mes de Consumo</u>	<u>Línea telefónica</u>	<u>Total minutos consumidos</u>
Enero 2011	2612545	55
Febrero 2011	2612545	35
Marzo 2011	2612545	32
Abril 2011	2612545	45
Mayo 2011	2612545	36
Junio 2011	2612545	28
Julio 2011	2612545	23
Agosto 2011	2612545	34
Septiembre 2011	2612545	22
Octubre 2011	2612545	37
Noviembre 2011	2612545	22
Diciembre 2011	2612545	30
Promedio Total	Total min./ 12 meses =	33,25

Tabla 16. Resumen del resultado de la encuesta realizada al personal de la organización.

ENCUESTA	RESULTADO
Llamadas recibidas en una hora normal de trabajo	0 -10 para 6 usuarios
Llamadas realizadas en una hora normal de trabajo	0 a 10 para 6 usuarios
Día en que se recibe mayor cantidad de llamadas	Todos los días para los 6 usuarios
Hora de mayor cantidad de llamadas	Al medio con el 66%
Duración de las llamadas	3 a 5 minutos para lo 6 usuarios

Total minutos mensuales = 33,25 min. / Mes.

Minutos por día = 33,25 / 20 días promedio laborables de un mes.

Minutos por día = 1.7

(Día laborable 8 horas) = 1.7+10% = 1.8 min. /día.

En la organización “MLE”, aproximadamente se consume a diario 1.8 minutos, con este valor promedio y conociendo la hora de mayor demanda del día se puede realizar el cálculo para saber cuántos circuitos se necesita en la hora de mayor demanda o la hora pico del día, para saber la hora pico de tráfico de la organización es necesario multiplicar por el factor (busy hour factor) que significa el porcentaje de minutos diarios que se ofrece durante la hora más ocupada del día, dicho factor en un día laborable de horas es de 17%. “Una cifra más elevada solo se recomienda si el día laborable es más corto o si las llamadas frecuentes se realizan en distintos intervalos de tiempo”¹⁹. Para obtener la cantidad de erlangs consumidos por todos los usuarios en la hora de mayor tráfico, se calcula de la siguiente manera:

$$E_{\text{Hora pico}} = \text{total de usuarios} * 3 * 60 / 3600$$

$$E_{\text{Hora pico}} = 8 * 180 / 3600$$

$$E_{\text{Hora pico}} = 3600 / 3600$$

$$E_{\text{Hora pico}} = 0.4 \text{ Erlang en hora pico del día}$$

¹⁹ Extraído del portal web www.erlang.com, pioneros en brindar herramientas para el cálculo de tráfico telefónico y partícipes en diversas soluciones para grandes empresas.

Con este valor obtenido se usa una calculadora de Erlang B²⁰, como se mencionó anteriormente este modelo se usa en redes con pocas troncales y no existe una demanda alta tráfico. En la figura 26, se muestra el cálculo del número de circuitos telefónicos usando los valores de Erlang Hora pico = 0.4 y el número de usuarios de la organización que son ocho.

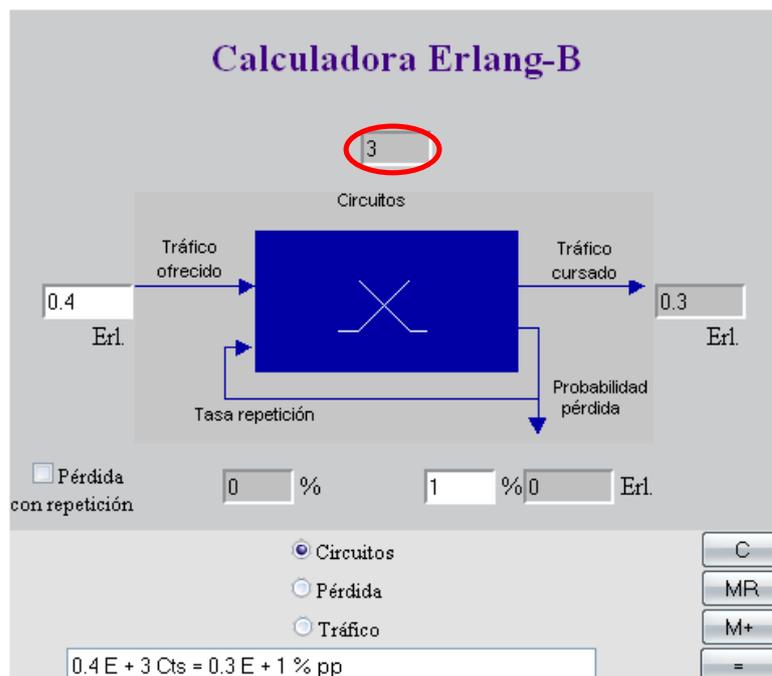


Figura 26. Cálculo de circuitos telefónicos (Terra, 2011)

Utilizando la calculadora con el modelo Erlang B, se obtiene para satisfacer el tráfico en la hora de mayor demanda para 8 usuarios se requieren 3 circuitos telefónicos. Para el dimensionamiento de es necesario saber cuántos circuitos serán necesarios para los nuevos usuarios que tendrá la organización, para tal fin se usa los mismos pasos anteriores y los resultados obtenidos se

²⁰ <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>

muestran en la tabla 17, para los 20 usuarios que tendrá el prototipo en la hora pico genera 1Erlang y para satisfacer es necesario tener 5 circuitos.

Tabla 17. Tabla de número de usuarios, hora pico y total de circuitos.

Numero de	Erlang	circuitos
Usuarios	Hora Pico	necesarios
8	0,4	3
9	0,45	3
10	0,5	4
11	0,55	4
12	0,6	4
13	0,65	4
14	0,7	4
15	0,75	4
16	0,8	4
17	0,85	4
18	0,9	5
19	0,95	5
20	1	5
21	1,05	5
22	1,1	5
23	1,15	5
24	1,2	5
25	1,25	5
26	1,3	5
27	1,35	5

Para el dimensionamiento del prototipo de la central de videotelefonía, las fórmulas se basan en la calculadora de ancho de banda de cisco, para acceder a dicha herramienta es necesario estar registrado. Es importante tener en cuenta los protocolos que transmiten datos añadidos y ocupan ancho de banda extra, como son Ethernet, IP, UDP, RTP, en la figura 27, se muestra la carga útil de los códecs de audio GSM.

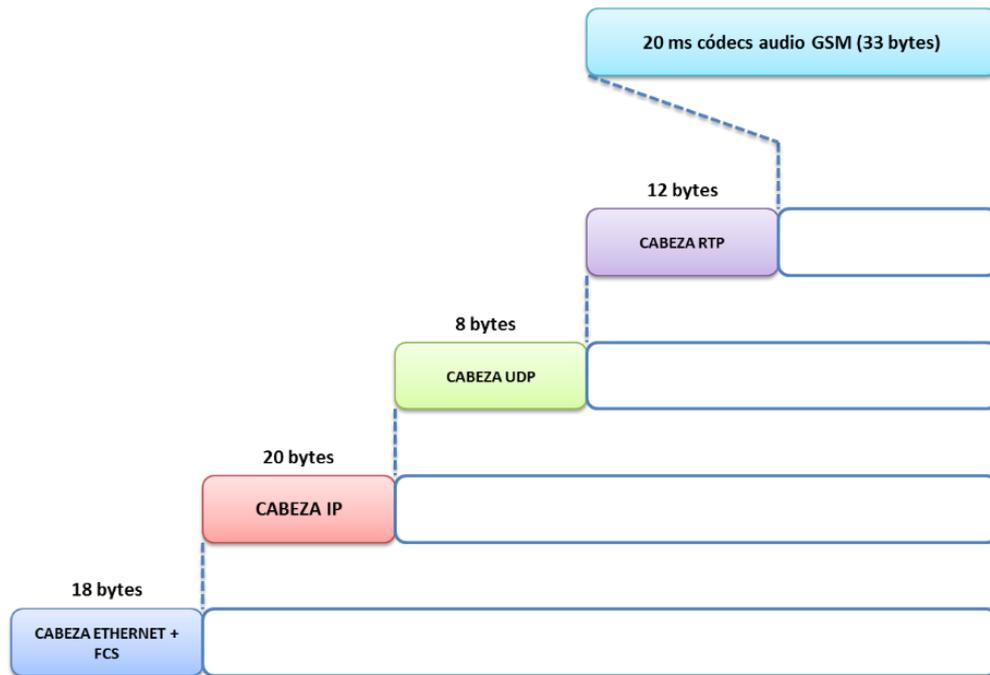


Figura 27. Carga al utilizar el códec GSM (CISCO, 2008).

Para calcular el ancho de banda en el caso más crítico para GSM, y utilizar cada uno de los protocolos necesarios para la telefonía IP, se suman todos los bytes enviados, por cada protocolo que se tiene en la figura 30. Al utilizar el códec GSM, para transmitir audio, las tramas que se maneja tienen una longitud de 33 bytes en una comunicación de 20ms. Esto de acuerdo a la tabla 4, del Capítulo 1.

En la ecuación 3.1, se muestra la fórmula para el cálculo del número de bytes totales en VoIP; para dicho cálculo se toma en cuenta los códecs a utilizar, en este caso serán GSM y H264, al utilizar cada uno de los protocolos necesarios para la telefonía IP, además, se suman todos los bytes enviados por cada protocolo que se tienen en la figura 30, y en las figuras 28 y 29, se muestra el formato de un paquete de voz y video usando su respectivo códec.

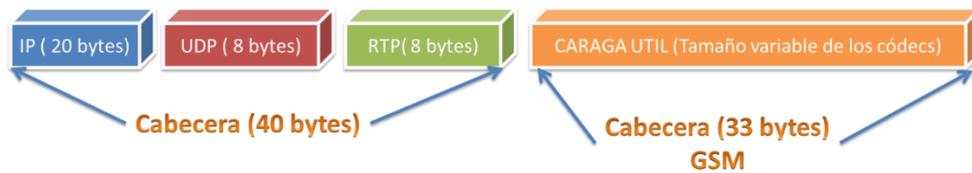


Figura 28. Paquete de voz (CISCO, 2008).

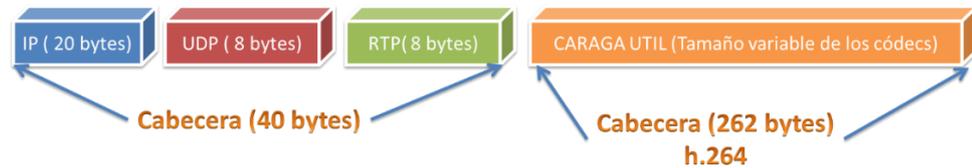


Figura 29. Paquete de video (CISCO, 2008).

Bytes transmitidos UDP + RTP + IP cada 20ms = total bytes

Ec. 3.1

Dónde:

- Bytes Transmitidos UDP: Es el protocolo TCP/IP que permite a un programa de aplicación en una máquina, enviar un datagrama hacia el programa de aplicación en otra máquina.
- RTP: Es el protocolo de transporte en tiempo real, define el formato de paquete para llevar audio y video a través del Internet.
- IP cada 20ms: Es el envío de paquetes cada 20 milisegundos.

Para obtener el total de bytes transmitidos en un paquete de voz IP se obtiene con la expresión:

$$\text{Total de bytes} = 20 + 8 + 12$$

Ec. 3.2

$$\text{Total de bytes} = 40 = 40 \text{ bytes}$$

Para este caso los bytes transmitidos se los calculará para cada 20 milisegundos como se muestra en la expresión siguiente:

$$\text{Bytes transmitidos cada 20ms} = 18 + 40 + 33 = 91 \text{ bytes}$$

Es recomendable convertir el tamaño de cada trama obtenida a bits, teniendo en cuenta que un 1Byte = 8bits, como se muestra en la siguiente expresión.

Bits transmitidos cada 20ms = 91 * 8bits = 728 bits

Aplicando las mismas fórmulas para la transmisión del video se tiene los siguientes valores.

Bytes transmitidos cada 20ms = 18 + 40 + 262 = 320 bytes

Bits transmitidos cada 20ms = 320 * 8bits = 2560 bits

Los códecs generan 50 tramas por segundo, que se obtiene mediante la ecuación 3.2.

Paquetes por segundo = Velocidad del Códec / Carga útil del Códec Ec. 3.3

Dónde:

Paquetes por segundo: Es el número de paquetes por segundo que determina el número de veces que hay que evaluar la tabla de estado y, en caso de no encontrar ahí la concordancia, las reglas de filtrado tendrán que ser evaluadas cada segundo, lo que a su vez determina la demanda efectiva en el sistema.

Velocidad de códec: La velocidad depende del códec usado ya que cada uno tiene su propia velocidad.

Carga útil del códec: Es el tamaño en bits que tiene cada códec o la suma de los mismos.

Aplicando la ecuación anterior se obtiene que los códecs en un segundo, genera 50 tramas.

Paquetes por segundo = 64000 bps / 1280bits = 50 tramas/s

Si se requiere obtener el ancho de banda deseado se multiplica el tamaño de cada trama por la cantidad de tramas que se envían en un segundo, como se muestra a en la ecuación 3.4.

Bits transmitidos cada segundo = Bits transmitidos cada 20ms * Paquetes por segundo =
108200 bits

Ec. 3.4

Bits transmitidos cada segundo = 728 bits/trama * 50 tramas/s. = 36400bits

Bits transmitidos cada segundo = 36400 bits / 1000 bits

Bits transmitidos cada segundo = 36.4 Kbps

Usando el códec de audio GSM se tiene un consumo de ancho de banda aproximado de 36.4 kbps y aplicando la misma fórmula para el códec de video h.264 que es un códec libre, se obtiene que su consumo de ancho de banda de 128 kbps. Es decir que al realizar una videollamada el uso del ancho de banda aproximado de 164.4 kbps.

En la actualidad la organización "MLE" tiene un ancho de banda de 1536 Kbps de conexión a internet que les provee CNT, al realizar llamadas a través del Internet se va a tener un máximo de 6 llamadas simultáneas, utilizando los códecs GSM y h264, por el ancho de banda consumido en cada videollamada al utilizar estos códecs; como se muestra por medio de la ecuación 3.5.

Número de llamadas simultaneas = ancho de banda de conexión internet / Bits transmitidos cada segundo Ec. 3.5

Dónde:

Número de llamadas simultáneas: Como su nombre lo indica, son el total de llamadas efectuadas al mismo tiempo.

Ancho de banda de conexión internet: Es la velocidad de conexión a internet, que provee un ISP.

Para tener un estimado del número de llamadas simultáneas usando una conexión a internet, se aplica la expresión siguiente:

$$\text{Número de llamadas simultaneas} = 1536 \text{ Kbps} / 36.4 \text{ Kbps} = 42 \text{ (llamadas solo audio)}$$

$$\text{Número de llamadas simultaneas} = 1536 \text{ Kbps} / 128 \text{ Kbps} = 12 \text{ (llamadas audio y video)}$$

Aplicando el cálculo se obtiene que con la velocidad actual de internet los usuarios tienen la posibilidad de realizar 30 llamadas de audio y 12 con audio y video, esto sería en condiciones que el internet esté disponible 100% para las llamadas, pero en la en condiciones reales no sucede así ya que cada usuario accede al internet y puede estar mirando un video en YouTube, chateando o bajando archivos, para evitar estos inconvenientes se hace necesario implementar dentro de la central una aplicación que permita administrar el ancho de banda y garantice la calidad de servicio.

3.2.2.1.1. Módulo de QoS.

Con los cálculos realizados se obtuvo que para realizar una llamada de videotelefonía ya sea por medio de internet o dentro de la red LAN, se consume 164.4 Kbps del ancho de banda. Pero para garantizar dicho valor en cada llamada es necesario implementar calidad de servicio. Para no tener problemas al momento de comunicarse.

El módulo de QoS a implementar es Zeroshell, distribución Linux para servidores y dispositivos integrados destinados a proporcionar los servicios que requiere una red LAN. Esta aplicación se presenta en Live CD o de imagen de

Compact Flash y se puede configurar y administrar utilizando el navegador web. La característica que se usa de QoS se detalla a continuación:

Zeroshell QoS (Calidad de Servicio) ayuda a la gestión de tráfico para controlar el tráfico en una red congestionada. Tiene la capacidad de garantizar el ancho de banda mínimo, limitar el ancho de banda máximo y asignar una prioridad a una clase de tráfico, esto será muy útil para la central de videotelefonía. Este módulo permite el ajuste interfaces Ethernet, redes privadas virtuales, bridges y enlaces VPN. Además brinda la posibilidad de clasificar el tráfico mediante el uso de L7 filtros que permitan la inspección profunda de paquetes, gestionando de forma útil las aplicaciones de VoIP y P2P, es decir garantizado una llamada, por medio de la priorización de paquetes.

Para la implementación de QoS se asigna cierto número de tipos de tráfico a los parámetros de calidad de servicio, la prioridad, el ancho de banda mínimo garantizado en caso de congestión de red y el máximo ancho de banda cuando la red no este congestionada, se utilizara los filtros de capa 7, que con el DPI²¹, puede clasificar el tráfico, como VoIP y punto a punto, porque no es posible interceptar mediante el uso de filtros en los puertos TCP y UDP, por medio de esta aplicación se obtendrá los siguientes resultados:

Clasificar el tráfico VoIP, producido por SIP, en una clase de alta prioridad y ancho de banda garantizado, al realizarlo, el tiempo de latencia se reduce y por

²¹ Inspección profunda de paquetes

tanto la calidad de vídeo y reproducción de la voz es mayor. Además se va a limitar el ancho de banda máximo disponible para la transferencia de archivos P2P (punto a punto).

Una parte importante a tener en cuenta es Telnet y SSH para que no se retrase, el tráfico se clasifica dentro de una clase de alta prioridad y de baja latencia, además es necesario clasificar el tráfico generado por las transferencias FTP y SMTP, en el que muchos paquetes grandes de datos se mueven a través de la red, pero que no necesitan una baja latencia, en este caso, tenemos que utilizar una clase con baja prioridad, pero sin límite de ancho de banda máximo.

En el caso de la organización “MLE”, se hizo referencia de su ancho de banda de Internet de 1536 Kbps de bajada y de 256 Kbps de subida, en la Tabla 18 se muestra con los parámetros de clases de calidad (QoS).

Tabla 18. Parámetros de Clases QoS para el SERVIMAATEL.

Clases QoS	Protocolos	Prioridad	Garantizado	Máximo
VOIP	SIP	Alta	192 Kbps	256Kbps
P2P	eMule, EDonkey, KaZaA, Gnutella, BitTorrent, Direct Connect, Youtube, entre otros.	Baja	128 Kbps	192Kbps
SHELL	ssh, telnet	Alta		
BULK	ftp, smtp	Baja		
DEFAULT	No clasificado	Media		

Para implementar de forma correcta las políticas de calidad de servicio es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos:

Cuando una clase de QoS se aplica a una tarjeta de red, se controla el tráfico de salida de la tarjeta y también su entrada como se muestra en la figura 30 siguiente.

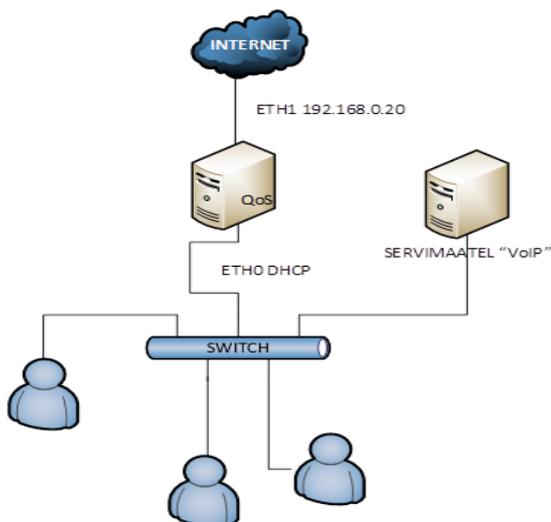


Figura 30. Diagrama de la Eth0 y Eth1 para la implementación de QoS.

Únicamente se detallará los parámetros para configurar QoS, para la configuración completa de zeroshell ver Anexo F, primeramente para configurar QoS hay que hacer clic en el botón [New] de "Class Manager" y escribir VoIP como nombre de la clase. Escribir la descripción de "Voz sobre IP" y luego definir la prioridad en alta y el ancho de banda garantizado de 192 Kbps, guardar la clase haciendo clic en "Save", ahora crear la clase P2P utilizando el mismo procedimiento que en el paso anterior, con la descripción "Archivos compartidos punto a punto" y luego establecer la prioridad en baja y el ancho de banda garantizado a 128 Kbps, luego crear la clase QoS SHELL con la descripción de "Tráfico de Shell interactivo" y establecerla a alta prioridad, a continuación se

deberá crear la clase QoS “BULK” con la descripción “Transferencia de datos grandes” y establecerla a baja prioridad, y por último no se debe cambiar la configuración de la clase “Default” porque es necesario que todo el tráfico sin clasificar tenga prioridad media y esto ya está establecido en esta clase, al configurar las clases deberían quedar como se muestra en la figura 31.

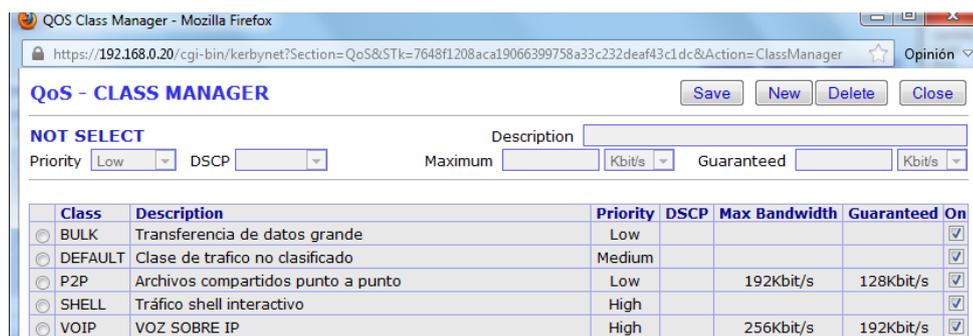


Figura 31. Creación de clases QoS.

Además añadir las clases creadas de QoS a las tarjetas del Bridge tanto ETH0 y ETH1, ahora es el momento de asignar las clases de QoS creados en los pasos anteriores para las tarjetas de red, para controlar el tráfico de salida que se desea controlar, seguir los pasos hacer clic en [QoS], luego en [Interface Manager], y [Add Class] relacionadas con la interfaz ETH0, posteriormente hacer clic en [Add] para las QoS VoIP, P2P, SHELL y BULK, luego Añadir las mismas clases a la interfaz ETH01 con el mismo procedimiento del paso anterior; luego se deberá activar QoS para ETH00 y ETH01 haciendo clic en los cuadros debajo de "On" debería quedar como se muestra en la figura 32.

The screenshot shows the Zeroshell Net Services interface. The top navigation bar includes 'Quality of Service', 'Interface Manager', 'Class Manager', 'Classifier', 'Statistics', 'Graphics', 'Bandwidth', and 'L7 Filter'. The left sidebar lists various system and network services. The main content area displays QoS configuration for two interfaces: ETH0 and ETH1. Each interface has a table of QoS classes with the following columns: Class, Description, Priority, DSCP, Max Bandwidth, and Guaranteed. The classes listed are BULK, DEFAULT, P2P, SHELL, and VOIP.

Class	Description	Priority	DSCP	Max Bandwidth	Guaranteed
BULK	Transferencia de datos grande	Low			
DEFAULT	Clase de trafico no clasificado	Medium			
P2P	Archivos compartidos punto a punto	Low		192kbit/s	128kbit/s
SHELL	Trafico shell interactivo	High			
VOIP	VOZ SOBRE IP	High		256kbit/s	192kbit/s

Figura 32. Añadimiento de las clases QoS a las Eth0 y Eth1.

Un paso importante es la vinculación de los tipos de tráfico a QoS, para enlazar un servicio en el que desea aplicar la QoS a una clase se debe usar el “Classifier”, los pasos a seguir para clasificar el tráfico es seleccionar el clasificador de la sección [QoS] -> [Classifier], ver la figura 33.

The screenshot shows the Zeroshell Net Services interface in the 'Classifier' section. The 'Chain: QoS' is selected. Below it, there are buttons for 'Save', 'Cancel', 'Add', 'Change', and 'Delete'. The 'QoS Rules' table is displayed with the following columns: Seq, Input, Output, and Description. The first rule (Seq 1) is selected.

Seq	Input	Output	Description
1	*	*	MARK all opt -- in * out * 0.0.0.0/0 -> 0.0.0.0/0 MARK set 0xc
2	*	*	MARK all opt -- in * out * 0.0.0.0/0 -> 0.0.0.0/0 LAYER7 l7proto sip MARK set 0xb
3	*	*	MARK tcp opt -- in * out * 0.0.0.0/0 -> 0.0.0.0/0 tcp dpt:22 MARK set 0xe
4	*	*	MARK tcp opt -- in * out * 0.0.0.0/0 -> 0.0.0.0/0 tcp dpt:25 MARK set 0xf

Figura 33. Vinculación del tipo de tráfico.

Se debe pulsar el botón [Add] para insertar la primera regla en el clasificador relacionada con el intercambio de archivos P2P, debe quedara con se muestra en la figura 34.

The screenshot shows the QoS configuration interface in QoS Shell. The main window is titled "QoS" and is applied to "Routed and Bridged Packets" with sequence number 1. The "Packet Matching" section is active, showing a table with columns "Description" and "Value". The "Description" column contains "Input", "Output", "Source IP (*)", "Destination IP", "Fragments", and "Source MAC". The "Value" column contains dropdown menus and input fields. The "Fragments" field has a checkbox labeled "[match only second and further fragments]". Below the "Packet Matching" section, there are sections for "Protocol Matching" (set to "ALL"), "Connection State" (with checkboxes for NEW, ESTABLISHED, RELATED, INVALID, UNTRACKED), "Time Matching" (with "From" and "to" fields and checkboxes for days of the week), and "Peer-to-Peer" (with checkboxes for eMule, EDonkey, Kademia, KaZaA, FastTrack, Gnutella, BitTorrent, and Direct Connect). The "Layer 7 Filter" section is also visible, with "Protocol Description" set to "Not". At the bottom, the "TARGETCLASS" is set to "P2P", and there are checkboxes for "LOG", "Second", and "Burst".

Figura 34. Implementación de regla para P2P.

Luego hay que Seleccione la clase de destino P2P y, a continuación, haga clic en el botón [Confirm] para confirmar la regla. Ahora es el momento de clasificar el tráfico VoIP. Buscar el protocolo SIP que lo identifique con el L7-filtro y el QoS VoIP como objetivo ver la figura 35.

The screenshot shows the QoS configuration interface in QoS Shell. The main window is titled "QoS" and is applied to "Routed and Bridged Packets" with sequence number 2. The "Layer 7 Filter" section is active, with "Protocol Description" set to "SIP - Session Initiation Protocol - Internet telephony - RFC 3261". The "TARGETCLASS" is set to "VOIP". The "Packet Matching" section is also visible, with the same fields as in Figure 34. The "Protocol Matching" is set to "ALL". The "Connection State" section has checkboxes for NEW, ESTABLISHED, RELATED, INVALID, and UNTRACKED. The "Time Matching" section has "From" and "to" fields and checkboxes for days of the week. The "Peer-to-Peer" section has checkboxes for eMule, EDonkey, Kademia, KaZaA, FastTrack, Gnutella, BitTorrent, and Direct Connect. The "Layer 7 Filter" section has a checkbox for "Not" and a "L7 Manager" button. At the bottom, there are checkboxes for "LOG", "Second", and "Burst".

Figura 35. Clasificación del tráfico VoIP.

Para clasificar el tráfico interactivo en la QoS Shell que tiene una baja latencia utiliza las características de un servidor ssh que escucha en el puerto

TCP 22 y el telnet en el puerto TCP 23. Además se necesitan cuatro reglas, ya que el clasificador debe clasificar los paquetes con puerto de origen y destino iguales a estos valores (22 y 23), en la figura 36, se muestra un ejemplo de estas reglas.

Figura 36. Clasificación del tráfico interactivo del QoS Shell.

Para clasificar la mayor parte del tráfico generado por la transferencias de correo electrónico se utiliza la característica de que un servidor SMTP escucha en el puerto 25/tcp como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Clasificación del protocolo TCP.

Aunque el FTP utiliza el puerto 21 tcp para intercambiar los comandos, las transferencias tienen lugar en puertos aleatorios y por lo tanto la manera más fácil de clasificar es la clase BULK, es mediante el uso de la capa 7 del filtro ver la figura 38.

The screenshot shows the 'Firewall Rule config' window in Mozilla Firefox. The 'QoS' section is active, and the rule is applied to 'Routed and Bridged Packets' at sequence 11. The 'Packet Matching' section includes fields for Input, Output, Source IP (*), Destination IP, Fragments (with a checkbox for 'match only second and further fragments'), and Source MAC. The 'Protocol Matching' is set to 'ALL' and 'Match all Layer 4 Protocols'. The 'Connection State' section has checkboxes for NEW, ESTABLISHED, RELATED, INVALID, and UNTRACKED. The 'Time Matching' section has fields for 'From' and 'to' times and checkboxes for days of the week. The 'Peer-to-Peer' section has checkboxes for eMule, EDonkey, Kademlia, KaZaA, FastTrack, Gnutella, BitTorrent, and Direct Connect. The 'Layer 7 Filter' section is set to 'FTP - File Transfer Protocol - RFC 959'. The 'TARGET CLASS' is set to 'BULK', and there are checkboxes for 'LOG' and 'Burst'.

Figura 38. Clasificación del protocolo FTP.

Y por último guardar y activar las reglas que se ha creado haciendo clic en el botón [Save]. Hasta este paso ya está configurado el módulo de QoS, basta únicamente ver las estadísticas de QoS, en este punto, QoS está trabajando en modo bridge y el tráfico debería ser clasificado en las clases Qos que ha creado. Para asegurarse de que la clasificación de Qos funciona bien, puede ver las estadísticas en la sección [QoS] -> [Statistics], como se muestra en la figura 39.

The screenshot shows a web browser window titled "QoS Statistics - Mozilla Firefox" displaying a table of QoS statistics. The URL is <https://192.168.0.20/cgi-bin/kerbynet?Section=QoS&STk=7648f1208aca19066399758a33c232deaf43c1dc&Ac>. The page title is "QoS STATISTICS" and there are buttons for "Interface" (set to ALL), "Graphics", "Refresh", and "Close".

Interface/Class	Priority	DSCP	Maximum	Guaranteed	Traffic Sent (bytes)	Rate
ETH00	--	--	1.5Mbit/s	1Mbit/s	102131	552bit
BULK	Low	--	--	--	0	0bit
DEFAULT	Medium	--	--	--	23538	136bit
P2P	Low	--	192Kbit/s	128Kbit/s	78593	616bit
SHELL	High	--	--	--	0	0bit
VOIP	High	--	256Kbit/s	192Kbit/s	0	0bit
ETH01	--	--	1.5Mbit/s	1Mbit/s	858580	5048bit
BULK	Low	--	--	--	0	0bit
DEFAULT	Medium	--	--	--	15366	32bit
P2P	Low	--	192Kbit/s	128Kbit/s	843214	5024bit
SHELL	High	--	--	--	0	0bit
VOIP	High	--	256Kbit/s	192Kbit/s	0	0bit

Figura 39. Estadísticas de las clases creadas de QoS.

Para cada tarjeta de red en la cual QoS esta activada, se puede ver las clases QoS asociadas y para cada clase se ve la configuración (prioridad, máximo ancho de banda y ancho de banda garantizado) así como la cantidad de bytes que se envían fuera de la clase y el tipo, es decir, el número de bits por segundo que se transmiten de la clase.

3.2.2.2. Recomendación del fabricante de software.

En cada uno de los manuales técnicos de cada plataforma de software, se presentan las recomendaciones del hardware mínimo a utilizar para que las distintas opciones de software funcionen de manera adecuada. En la tabla 19, se describe las recomendaciones dadas por el fabricante del sistema operativo y del fabricante de software de telefonía en esta caso CentOS y Trixbox (CISCO, 2008).

Tabla 19. Recomendación del fabricante de software.

Recomendaciones del fabricante de CentOS	
Arquitecturas	i386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390, POWERPC, ALPHA.
Requisitos de hardware mínimos	128 MB de RAM.
	1 GB de Disco Duro.
	Procesador: 200 MHz Pentium
Recomendaciones dadas por el fabricante de Software de Telefonía en este caso Trixbox	
Hardware	256 MB de RAM
	8 GB de Disco Duro.
	Procesador: 400 MHz Pentium

A continuación en la tabla 20, se muestran las características básicas de un sistema de comunicación para tener un buen funcionamiento.

Tabla 20. Pautas de requerimientos para la elección del sistema.

Número de canales	Recomendaciones mínimas
No más de 5 usuarios	400Mhz x86, 256MB RAM
De 5 a 10 usuarios	1GHz x86, 512 MB RAM
Hasta 15 usuarios	3GHz x86, 1GB RAM
Más de 15 usuarios	Dual CPU, también es posible utilizar servidores múltiples en arquitecturas distribuidas.

Las características mencionadas en la tabla 19, son dadas por Trixbox. Con lo cual se comprueba que al haber elegido el hardware con procesador doble núcleo se obtendrá un buen funcionamiento de la central, que se pueda manipular no sólo niveles medios de demanda si no también los máximos, previniendo que los usuarios tengan tiempos de reacción lentos, errores, y procesos fragmentados al momento de realizar un videollamada.

3.2.2.3. Dimensionamiento hardware del prototipo.

Para el dimensionamiento de la capacidad de los dispositivos físicos que tiene la central telefónica IP, se utilizan algunas fórmulas sencillas que permiten calcular y elegir el hardware adecuado para el prototipo.

Dimensionamiento del procesador: El procesador es uno de los componentes más importantes en un computador, se encarga de descifrar instrucciones y procesar datos. También el enrutamiento y manejo de paquetes que en este caso van a ser las tramas de VoIP, por lo cual es necesario e importante considerar la frecuencia del procesador para el dimensionamiento de este componente. Se consideran los siguientes requisitos que va a tener el equipo:

Calculo para usuarios externos usando como medio el internet: El equipo contará con 1 tarjetas de red de 100 Mbps de capacidad. Se usa dicha tarjeta para la conexión interna y acceso a la conexión de internet.

Se transmitirán datagramas de VoIP de 411 bytes, al usar los códecs GSM y h264.

Frecuencia MHz = número de interface * Trafico máximo / bytes transmitidos cada segundo

Frecuencia MHz = $1 * 1000 \text{ Mbps} / 411$

Frecuencia MHz = $2.43 * \text{número de llamadas simultaneas}$

Frecuencia MHz = $2.43 * 10$

Frecuencia = 24.3 MHz

Dónde:

- Frecuencia MHz: Es la frecuencia de reloj, se refiere a la velocidad en ciclos por segundo (medidas en hercios) con que una computadora realiza las operaciones más básicas.
- Número de interface: Son los números de tarjetas de red que se tiene instaladas, para este caso sería las tarjetas de la central telefónica.
- Trafico máximo: Es el soporte de tráfico de cada tarjeta, que puede variar según la tarjeta, puede ser de 10/100/1000 Mbps con la unidad de medida de Mbps.

La capacidad de procesador para cada uno de los diez usuarios externos que pueden utilizarlo es de 24.3 MHz. Es importante mencionar que este proceso se realiza siempre y cuando la organización tenga una dirección IP pública para llamadas externas o entre sucursales utilizando como medio el internet.

Cálculo para llamadas usando el interfaz pstn: En las empresas de la actualidad se hace necesario usar varias líneas telefónicas, si es posible, una para cada usuario y que cada uno según la necesidad pueda hacer uso de una línea. El caso de la organización "MLE" se trata una entidad sin fines de lucro por tal motivo no está en condiciones de adquirir más líneas telefónicas para cada uno de sus usuarios por tal motivo el equipo contará con 1 interfaz, para conectar 1 línea telefónica (pstn). Se transmitirán datagramas de VoIP de 411 bytes, para la una interfaz que se utiliza (CISCO, 2008).

Frecuencia MHz = número de interface * Trafico máximo / Datagrama VoIP

Frecuencia MHz = 1 * 1000 Mbps / 411

Frecuencia MHz = 2.43 * número de llamadas simultaneas

Frecuencia = 2.43 MHz

La capacidad de procesador para una llamada telefónica a través de la línea de la Red Pública y el procesador es de 2.43 MHz, debido a que únicamente se usara una línea telefónica como salida.

Cálculo para usuarios internos dentro de la red LAN: El prototipo contará con 1 tarjeta de red de 1000 Mbps de capacidad. La tarjeta de red es para la conexión interna. Se transmitirán datagramas de VoIP de 4110 byts, lo que representa para los 10 usuarios internos de la organización “MLE”.

Frecuencia MHz = número de interface * Trafico máximo / Datagrama VoIP * 10 usuarios

Frecuencia MHz = 1 * 1000 Mbps / 4110

Frecuencia MHz = 0.24 * número de llamadas simultaneas

Frecuencia MHz= 0.24*5

Frecuencia MHz = 1.2 MHz

Frecuencia MHz = 1.2 * número de usuarios

Frecuencia MHz = 1.2* 10

Frecuencia = 12.2 MHz

La capacidad de procesador para los diez usuarios internos dentro de la red LAN es de 12.2 MHz. Con los datos obtenidos del consumo del procesador para los diez usuarios, hay que sumar cada uno de los valores obtenidos como se muestra en la ecuación 3.8.

Frecuencia MHz = requerimientos CentOS + Requerimiento Trixbox + MHz conexión externa
+ MHz conexión PSTN + MHz conexión interna Ec. 3.8

Frecuencia MHz = 200 MHz + 400 MHz + 24.3 MHz + 2.43 + 12.2 MHz

Frecuencia MHz= 639 MHz

Actualmente los usuarios de la central de videotelefonía IP son diez, y según las pautas básicas dadas por Trixbox, es necesario tener un procesador doble núcleo, esto debido a que cuando se realiza una llamada telefónica el procesador puede realizar con facilidad dos procesos simultáneos como es el de recibir y enviar información. Para obtener el uso del CPU se utiliza la ecuación 3.9.

$$\text{Uso CPU} = \text{CPU Útil} * \text{Número CPUs} * \text{Frecuencia de CPUs}$$

Útil CPU= El consumo máximo de procesador para operar durante periodos de carga máxima no deberá superar el 80%. Número CPUs= Cuantos CPUs se va a utilizar. Como se mencionó antes se debe utilizar un procesador doble núcleo para tener una operatividad garantizada

Frecuencia de CPUs= La frecuencia del CPU.

Para obtener la carga total de uso del CPU para los 10 usuarios se reemplaza los valores en la expresión y se obtiene lo siguiente:

$$\text{Uso CPU} = 0.80 * 2 * 639$$

$$\text{Uso CPU} = 1022.4 \text{ MHz}$$

Con los datos obtenidos se puede concluir que se puede utilizar un procesador de doble núcleo no menor a 1.5 Ghz de frecuencia ya que el cálculo efectuado dio como resultado que el mínimo de frecuencia del procesador para los diez usuarios debe ser de 1022.4 MHz, por tanto para este proyecto se va a utilizar un procesador Atom de frecuencia de 1.6 GHz de doble núcleo.

Calculo de parámetros de elección del disco duro: El disco duro es la unidad de almacenamiento de la información, y que contiene al sistema operativo, es un componente fundamental para el funcionamiento. Para saber la capacidad de almacenamiento de disco duro, hay que tomar en cuenta las recomendaciones de los fabricantes del software en la tabla 21, se muestra los requisitos para el disco duro (CISCO, 2008).

Tabla 21. Cálculo de capacidad de disco duro.

Software	Espacio en disco recomendada por el fabricante de software
Sistema Operativo CENTOS	1 GB
Elastix	8 GB
Log del sistema	5 GB
TOTAL 1	14 GB

A los valores de la tabla 21, hay que aumentarle el tamaño que se utiliza para realizar el almacenamiento de mensajes en un buzón para voz. Este tamaño es considerado; de 3 minutos máximo y 3 segundos mínimos, donde un mensaje menor a 3 segundos no se guardaría y si un mensaje es mayor a 3 minutos solo se guarda los 3 minutos iniciales. Además, el tamaño que se obtiene: Para el número de 10 usuarios que tendrá la organización, el tamaño especificado será de la siguiente manera:

Si se envían 164400 Bytes en cada trama y para los 10 usuarios totales de la empresa, se deberá usar un disco como tamaño según el cálculo siguiente:

$$164.4 \text{ Kbps} \rightarrow 1\text{s}$$

$$X \text{ bits} \rightarrow 3\text{m} (180 \text{ s})$$

$$X \text{ bits} = 164.4 \text{ Kbps} \times 180 \text{ s} / 1\text{s} = 29592\text{Kbps}$$

En los 3 minutos que almacena un buzón de voz, se tiene 29592 Kbps, esto multiplicado por el número total de usuarios para este proyecto se estima la tasa de crecimiento en los próximos 5 años a 20 usuarios por tal motivo se calcula lo siguiente:

$$\text{Tamaño Disco} = 29592 * 20 \text{ (usuarios)} = 59184 \text{ (Kbps)}$$

$$\text{Tamaño Disco} = 59184 / 8$$

$$\text{Tamaño de Disco} = 7398 \text{ Kbps}$$

El tamaño de disco para almacenamiento del buzón de voz total es de 7.4 Gbps.

$$\text{Tamaño Disco Total} = 7.4 \text{ Gbps} + 14 \text{ Gbps}$$

$$\text{Tamaño de Disco Total} = 21.4 \text{ Gbps}$$

Parámetros de selección de la memoria RAM: la memoria de acceso aleatoria (RAM: Random Access Memory) tiene como función en el computador guardar los datos que está utilizando; estos datos y programas permanecen en almacenados en la memoria mientras la computadora esté encendida o no sea reiniciada, por lo que se los llama temporales. Para la memoria del equipo, de igual manera se utiliza las pautas del fabricante del software que se va a utilizar, como se detalla en la tabla 22, **(CISCO, 2008)**.

Tabla 22. Elección de memoria.

Parámetros de memoria.	
Software	Requerimiento de memoria
CentOS	128 MB
TRIXBOX	256 MB
TOTAL	440 MB

Según las pautas mínimas para funcionamiento del sistema de Asterisk descritas en la tabla 3.6 se utiliza una RAM de 256 MB para 10 usuarios

simultáneos. Donde cada usuario utiliza un promedio de RAM para las aplicaciones de telefonía IP de 25,6 MB. Por lo tanto el tamaño total de la RAM para el equipo es calculado según la ecuación 3.10:

$$\text{Tamaño RAM} = \text{ProRAMApl} * \# \text{ usu Conc} * \# \text{ AplConc} / \# \text{ Servidores} + \text{RAM_SO} \quad \text{Ec. 3.10}$$

$$\text{Tamaño RAM} = 25.6 \text{ Mbps} * 9 * 2 / 1 + 128$$

$$\text{Tamaño RAM} = 588.8 \text{ Mbps}$$

Dónde:

- ProRAMApl: Promedio de la RAM por usuario que utilice una aplicación.
- #usuConc: Número de usuarios concurrentes que va a tener la empresa.
- #AplConc: Número de aplicaciones concurrentes que maneja cada usuarios.
- #Servidores: Numero de servidores que va a manejar la aplicación.
- RAM_SO: Cantidad de RAM que utiliza el sistema operativo Linux.

Por lo tanto el tamaño de memoria RAM como mínima es de 1GB por tal motivo en el prototipo se utilizará una memoria RAM de 2GB. Después de escoger la plataforma más óptima para el prototipo y también las características de hardware óptimas para el Servimaatel. En la tabla 23, se describe las características de los dispositivos a usar para el diseño del prototipo y su posterior configuración.

Tabla 23. Hardware a utilizar para el diseño del “SERVIMAATEL”.

TARJETA MADRE	INTEL D410PT	Su arquitectura es de 32 y 64 bits, tiene soporte para sistemas operativos licenciados, y sistemas operativos de código abierto, soporta dispositivos con conectividad USB, soporta conexión SATA para discos Duros. Se escogió esta tarjeta madre debido a que usa tecnología moderna en este caso es porque ya no hace uso de ventilador para el enfriamiento del Procesador, usa disipador exclusivo calculado para que no supere los niveles calor tolerables, esto es un avance ya que los ventiladores tienen la tendencia a desgastarse o sufren de obstrucciones por polvo, entre otros.
PROCESADOR	ATOM 1.6 GHZ	Es un procesador especial de bajo costo, con alto rendimiento y suficiente capacidad para realizar varias tareas simultáneas, su arquitectura es de 32 y 64 bits, es decir soporta sistemas operativos de 32 y 64 bits.
MEMORIA RAM	DDR2 2GB 800 MHZ	Es una memoria de alto desenvolvimiento, es usada actualmente en computadores con procesadores como CORE2DUO y posteriores, su velocidad es alta debido a que trabaja con un bus 800 MHZ, esto representa en la velocidad de procesamiento.
FUENTE DE PODER	ATX CON SILENCIADORES	Es una fuente de poder con 20 pines, dotada con un ventilador con silenciador para evitar ruidos excesivos, y evitar la contaminación ambiental.
TARJETA ASTERISK	PCI P100X CON PUERTO FXO / FXS	Es un dispositivo diseñado para funcionar y ser configurado especialmente con software libre en especial con la herramienta administrativa asterisk, además permite la conexión con la red telefónica pública. Ya que está compuesta por dos interfaces: INTERFACES FXO: La tarjeta PCI X100P, consta de dos puestos el FXO (Foreing Exchange Office) y el FXS (Foreing Exchange Station), es un Interfaz de central externa es el puerto que recibe la línea analógica de la central telefónica, es decir por este puerto se abre tono desde la central. INTERFACES FXS: A FXS se le conoce como la interfaz de abonado externo, es el puerto que envía la línea analógica al abonado.
TARJETA DE RED	1000 Mbps	Este dispositivo permite conectarse a una red de datos pública o privada, este ultima de permite acceder a la red de redes la Internet.
DISCO DURO	160 Gbps	Es un dispositivo de almacenamiento de datos, en él se instalara la plataforma Trixbox.

3.3. Presentación del prototipo.

El prototipo se denomina “SERVIMAATEL”, es una central de videotelefonía, bajo un sistema operativo Linux, que brinda las características de una central tradicional de telefonía y las ventajas de las centrales de telefonía IP,

además hace uso de los principales protocolos y códecs para audio y video. Con todos los elementos mencionados se puede estar seguro que se tendrá una central de videotelefonía de alto rendimiento y bajo costo de implementación, frente a otros sistemas alternativos como Messenger Live de Windows, Skype, Yahoo, centrales telefónicas tradicionales, entre otros. En la tabla 24, se realiza la comparación de algunos sistemas alternos de comunicación.

Tabla 24. Comparación de sistemas alternos de comunicación versus el Servimaatel.

<u>Sistemas de comunicación</u>	<u>MSN</u>	<u>SKYPE</u>	<u>YAHOO</u>	<u>CENTRALES TELEFÓNICAS TRADICIONALES</u>	<u>«SERVIMAATEL»</u>
Licencia	NO	NO	NO	NO	NO
Audio y video	SI	SI	SI	NO	SI
Soporte	SI	SI	SI	NO	SI
Sistema Multiplataforma	NO	NO	NO	NO	SI
actualizaciones	SI	SI	SI	NO	SI
Trabajo en intranet	NO	NO	NO	NO	SI
Flexibilidad	NO	NO	NO	NO	SI
Conexión con PSTN	NO	NO	NO	SI	SI
Trabajo con Internet	SI	SI	SI	NO	SI
IVR	NO	NO	NO	SI	SI
Administrable	NO	NO	NO	SI	SI

3.4. Ensamblaje del Servimaatel.

Para el diseño físico del Servimaatel, se hace uso de los componentes que se describieron, según los parámetros del hardware adecuado en la figura 40, se muestra las dimensiones que tiene caja del prototipo.

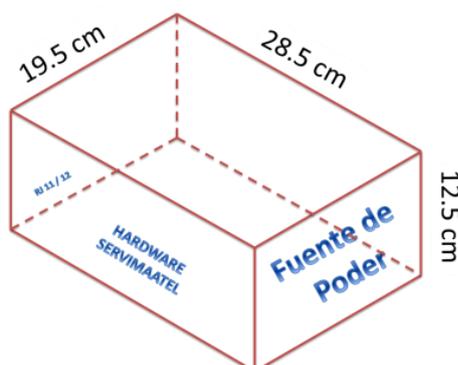


Figura 40. Dimensiones del prototipo Servimaatel.

En la figura 41, se muestra la distribución de los componentes de hardware que integran el prototipo “SERVIMAATEL”, para su posterior instalación e implementación en la organización “MLE”.

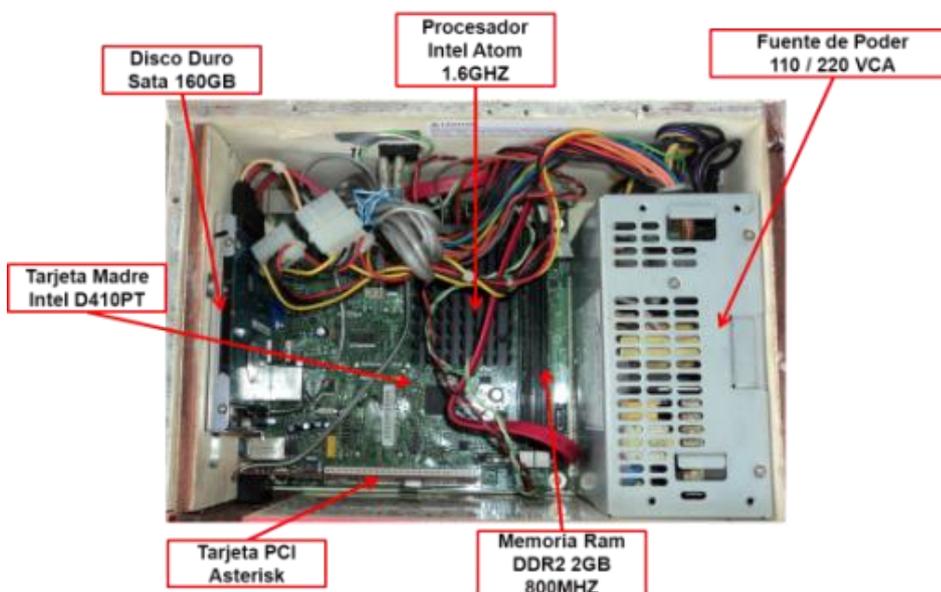


Figura 41. Servimaatel armado con todos sus componentes.

La fuente de poder es una de las mejores que hay en el mercado está equipada con un sistema de silenciador en su ventilador para que no exista contaminación sonora. En la figura 42, se muestra la ubicación de la fuente de poder dentro del prototipo “SERVIMAATEL”.



Figura 42. Fuente de poder 110V / 210V CA.

El disco con el cual está equipado el prototipo, es moderno, su tamaño es de 2.5". En la figura 43, se puede observar cómo está ubicado el disco duro, en el que encuentra almacenado todo el software del Servimaatel.



Figura 43. Disco duro de 160GB que contiene el software del Servimaatel.

La tarjeta PCI X100P, es la que permite la comunicación ya sea con una central telefónica analógica o digital tradicional, o a su vez permite conexión con la línea telefónica provista por corporación nacional de telecomunicaciones. En la figura 44, se observa la tarjeta instalada en el zócalo de la tarjeta principal.



Figura 44. Tarjeta Asterisk X100P con 1 puerto FXO, para una línea telefónica.

En la 45, se muestra el puerto para la conexión hacia la red de datos de la organización “MLE”, y el conector para la red telefónica



Figura 45. Puerto de conexión para la red de datos y telefónica.

Al prototipo “SEVIMAATEL” se le equipado con un interruptor que hace el trabajo de reiniciar y encendido y apagado. En la figura 46, se observa el interruptor.

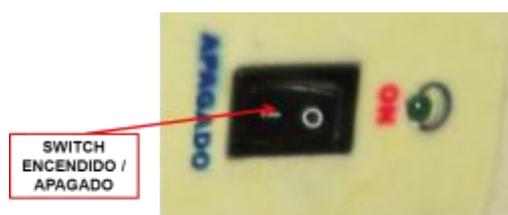


Figura 46. Interruptor de encendido y apagado.

En la figura 47, se muestra como quedo el prototipo “SERVIMAATEL”, armado y listo para ser usado en la organización “MLE”.



Figura 47. Servimaatel armado para su implementación.

3.5. Implementación del Servimaat.

Después de haber realizado el diseño del prototipo, así como la configuración necesaria, adecuada y óptima para su funcionamiento. El “SERVIMAATEL” está listo para ser implementado en la organización “MLE”. Al momento de la implementación no hubo inconvenientes debido a que se tomó en cuenta los parámetros técnicos con que cuenta la organización; en la figura 48, se observa el espacio físico en que se ubicó el prototipo de central de videotelefonía, quedando instalada y al servicio de los usuarios de la organización Misión Liebenzell del Ecuador.

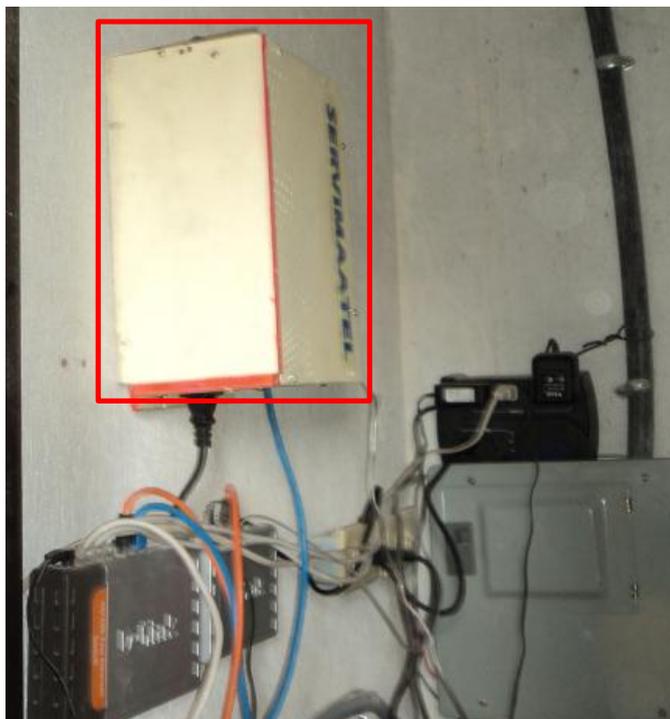


Figura 48. Servimaatel implementado en la organización “MLE”.

Con la implementación del prototipo, en el próximo capítulo se realizarán las pruebas de funcionamiento y corrección de posibles errores que pueden presentarse.

3.6. Presupuesto referencial.

Para poder brindar una solución de bajo costo para la organización “MLE”, y que puede ser aplicable para pequeñas y medianas empresas, se realiza un presupuesto referencial del equipamiento, instalación, configuración de la central de videotelefonía IP.

Este proyecto al tener un sistema operativo Linux, que es una plataforma estable, con mayor velocidad en sus aplicaciones y además implementado bajo software libre, permite tener una alternativa confiable y económica para ser distribuido y comercializado en pequeñas y medianas empresas.

3.6.1. Análisis de costos.

Para estimar el costo del proyecto, se tomará en cuenta 3 parámetros de costo del equipo y costo de la implementación.

3.6.1.1. Costo del equipo.

La ventaja del software libre, es que tiene mecanismos de seguridad propios de equipos servidores, sea en máquinas ensambladas o clones, lo que permite asegurar el servicio y verificar la fortaleza del código abierto con licencia GNU/GPL, y fundamentalmente abaratar costos.

3.6.1.1.1. Análisis del costo referencial de los equipos

El soporte, la garantía y la disponibilidad de los repuestos necesarios junto con su personal capacitado, garantizan el buen funcionamiento

de los equipos. La telefonía debe integrar software estable y hardware confiable para garantizar el tráfico de llamadas.

Las marcas más reconocidas a nivel nacional, que poseen un buen soporte y disponibilidad de los equipos necesarios en el mercado local tenemos los que se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Marcas de equipos reconocidos en el mercado local.

Procesador	Memoria	Tarjeta Madre	Disco Duro	Interfaces de Red	Tarjetas PCI	Headphone
Intel	Kingston	Intel	Samsung	Advantek	Sangoma	Genius
AMD	Markvisión	MSI	Western Digital	Dlink	OpenBox	Maxell
	ADATA	Biostar	Seagate	Intel	Digium	Omega
	Corsair	Asrock	Hitachi	Cnet		

Se seleccionarán las marcas de costos más bajos y que cuenten con un soporte a nivel nacional. En la elección de la marca y tipo de procesador para el equipo, es un Intel atom con soporte de 32 y 64 bits. El análisis del costo de los equipos se lo realiza tomando en cuenta que se utilizará un equipo CLONE. Actualmente, se conoce como CLONES, a las computadoras armadas a partir de piezas sueltas, mercadeadas independientemente por los diferentes fabricantes de piezas de computadoras y armados usualmente por el usuario final. Esto debido a que se tiene precios más bajos y existe el personal con el suficiente conocimiento tanto para la selección de los componentes adecuados entre la gran oferta existente como en el armado del equipo. En la tabla 26, se muestra los costos del equipo seleccionado para la organización “MLE”.

Tabla 26. Tabla comparativa de precios de equipos de telefonía IP.

TARJETA MADRE PROCESADOR	INTEL D410PT ATOM 1.6 GHZ	78 \$
MEMORIA RAM	DDR2 2GB 800 MHZ	28 \$
FUENTE DE PODER	ATX CON SILENCIADORES	13 \$
TARJETA ASTERISK	PCI P100X CON PUERTO FXO / FXS	12 \$
TARJETA DE RED	1000 Mbps	14 \$
DISCO DURO	160 Gbps	40 \$
TOTAL		185 \$

3.6.1.2. Costo de implementación.

En el análisis del costo de implementación, se tomará como el parámetro más importante al tiempo, ya que se analizará la instalación y configuración del software.

Para esto se debe tener en cuenta que el hardware se encuentra listo para la instalación del software. El costo del tiempo utilizado para la implementación se define un valor de 25 USD por cada hora, sea de instalación configuración y soporte. Este dato se consultó en empresas, que tienen ese valor por hora para soporte tecnológico, valor tomado como referencia del cobro que efectúa la empresa Servimaatel por éste servicio, se detalla en la tabla 27.

Tabla 27. Detalle de duración por cada actividad

IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO (# de horas)
Instalación de sistema operativo	1
Instalación de software de telefonía IP (TRIXBOX)	1
Actualización del software	2
Recopilación de kernel y parches	2
Configuración del Software TRIXBOX	10
Total	16

En total sería la multiplicación de las horas por el valor hora y daría un valor de 400 dólares.

3.6.2. Presupuesto referencial del proyecto.

Es necesario realizar la evaluación del presupuesto referencial, para así determinar su viabilidad; y así poder determinar el costo/beneficio para la organización "MLE". El costo total para el dimensionamiento de la central, que comprende la elección del hardware y software, la instalación y configuración alcanza los 585 dólares de los Estados Unidos de América ver Tabla 28, sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA)²².

Tabla 28. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.

Parámetros	Tiempo (# Horas)	Costo Hora	Costo Referencial (USD)
Costo Equipo			185
Costo Implementación	16	25	400

²² IVA: Impuesto al valor agregado del 12%

Pero debido a que la implementación se realiza como parte del proyecto de titulación los servicios profesionales no tendrán ningún costo para la organización como se detallan en la tabla 29.

Tabla 29. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.

Parámetros	Tiempo (# Horas)	Costo Hora	Costo Referencial
Costo Equipo			185
Costo Implementación	20	20	0
Costo Mantenimiento y Administración			0
Total			185

El costo obtenido es bastante bajo, y junto con las ventajas que conllevaría el uso de la central videotelefonía justificaría plenamente su aplicación, bajo los puntos de vista de tecnología de punta, actualización, velocidad de información, transferencia de información y facilidad de acceso por parte de los usuarios de la organización "MLE". Además tiene la posibilidad de conectarse con una central analógica para esto es necesario crear una cuenta ZAP como se muestra en el anexo D de la figura D.53, y con las configuraciones correspondiente se tendrá acceso a una central analógica y viceversa.

CAPITULO 4



4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL “SERVIMAATEL”.

4.1. GENERALIDADES.

4.2. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA CONFIGURACIÓN.

4.1. Generalidades.

Después de haber diseñado e implementado el prototipo, en este capítulo se presentan algunos problemas surgidos en el desarrollo del prototipo con sus respectivas soluciones. Además se realizan las pruebas de funcionamiento, por medio del análisis de tráfico de consumo de ancho de banda por el número de llamadas realizadas y recibidas, para el óptimo desempeño del prototipo “SERVIMAATEL”.

4.2. Solución de problemas en la configuración.

Durante todo el desarrollo de este proyecto se comprobó varias veces las versiones del software, debido que en ocasiones se presentaban problemas como el reconocimiento de los dispositivos de hardware, por probar varias configuraciones, las modificaciones de ficheros varias veces, dañaron el sistema operativo Linux. Pero al finalizar este proyecto se logró solucionar satisfactoriamente.

4.2.1. Fallo al reconocer tarjeta FXO.

Este problema se presentó por primera vez, cuando se realizó la primera migración de hardware, ya que al cambiar la tarjeta a la nueva placa, la tarjeta FXO no era reconocida por la plataforma Trixbox.

4.2.1.1. Descripción del problema.

Al iniciar por primera vez la plataforma Trixbox, instalada en el prototipo, se presentaron errores de hardware; que no se había reconocido

ningún dispositivo PCI, en este caso la tarjeta ZAP X100P, inmediatamente se cambió la versión de la plataforma Trixbox por una anterior pero sin logran resultados positivos.

4.2.1.2. Solución al problema.

Para solucionar el problema de reconocimiento de la tarjeta ZAP, se utilizó la versión más reciente de Trixbox 2.9, versión moderna al momento de realizar este proyecto. Además se usó los siguientes comandos para corregir problemas relacionados con la tarjeta FXO, que se muestran a continuación:

- `setup-pstn`
- `shutdown -r now` (comando para reiniciar Trixbox).
- `genzaptelconf -s -d -v -c` para generar un nuevo archivo `zaptel.conf`.
- `shutdown -r now`.

De esta manera, Trixbox realizará un reconocimiento de hardware, y cargará los controladores necesarios para la nueva tarjeta, o para la tarjeta que no fue reconocida adecuadamente durante la instalación.

4.2.2. Problemas con las interfaces de red.

Algo común, es que al iniciar por primera vez, únicamente aparece una interface de red, a pesar de que se ejecute el comando `system-network-config` si se ven todas las tarjetas instaladas.

4.2.2.1. Descripción del Problema.

Al ingresar el comando `system-network-config` y modificar los parámetros de red necesarios todo parece normal, sin embargo, al reiniciar el servicio de red, solo se levanta una de las interfaces

4.2.2.2. Solución(es) al problema.

Se debe modificar uno o varios archivos dependiendo de cuántas tarjetas se necesite, y ver las que no se encuentran funcionando.

En un explorador de internet se debe escribir la siguiente dirección, tomar en cuenta que la dirección IP es la que se asigna al servidor, en este caso la dirección del prototipo “SERVIMAATEL”:

- 192.168.1.2 /etc/sysconfig/network-scripts/, como se muestra en la figura 49.

Aquí se encontrarán, dependiendo del número de tarjetas presentes en la máquina, varios archivos llamados; `ifcfg-eth0`, `ifcfg-eth1`, `ifcfg-eth2`, uno por cada interface de red, hay que editar cada uno de ellos (internamente pueden ser distintos), y busca la línea:

- `ONBOOT=no` y se cambia por `ONBOOT=yes`

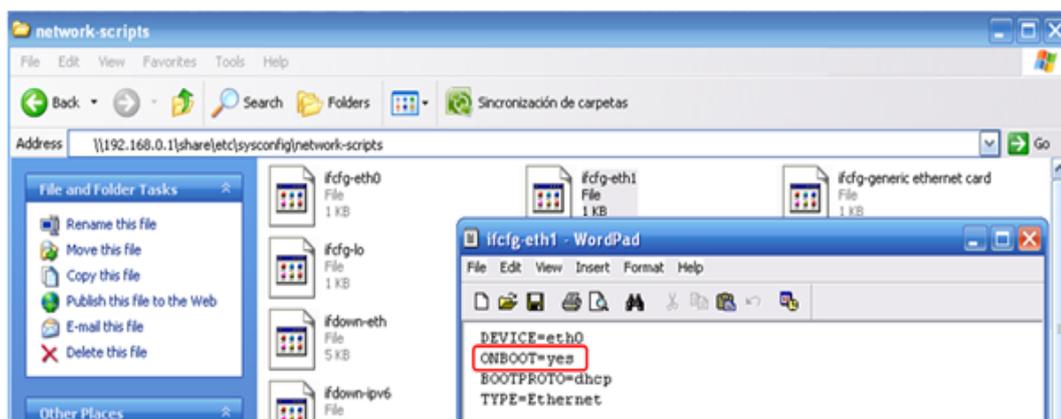


Figura 49. Verificación para levantar interfaces de red.

Luego hay que reiniciar el servidor, con estos pasos deberá ser suficiente para que se reconozcan todas las interfaces de red instaladas.

4.2.3. Dirección IP duplicada.

En una red de datos, cada dispositivo que se conecte a la red, debe tener su propia dirección IP, que es la dirección con la cual se identifica con todo el resto de dispositivos, y bajo ningún motivo puede utilizarse una dirección IP repetida.

Existe un protocolo llamado ARP, que su función es realizar una relación entre la dirección física (MAC) de una interface con la dirección IP, esta información se almacena en un pequeño archivo de caché en cada máquina, para que, cuando se conectan más equipos a la red, o se los mueve de punto, toda la red los pueda identificar más rápido, la única vez que hace este reconocimiento es cuando ingresa un equipo nuevo.

4.2.3.1. Descripción del problema.

El servidor no deja levantar la interface de red, con la dirección asignada, pues la dirección ya existe en otra máquina de la red. Haciendo ping, se confirma que esto era incorrecto, definitivamente no existe otra máquina con la misma dirección.

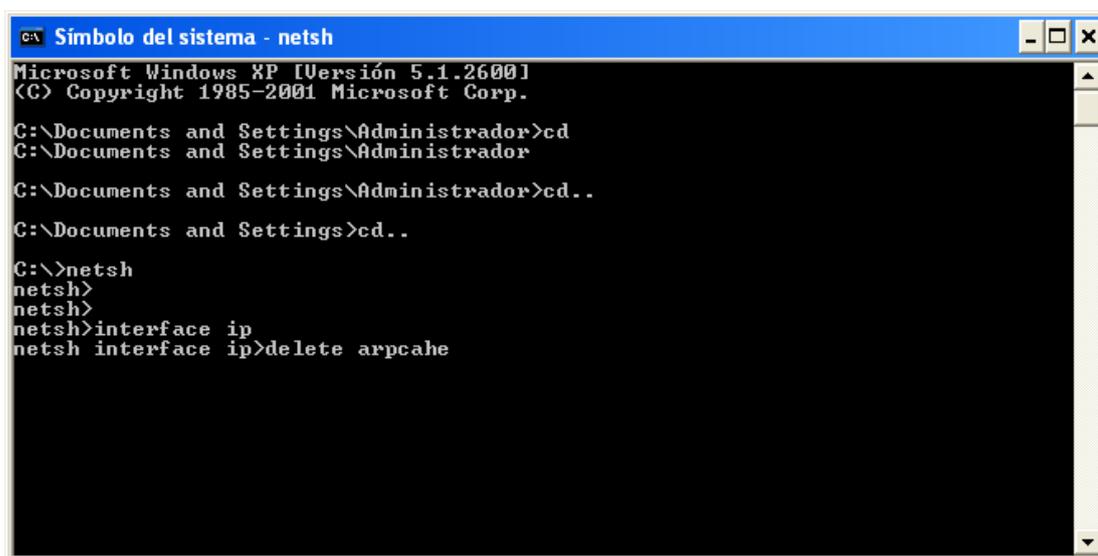
El único problema posible en este caso es que una máquina tuviera guardada en el caché de ARP esta dirección que posiblemente correspondía a otro servidor. Para verificar esto, con una aplicación pagada de terceros (ARP

Ping) se realiza un ping a esa dirección, el programa despliega una respuesta con una dirección física (MAC) de uno de los usuarios de la red en la organización “MLE”, que antiguamente utilizaba esa dirección en un computador que ya no está en uso. La solución entonces, fue eliminar este archivo de cache del ARP de esa máquina, (para garantizar el resultado, se debería limpiar el archivo de caché de cada máquina de la red).

4.2.3.2. *Solución(es) al problema.*

En Windows existe un comando para borrar todo el cache, hay que ingresar a la consola de Windows de cada computador y escribir la siguiente línea de comandos que se muestra en la figura 50.

- netsh interface ip delete arpcache.



```
CA Símbolo del sistema - netsh
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrador>cd
C:\Documents and Settings\Administrador
C:\Documents and Settings\Administrador>cd..
C:\Documents and Settings>cd..

C:\>netsh
netsh>
netsh>
netsh>interface ip
netsh interface ip>delete arpcache
```

Figura 50. Consola de Windows, y comandos para borrar el arpcache.

Esto solucionará el problema en máquinas con Windows. Para solucionar el problema en máquinas que trabajan con distintas versiones de

Linux la solución es más complicada, la sentencia correcta en la línea de comandos sería como se muestra en la tabla 30.

- root: sudo arp -s 192.168.1.254 00:20:78:xx:xx:xx

Tabla 30. Comando para borrar el arpcache de Linux.

sudo arp -s	192.168.1.254	00:20:78:xx:xx:xx
	IP en conflicto	Dirección MAC de la tarjeta en conflicto

La desventaja de este comando, es que necesita saber, obligatoriamente cual es la MAC de la tarjeta en conflicto, y a veces puede ser difícil de determinar, pero la gran ventaja, es que este comando se lo puede ejecutar desde cualquier equipo con Linux, y no desde el que tiene el problema en sí, otra solución más rápida, pero no recomendada, es simplemente apagar por un momento la máquina que está haciendo el conflicto, entonces el servidor, si podrá activar su interface con esa IP. Luego de asignada, se vuelve a encender la otra máquina, y automáticamente se dará cuenta de que ya fue asignado a otra computadora esa dirección, y la liberará del caché.

4.2.4. La tarjeta ZAP X100P no reconoce el fin de llamada, y mantiene levantada la línea.

Una falla común, especialmente aquí en el Ecuador, es que no existe entre la lista de países de las distribuciones de Trixbox, y pasa lo mismo con varios países de Latinoamérica, es que la tarjeta ZAP X100P, no reconoce las especificaciones de los tonos que caracterizan a las diferentes zonas

geográficas del mundo lo que ocasiona, que la tarjeta no reconozca, cuándo ha finalizado una llamada.

4.2.4.1. Descripción del problema.

Al finalizar una llamada a través de la tarjeta ZAP X100P, es decir, una llamada externa, la línea se mantiene ocupada, la tarjeta no reconoce el fin de llamada, en muchos casos inclusive por tiempo indefinido. La única forma de cerrarla, es ya sea desconectando el cable físicamente de la tarjeta, o a través del panel de control operador obligando a cerrar el canal.

4.2.4.2. Solución(es) al problema.

Para aumentar un país, en la lista de tonos reconocidos, y obligar a la plataforma Trixbox, que utilice estos tonos, hay editar en Config File Editor el siguiente archivo que se encuentra en:

- etc/Asterisk/indications.conf.

Bajo [general] cambiar lo que esté escrito por country=ec y hay que dirigirse al final del archivo y escribir las siguientes líneas que se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Código para reconocimiento del Ecuador en la plataforma Trixbox.

```
[ec]
description = Ecuador
ringcadence = 500,500 ;1500,3000
dial = 425
busy = 425/500,0/500
ring = 425/1500,0/3000
congestion = 425/200,0/200,425/200,0/200,425/200,0/600
callwaiting = 425/175,0/175,425/175,0/3500
dialrecall = !425/200,!0/200,!425/200,!0/200,!425/200,!0/200,425
record = 1400/500,0/15000
info = 950/330,0/1000
dialout = 500
```

4.3. Pruebas de QoS.

Para medir la calidad de servicio de la central de videotelefonía, nos ayudamos de la programa wireshark, que consta de herramientas prácticas para medir el tráfico cursado por una red de datos. Además se comprobó la secuencia de mensajes SIP, en el establecimiento de una llamada exitosa, que se puede apreciar el de los códecs propuestos que son para audio el códec GSM y de video el códec H264.

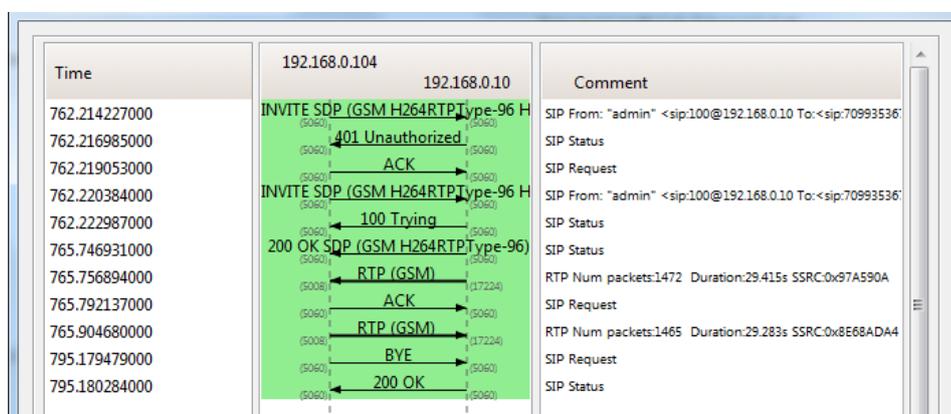


Figura 51. Monitoreo de una llamada eficaz usando el protocolo SIP.

Se analizaron los flujos RTP y se relevaron parámetros inherentes a la calidad de servicio.

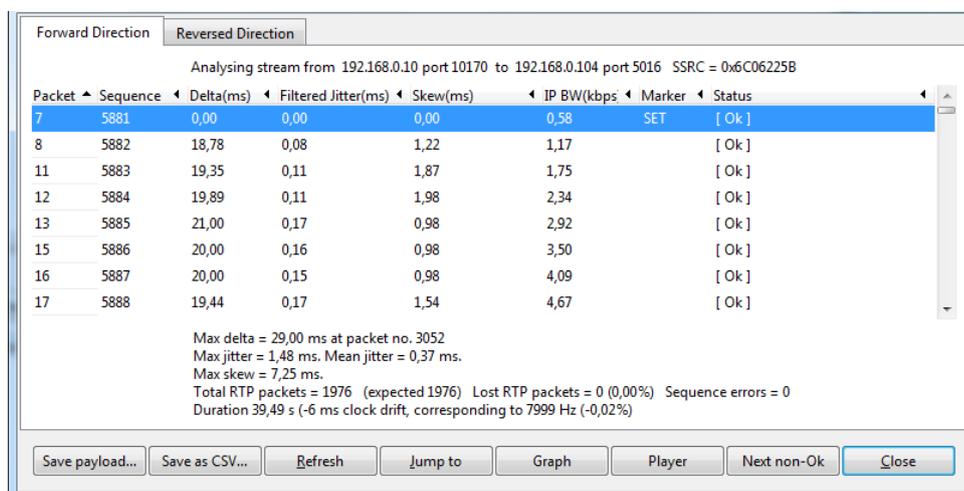


Figura 52. Flujo de análisis de RTP.

Con estos datos se comprobó y realizó la comparación de la disminución en la calidad de las llamadas, al pasar por un enlace congestionado como se muestra en las figuras.

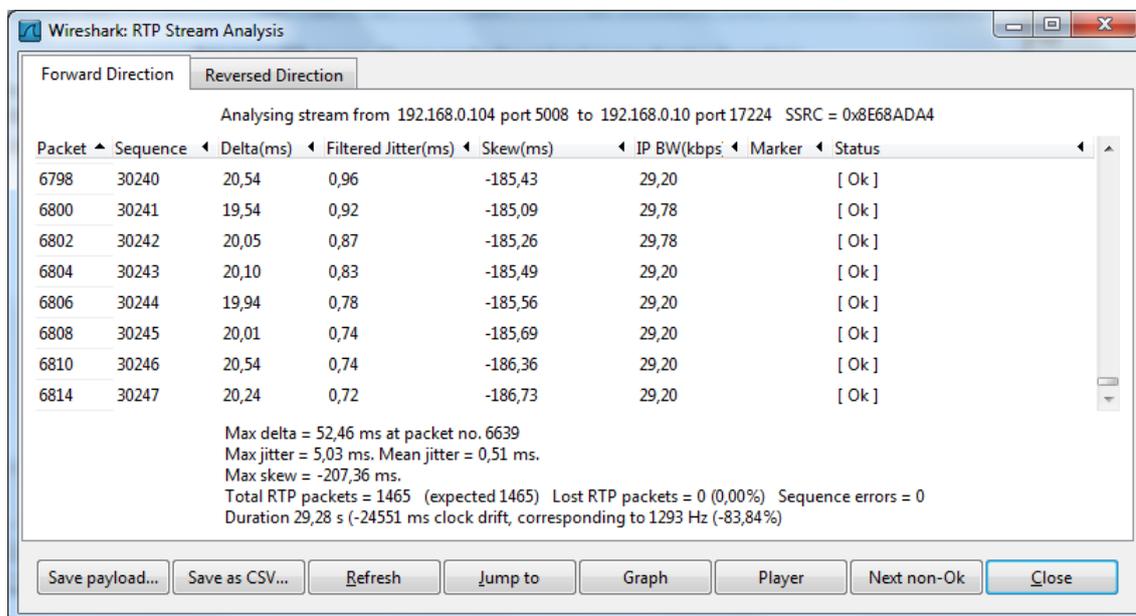


Figura 53. Análisis de tráfico en un enlace congestionado sin QoS.

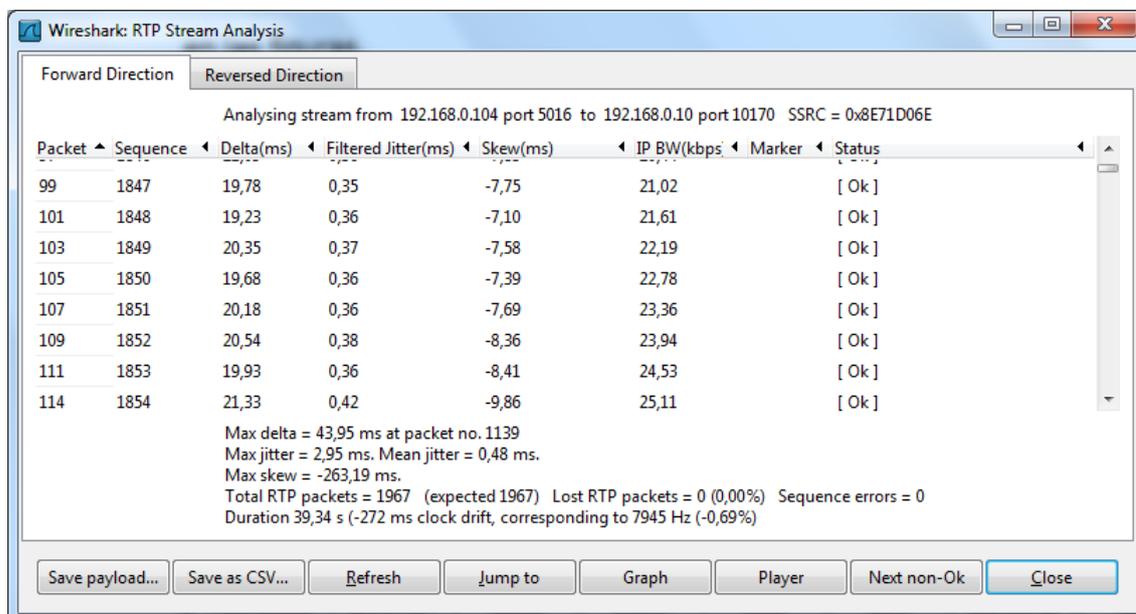


Figura 54. Análisis de tráfico en un enlace congestionado con QoS.

Se aplicó QoS en el enlace congestionado, obteniendo grandes mejoras en las llamadas.

Tabla 32. Resultados obtenidos en un enlace con y sin QoS.

	Enlace sin congestión	Enlace congestionado
Jitter (ms)	4.10	18.55
Delay (ms)	10.25	513
Paquetes perdidos (%)	0	7.25

Se hace necesario la implementación de mecanismos de QoS dentro de las redes que van a ser utilizadas para brindar el servicio de VoIP, para reducir la pérdida de paquetes o retardos en las fluctuaciones de una llamada.

CAPITULO 5



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. GENERALIDADES.

5.2. CONCLUSIONES.

5.1. Generalidades.

Se presentan conclusiones y recomendaciones a tomar en cuenta al momento de implementar una central telefónica o videotelefonía IP, para evitar posibles errores que se pueden cometer, y en lo posible tratar de minimizarlos.

5.2. Conclusiones.

- La realización de este Proyecto nace en la necesidad de estudiar, diseñar e implementar una central de videotelefonía bajo una plataforma LINUX, para la organización “MLE”, utilizando los protocolos H.323, SIP y el soporte de Video4Linux; con esto se puede tener un equipo robusto y actual, que brinda la mayoría de servicios de sistemas de VoIP licenciados.

- El estudio y diseño realizado permite la convergencia de servicios tanto nuevos como existentes de telecomunicaciones con el fin de que la organización “MLE” del Ecuador se beneficie de las nuevas tecnologías de comunicación usando el protocolo IP, este protocolo puede unificar las aplicaciones de voz, video y datos, para garantizar el servicio de transmisión el protocolo usado para transporte SIP el cual puede trabajar en redes basadas en IP.

- El uso del Software Libre, no significa que sea gratuito sino que es de libre distribución. Esto significa que es de código abierto en las principales páginas de software libre disponibles en la web, el código abierto permite

a los diferentes usuarios hacer uso de este código y modificarlo a las necesidades y potenciarlo para futuras aplicaciones en este caso para telefonía y videotelefonía para la organización “MLE”.

- El uso de la plataforma Trixbox 2.9 para la telefonía IP es la base para el diseño de la central de videotelefonía, es un software que contiene como núcleo Asterisk 1.6, el cual efectúa el trabajo de una central telefónica PBX y que permite que su administración sea de forma amigable hacia el usuario, soporta los diferentes códecs de audio y video, además se utiliza el softphone Jitsi para realizar las llamadas de telefonía y videotelefonía IP, ya que permite un manejo fácil, también el uso del módulo zeroshell para aplicado para QoS.
- De acuerdo a los requerimientos de la organización “MLE” y a la situación actual, la central de videotelefonía está configurada para prestar diferentes servicios y ser compatible con protocolo IPv6, que es el protocolo que se está implementando.
- Finalmente se puede concluir después de haber analizado los resultados obtenidos que se cumplió con el objetivo propuesto de diseño e implementación del prototipo de la central de videotelefonía para la organización “MLE”, que brinda QoS, administración de ancho de banda entre otros, además se espera que este proyecto de titulación sirva como guía para futuros proyectos de grado, de la carrera de ingeniería en

Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte.

5.3. Recomendaciones.

- Es necesario en lo posible no hacer uso de equipos de computación avanzados, ya que es posible diseñar y configurara una centra de telefonía y video telefonía con computadoras de bajo recursos como un Pentium II, III y IV, ya que son equipos que trabajan de manera adecuada con software libre.
- Al implementar una central de videotelefonía para una organización o empresa, se recomienda en lo posible que se realicen todas la pruebas necesarias de comunicación, usando una máquina virtual y software como el softphone, antes de comprar teléfonos o videoteléfonos IP, debido que puede darse el caso que no se obtengan los resultados esperados.
- En necesario en lo posible se haga uso de sistemas no licenciados, es decir, que se usen códecs libres, ya que en varias aplicaciones, estos dan mejores resultados, con respecto a aplicaciones licenciadas que pueden repercutir en gasto de dinero sino se obtiene los resultados esperados.
- Es recomendable hacer uso de un softphone, ya que si no se tiene mucha experiencia en manipulación de dispositivos físicos de VoIP, puede resultar en pérdida de dinero si se llega a producir algún tipo daño con dichos dispositivos, por tal motivo es mejor usar un softphone.

- Además se recomienda que se trate en lo posible de probar cada una de las aplicaciones que presenta la central de telefonía y videotelefonía IP, para aprovechar el máximo potencial del software libre.

- Al momento de implementar una central de telefonía o videotelefonía se recomienda tratar implementar protocolos nuevos que vayan creándose posteriormente, como es el caso de soporte para IPv6.

- Se debe usar sistemas operativos basados en Linux ya que es uno de los sistemas más robustos, estables y rápidos, además que brinda mayor seguridad al momento de comunicarse.

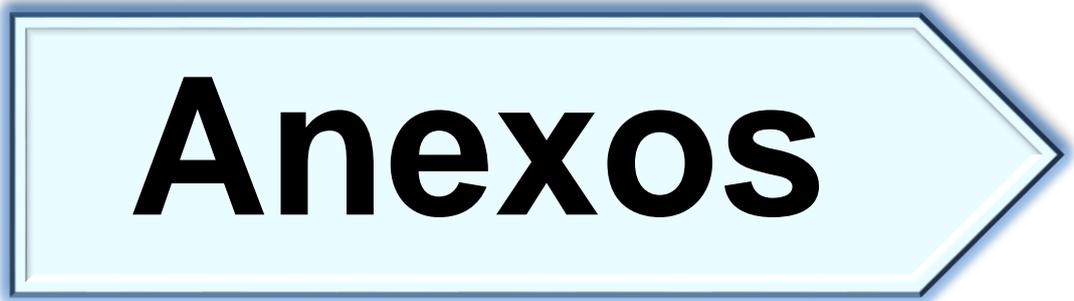
6. Bibliografía.

LIBROS, RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS EN LÍNEA Y TESIS

1. **3CX. (2010).** <http://www.voipforo.com/>. Recuperado el 21 de marzo de 2010, de <http://www.voipforo.com/>: <http://www.voipforo.com/>
2. **Atel. (2008).** *Atel Asesores C.A.* Obtenido de Atel Asesores C.A: www.altelasesores.com.ve
3. **Avellaneda, O. (2006).** *Redes de Próxima Generación* . Buenos Aires .
4. **Black, U. (2000).** *Tecnologías Emergentes para redes de Computadores.* México: Prentice Hall.
5. **CISCO. (2008).** Traffic Analysis for Voice over IP. *Traffic Analysis for Voice over IP.* CISCO.
6. **Comer, D. (1996).** *INTERCONECTIVIDAD DE REDES CON TCP/IP.* México: PERSON EDUCACION.
7. **Correa, E. V. (2007).** *Asterisk Desconsolado.* Argentina: Libre .
8. **Cruz, D. (2007).** *Diseño e Implementación de una red wan de datos de telefonía IP con software libre en la RAAP.* Lima: RAAP.
9. **datatracker.ietf.org. (s.f.).** <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2543.txt>. Obtenido de <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2543.txt>: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2543.txt>
10. **DOUGLAS Comer. (1996).** *REDES GLOBALES DE INFORMACIÓN CON INTERNET Y TCP/IP.* México: PERSON EDUCACIÓN. Recuperado el 14 de 02 de 2011, de FTDI Chip: <http://www.ftdichip.com>
11. **ELASTIX. (2009).** http://www.conectividad.org/archivo/libros/soft_libre/manual_elastic.pdf.
12. **Eric, GONZALES. (2006).** *ASTERISK Y TELEFONÍA TRADICIONAL.* Chile.
13. **FONALTY. (2011).** <http://fonality.com/trixbox/>. Recuperado el 24 de marzo de 2009, de trixbox: <http://fonality.com/trixbox/>
14. **Frey, F. (23 de Junio de 2007).** Pincipios Básicos de IP. Ibarra, Imbabura, Euador.
15. **Gaspera, J. (2011).** *MODELO DE REFERENCIA OSI.* Argentina: Unilit. Obtenido de http://www.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/modelo_osi.html
16. **GIGAWEB. (2003).** *Telefonía IP.* Obtenido de <http://www.gigaws.com/voip/ventajas-voip.html>
17. **Gordillo., M., & Domínguez, & H. (Marzo de 2006).** Estudio, Diseño y Simulación de una red de Backbone sobre anillos de fibra óptica en la ciudad de Quito para unir las redes de acceso de la empresa Integral Data que soporte sistemas de compresión de voz en TDMoIP. Quito, Pichincha, Ecuador.
18. **Grandstream Networks, I. (2010).** <http://www.grandstream.com>. Recuperado el 23 de enero de 2010, de <http://www.grandstream.com>: <http://www.grandstream.com>
19. **Haykc, W. (2006).** *Fundamentos de Telecomunicaciones.* Madrid: Unilit.
20. **HIDROBO JÓse. (2003).** *INTEGRACIÓN DE VOZ Y DATOS.* España. Recuperado el 16 de diciembre de 2009, de <http://www.ieee802.org/15/>
21. **HIDROBO JÓse. (16 de octubre de 2007).** *REDES DE DATOS Y CONVERGENCIA IP.* México: Alfayomega. Recuperado el 8 de diciembre de 2009, de El protocolo ARP: <http://es.kioskea.net/contents/internet/arp.php3>

22. **Huidrovo, M.** (2007). *Redes de Datos y Convergencia IP*. México: Alfaomega.
23. **Jim van Meggelen, J. S.** (s.f.). *FXO and FXS Channels*. Obtenido de http://astbook.asteriskdocs.org/en/2nd_Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-CHP-4-SECT-4.html
24. **JIVE SOFTWARE.** (2 de septiembre de 2010). *inginite realtime*. Obtenido de <http://www.igniterealtime.org/projects/opensource/>
25. **Korpi, K. (2005).** *IP Telephony with H.323 and SIP*. Canada : Putel.
26. **KUROSE James.** (2004). *REDES DE COMPUTACIÓN*. Madrid: Pearson Addison Wesley.
27. **LABS, S. L.** (2005). *SJphone*. Obtenido de <http://www.sjlabs.com/sjp.html>
28. **Landívar, E.** (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix*. Quito: Palosanto.
29. **Leblanc, D.-A.** (2001). *La Biblia de Administración de sistemas Linux*. Anaya Multimedia.
30. **Luque, J.** (2009). *VIDEOCONVERGENCIA TECNOLOGÍA SISTEMAS Y APLICACIONES*. México: Portavoz.
31. **Matt Welsh, Matthias Kalle Dalheimer y Lar Kaufman.** (2000). *Guía de referencia y aprendizaje*. Anaya Multimedia.
32. **Morril, D. L.** (2002). *Configuración de sistemas Linux*. Anaya Multimedia.
33. **MULTIUNIX.** (2005). *Qué es VoIP*. Obtenido de www.multiunix.com.mx
34. **Natalia, O.** (16 de octubre de 2009). *REDES DE COMPUTADORAS*. México. Recuperado el 27 de octubre de 2009, de Redes Inalámbricas: <http://es.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3#>
35. **Nelson, P.** (febrero de 2009). *Estudio y diseño de una red lan inalámbrica con QoS, para voz y datos en el CIGMYP, empleando los estándares IEEE802.11 g/e*. Recuperado el 30 de marzo de 2011, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1316/1/CD-2019.pdf>
36. **Oppenheim, A.** (1997). *Señales y Sistemas*. México: Prentice Hall.
37. **OPPENHEM Alan.** (1997). *SEÑALES Y SISTEMAS*. México: Prentice Hall. Recuperado el 20 de 04 de 2010, de CrossWorks for ARM version 2.0: http://www.rowleydownload.co.uk/documentation/arm_2_0/index.htm
38. **Ordoñez, L. (2009).** *Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones*. México: Alfaomega.
39. **PALOSANTO. (2009).** <http://www.elastix.org/>. Recuperado el 23 de MARZO de 2009, de <http://www.elastix.org/>: <http://www.elastix.org/>
40. **Proaskis, J. (2004).** *Digital Communications*. CANADA: McGraw-Hill.
41. **QUINTANA, D. (2007).** *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED De TELEFONÍA IP CON SOFTWARE LIBRE EN LA RAAP*.
42. **Ramirez, J. (2007).** *VideoStreaming y Videoconferencia*. México: Potavoz.
43. **Redondo, A. (2006).** *Implementaciones VoIP*. México: Unilit.
44. **Saez, R. T. (s.f.).** www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.ppt. Obtenido de www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.ppt: www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.ppt
45. **Soto, M. (2003).** *TRÁFICO TELEFÓNICO CONCEPTOS Y APLICACIONES*. México: Unilit.

46. **Stalling, W. (2003).** *Comunicaciones y Redes de Computadoras*. Madrid: Prentice Hall.
47. **STREMLER Ferrel. (1982).** *SISTEMAS DE COMUNICACIÓN*. México, Noruega: Alfaomega.
48. **Stremler, F. (2002).** *Sistemas de Comunicación*. México: Alfaomega.
49. **TANEBAUM Andrew. (s.f.).** *REDES DE COMPUTADORAS*. PEARSON PRENTICE HALL. Recuperado el 28 de 03 de 2011, de <http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232BM.htm>
50. **TELECOM. (2009).** <http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/tr%E1fico.html>. Recuperado el 23 de enero de 2010, de <http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/tr%E1fico.html>: <http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/tr%E1fico.html>
51. **Terra. (2011).** *Calculadora Erlang*. Obtenido de Calculadora Erlang: <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/erlink.htm>
52. **THE COMUNITY ENTERPRISE SYSTEM. (s.f.).** *CENTOS*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2009, de <http://www.centos.org/>
53. **TRAC. (2008).** *qutecom*. Recuperado el 2 de enero de 2010, de <http://www.qutecom.com/>
54. **Ubidia, A. (2007).** *Análisis, Diseño e Implementación de una intranet IPv6 y QoS*. Sangolquí: ESPE.
55. **VARIOS AUTORES. (2003).** *Glosario e-Learning, Define VoIP*. Recuperado el 12 de marzo de 2011, de <http://www.academiaelearning.com/mod/glossary/view.php>
56. **VoIP Exchange. (2006).** *Historia de VoIP*. Recuperado el 21 de marzo de 2011, de <http://voipex.blogspot.com/2006/04/historia-de-voip.html>
57. **VoIP FORO. (2006).** *Protocolos*. Obtenido de <http://www.voipforo.com/H323/H323objetivo.php>
58. **VOIPFORO. (s.f.).** Recuperado el 23 de Enero de 2011, de <http://www.voipforo.com/H323vsSIP.php>
59. **voztovoice. (2009).** *Talking around the WorldTalking around the World*. Recuperado el 2 de septiembre de 2009, de <http://voztovoice.org/>
60. **Wayne, T. (2003).** *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: Practice-Hall.
61. **wikitel. (s.f.).** *REDES TELEFONICAS*. Recuperado el 28 de 03 de 2009, de http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones



Anexos

7. ANEXOS

ANEXO A. VALORACIÓN CUANTITATIVA

A.1 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISTRIBUCIONES DE LINUX.

El valor cuantitativo es dado comparando los detalles de las características de cada distribución.

Los valores están asignados dependiendo de la cantidad de opciones existentes en cada característica, como dice la norma Norma IEEE-Std-1233 (1998): Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de sistemas. Que permita definir una prioridad a cada requerimiento.

La valoración se dará de la siguiente manera tomando los siguientes valores:

- Muy Bueno (3): Con la mayor cantidad de características y de extrema importancia que ayudará a un mejor funcionamiento del software y del equipo.
- Bueno (2): Con una cantidad moderada de características e importancia.
- Mala (1): Con una limitada cantidad de características e importancia para el funcionamiento del software.

Característica	Detalles	Valoración
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390, POWERPC, ALPHA, POWERPC, ALPHA.	3
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390.	2
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64.	1
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo Texto: Procesador: 0 a 300 Mhz, Espacio en disco: 0 a 2 GB, Memoria RAM: 0 a 128 MB. Modo Gráfico: Procesador: 0 a 500 Mhz, Espacio en disco: 0 a 2 GB, Memoria RAM: 0 a 256 MB.	3
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo Texto:	2

	Procesador: 300 a 600 Mhz, Espacio en disco: 0 a 3 GB, Memoria RAM: 0 a 256 MB. Modo Gráfico: Procesador: 500 a 800 Mhz, Espacio en disco: 0 a 3 GB, Memoria RAM: 0 a 512 MB.	
	Modo Texto: Procesador: 600 Mhz en adelante, Espacio en disco: 0 a 4 GB en adelante, Memoria RAM: 0 a 256 MB en adelante. Modo Gráfico: Procesador: 800 Mhz en adelante, Espacio en disco: 0 a 4 GB en adelante, Memoria RAM: 0 a 512 MB en adelante.	1
Licencia	GNU / GPL en todos sus componentes	3
Licencia	GNU / GPL en su mayoría pero incluye ciertos paquetes de software propietarios	2
Licencia	Software Propietario o Licenciado	1
Instalación Global	Debe contar con modo de instalación gráfico y tipo texto, debe permitir la selección entre usuario principiante y experto, debe permitir la selección de paquetes agrupados y bien descritos, pudiendo ser obtenidos desde internet.	3
Instalación Global	Debe contar con modo de instalación gráfico y tipo texto, debe permitir la selección entre usuario principiante y experto, debe permitir la selección de paquetes.	2
Instalación Global	Debe contar con modo de instalación gráfico o tipo texto, la personalización de la instalación no es posible.	1
Instalación Global	46 a 90 minutos.	2
Instalación Global	91 minutos en adelante.	1
Manejo del Sistema Basado en Consola	Contar con herramientas que permitan el manejo integral de equipo.	3
Manejo del Sistema Basado en Consola	Contar con herramientas que permitan el manejo del equipo, pero con ciertas limitaciones.	2
Manejo del Sistema Basado en Consola	No cuenta con herramientas especializadas.	1
Cantidad de Paquetes	Contar con un repositorio de 12000 a 20000 paquetes disponibles.	3
Cantidad de Paquetes	Contar con un repositorio de 6000 a 12000 paquetes disponibles.	2
Cantidad de Paquetes	Contar con un repositorio de 1 a 6000 paquetes disponibles.	1
Velocidad del Sistema de Arranque	1 a 50 segundos.	3
Velocidad del Sistema de Arranque	50 a 90 segundos.	2
Velocidad del Sistema de Arranque	90 segundos en adelante.	1

Velocidad de Respuesta del Sistema	Cuenta con configuraciones especiales de optimización habilitadas manualmente para utilización como servidor o estaciones de trabajo.	3
Velocidad de Respuesta del Sistema	No cuenta con optimizaciones.	1
Centro de Seguridad	Herramientas para protección de memoria. Herramientas para protección de kernel o núcleo. Contar con mecanismos de actualización periódicas. Instalación de Cortafuegos en instalación por defecto	3
Centro de Seguridad	Herramientas para protección de memoria. Herramientas para protección de kernel o núcleo. Contar con mecanismos de actualización periódicas.	2
Centro de Seguridad	Pocas herramientas de seguridad	1
Estabilidad y Madurez	Incluir únicamente software bien probado en los paquetes de la distribución.	3
Estabilidad y Madurez	Incluir software de prueba en los paquetes de la distribución.	2
Estabilidad y Madurez	Incluye únicamente software de prueba.	1
Documentación	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, comunidades adicionales, foros, manuales del sistema, manuales de procedimientos, en español e inglés.	3
Documentación	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, comunidades adicionales, manuales del sistema, manuales de procedimientos, en inglés.	2
Documentación	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, manuales de procedimientos en inglés.	1

Tabla A.1.1. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de LINUX.

A.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SOFTWARE DE TELEFONÍA IP.

El valor cuantitativo se asigna comparando los detalles de las características de cada software de telefonía.

Los valores están asignados dependiendo de la cantidad de opciones existentes en cada característica, como dice la norma Norma IEEE-Std-1233 (1998): Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de sistemas. Que permita definir una prioridad a cada requerimiento.

La valoración se dará de la siguiente forma tomando los siguientes valores:

- Muy Bueno (3): Con la mayor cantidad de características y de extrema importancia que ayudará a un mejor funcionamiento del software y del equipo.
- Bueno (2): Con una cantidad moderada de características e importancia.
- Mala (1): Con una limitada cantidad de características e importancia para el funcionamiento del software.

Característica	Detalles	Valoración
Funcionalidades y características	Funcionalidades y características totales de una central telefónica	3
Funcionalidades y características	• Funcionalidades y características medias de una central telefónica.	2
Funcionalidades y características	• Sin funcionalidad ni características	1
Autores	Autores nacionales.	2
Autores	Autores extranjeros.	1
Compatibilidad a Periféricos PCI	Sí.	2
Compatibilidad a Periféricos PCI	No.	1
Códecs y Conversores	Más de 8	2
Códecs y Conversores	Menos de 8	1
Protocolos de señalización	Soporta varios protocolos de señalización.	2
Protocolos de señalización	No tiene protocolos de señalización.	1
Sistema Operativo	GNU/Linux.	2
Sistema Operativo	Otros.	1
Requisitos de Hardware	Espacio en disco: 0 a 8 GB. Memoria RAM: 0 a 256 MB. Adaptadores ethernet: 2 (mínimo). Procesador de 500MHz	1
Requisitos de Hardware	Espacio en disco: 0 a 12 GB. Memoria RAM: 256 a 512 MB. Adaptadores ethernet: 2 (mínimo). Procesador de 800MHz	2
Administración	Posee consola para administración	2
Administración	No posee consola	1
Facilidad de uso	Fácil de usar	2
Facilidad de uso	Complejo	1
Flexibilidad	Alta	2
Flexibilidad	Baja	1

Tabla A.1.2. Valoración cuantitativa de características técnicas del software de telefonía.

ANEXO B. VALORACIÓN CUANTITATIVA

ANÁLISIS DE JITTER, ANCHO DE BANDA, PERDIDA DE PAQUETES.

Con la herramienta Iperf se obtiene los valores de Jitter, Ancho de Banda y pérdida de paquetes utilizando los siguientes comandos:

IPerf en el servidor.

```
> iperf -s -u -f MB -i1
```

```
-----  
----- Server listening on TCP port
```

```
5001
```

```
UDP buffer size: 108 KByte (default)  
-----
```

En este momento **IPerf** se encuentra a la "escucha" en le puerto **5001**.

IPerf en el cliente.

En la máquina cliente **IPerf**, se ejecuta de esta manera:

```
>iperf -c 192.168.1.250 -u -f MB -t 60
```

```
-----  
Client connecting to 192.168.1.250, TCP port 5001
```

```
UDP buffer size: 108 KByte (default)  
-----
```

JITTER - ANCHO DE BANDA				
UDP buffer size: 108 KByte (default)				
Interval (sec.)	Transfer (MBytes)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter (ms)	Lost/Total
0.0- 1.0	1,16	9,75	1,064	0/ 829 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,062	0/ 850 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,062	0/ 852 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,061	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,059	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)

0.0-10.0	11,9	9,9	0,949	0/ 8488 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	0,66	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	0,7	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,7	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,6	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,01	0/ 851 (0%) Jueves 13
5.0- 6.0	1,19	10	0,96	0/ 850 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,98	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,817	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	9,97	1	0/ 848 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,812	0/ 850(0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,861	0/ 8502(0%)
0.0- 1.0	1,1	9,22	1,059	0/ 784 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%) Viernes 14
4.0- 5.0	1,19	10	1,068	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	9,9	1,062	0/ 851 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,081	0/ 852 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,059	0/ 851 (0%)
0.0-10.0	11,8	9,9	0,945	0/ 8445 (0%)
0.0- 1.0	1,19	9,96	0,732	0/ 847 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	0,713	0/ 850 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,715	0/ 851 (0%) Sabado 15
3.0- 4.0	1,19	10	0,71	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	9,98	0,652	0/ 849 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	0,65	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,648	0/ 851 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,588	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	0,643	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	9,98	0,651	0/ 849 (0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,701	0/ 8501 (0%)
0.0- 1.0	1,08	9,07	1,064	0/ 771 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,064	0/ 852 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%) Lunes 17
5.0- 6.0	1,19	10	1,065	0/ 850 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,060	0/ 852 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,067	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
0.0-10.0	11,8	9,9	0,947	0/ 8432 (0%)

0.0- 1.0	1,14	9,53	1,137	0/ 810 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,015	0/ 850 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,039	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,039	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,041	0/ 852 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,748	0/ 851 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,012	0/ 851 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,010	0/ 850 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,975	0/ 851 (0%)
0.0-10.0	11,9	9,9	0,872	0/ 8469 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	1,109	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,701	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,061	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,005	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,071	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	0,909	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,747	0/ 850 (0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,833	0/ 8505 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,006	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,906	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	0,806	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,005	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,951	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,905	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,004	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,828	0/ 8503 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	1,066	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,155	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,905	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,907	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	0,907	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,06	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,06	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,06	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,06	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,926	0/ 8505 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	0,007	0/ 850 (0%)

1.0- 2.0	1,19	10	0,006	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	0,005	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,003	0/ 851 (0%)
0,0-10,0	11,9	10	0,029	0/ 8505 (0%)

Tabla B.1 Jitter - Ancho de Banda



Figura B.1. Jitter - Ancho de Banda

B.4 ANÁLISIS DEL RETARDO.

PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.82 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.311 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.307 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.36 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.37 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.297 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.344 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.39 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.309 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.307 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.282 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 9030ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.280/0.736/1.822/0.600 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=3.38 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.292 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.274 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.277 ms

64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.41 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.38 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.667 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.297 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.34 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.386 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8013ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.274/0.97/3.384/1.010 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.335 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.36 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.291 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.286 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.35 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.394 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.373 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.664 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.382 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.379 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.286/0.581/1.361/0.421 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.328 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.187 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.212 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.188 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.185 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.33 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8015ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.185/0.749/1.33/0.561 ms
PING 172.20.0.45 (172.20.0.45) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.77 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.382 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.775 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.447 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.791 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.431 ms
--- 172.20.0.45 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.382/0.766/1.774/0.480 ms

PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=2.20 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.252 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.29 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.294 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.30 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.35 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.30 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.226 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.235 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8022ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.226/0.941/2.209/0.673 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.346 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.204 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.193 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.27 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.187 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.216 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.205 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.27 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.195 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.212 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.193/0.507/1.28/0.591 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.326 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.25 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.191 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.209 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.29 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.201 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 8030ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.201/0.891/1.29/0.523 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.328 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.187 ms

64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.212 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.188 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.185 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.185/0.684/1.28/0.553 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.326 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.186 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.24 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.27 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.197 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.25 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.226 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8012ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.186/0.806/1,28/0.545 ms

Figura B.4.14. Retardo a través del ping.



Figura B.4.15.
Retardo.

ANEXO C. IEEE-STD-830-1998: ESPECIFICACIONES DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE

Definiciones:

En general las definiciones de los términos usados en estas especificaciones están conforme a las definiciones proporcionadas en IEEE Std 610.12-1990.

Contrato:

Un documento es legalmente obligatorio y en él estarán de acuerdo las partes del cliente y proveedor. Esto incluye los requisitos técnicos y requerimientos de la organización, costo y tiempo para un producto. Un contrato también puede contener la información informal pero útil como los compromisos o expectativas de las partes involucradas.

Cliente:

La persona(s) que paga por el producto y normalmente (pero no necesariamente) define los requisitos. En la práctica el cliente y el proveedor pueden ser miembros de la misma organización.

Proveedor:

La persona(s) que produce un producto para un cliente.

Usuario:

La persona(s) que operan o actúan recíprocamente directamente con el producto. El usuario(s) y el cliente(s) no es (son) a menudo las mismas persona(s).

C. Las consideraciones para producir un buen SRS.

Estas cláusulas proporcionan información a fondo que deben ser consideradas al momento de producir un SRS. Esto incluye lo siguiente:

- a) la Naturaleza del SRS;
- b) el Ambiente del SRS;
- c) las Características de un buen SRS;
- d) la preparación de los Joins del SRS;
- e) la evolución de SRS;
- f) Prototipos;
- g) Generando el diseño en el SRS;
- h) Generando los requisitos del proyecto en el SRS.

C.1 Naturaleza del SRS

El SRS son especificaciones para un producto del software en particular, programa, o juego de programas que realizan ciertas funciones en un ambiente específico. El SRS puede escribirse por uno o más representantes del proveedor, uno o más representantes del cliente, o por ambos. La Subclausula C.4 recomienda ambos. Los problemas básicos que se presentan al escribir un SRS van dirigidos a lo siguiente:

a) La Funcionalidad.

¿Qué se supone va hacer el software?

b) Las interfaces Externas.

¿Cómo el software actúa recíprocamente con las personas, el hardware de los sistemas, otro hardware, y otro software?

c) La Actuación.

¿Cuál es la velocidad, la disponibilidad, tiempo de la contestación, tiempo de la recuperación de varias funciones del software, etc.?

d) Los Atributos.

¿Qué portabilidad tiene, exactitud, el mantenimiento, la seguridad, las consideraciones etc.?

e) Las restricciones del diseño que impusieron en una aplicación.

¿Hay algún requerimiento Standard, idioma de aplicación, las políticas para la integridad del banco de datos, los límites de los recursos, operando en qué ambiente (s) etc.?

C.2 Ambiente del SRS

Es importante considerar la parte que el SRS representa en el diseño del proyecto total que se define en IEEE Std 610.12-1990. El software puede contener toda la funcionalidad del proyecto esencialmente, o puede ser parte de un sistema más grande. En el último caso habrá un SRS que declarará las

interfaces entre el sistema y su software modular, y pondrá qué función externa y requisitos de funcionalidad tiene con el software modular.

Otras normas, relacionan a otras partes del ciclo de vida de software para que pueda complementar los requisitos del software.

Desde que el SRS tiene un papel específico en el proceso de desarrollo de software, el que define el SRS debe tener el cuidado para no ir más allá de los límites de ese papel. Esto significa que:

- a) debe definir todos los requisitos del software correctamente. Un requisito del software puede existir debido a la naturaleza de la tarea a ser resuelta o debido a una característica especial del proyecto.
- b) no debe describir cualquier plan o detalles de aplicación. Éstos deben describirse en la fase del diseño del proyecto.
- c) no debe imponer las restricciones adicionales en el software. Éstos se especifican propiamente en otros documentos.

C.3 Características de un buen SRS.

Un SRS debe ser:

- a) Correcto;
- b) Inequívoco;
- c) Completo;
- d) Consistente;
- e) Delinear que tiene importancia y/o estabilidad;
- f) Comprobable; g) Modificable; h) Identificable.

C.3.1 Correcto

Un SRS es correcto si, y sólo si, cada requisito declarado se encuentra en el software. No hay ninguna herramienta o procedimiento que aseguran la exactitud. Alternativamente el cliente o el usuario pueden determinar si el SRS refleja las necesidades reales correctamente. Identificar los requerimientos hace este procedimiento más fácil y hay menos probabilidad al error.

C.3.2 Inequívoco

Un SRS es inequívoco si, y sólo si, cada requisito declarado tiene sólo una interpretación. Como un mínimo, se requiere que cada característica de la última versión del producto se describa usando un único término. En casos donde un término en un contexto particular tenga significados múltiples, el término debe ser incluido en un glosario donde su significado es más específico.

Un SRS es una parte importante del proceso de requisitos del ciclo de vida de software y se usa en el diseño, aplicación, supervisión, comprobación, aprobación y pruebas como está descrito en IEEE Std 1074-1997.

El SRS debe ser inequívoco para aquéllos que lo crean y para aquéllos que lo usan. Sin embargo, estos grupos no tienen a menudo el mismo fondo y por consiguiente no tienden a describir los requisitos del software de la misma manera.

Las Subclases C.3.2.1 a través de C.3.2.3 recomiendan cómo evitar la ambigüedad.

C.3.2.1 Trampas del idioma natural.

Los requisitos son a menudo escritos en el idioma natural (por ejemplo, inglés) el idioma natural es inherentemente ambiguo. Un idioma natural que SRS podría ser revisado por una parte independiente para identificar el uso ambiguo del idioma para que pueda corregirse.

C.3.2.2 Idiomas de especificación de requisitos

Una manera de evitar la ambigüedad inherente en el idioma natural es escribir el SRS en un idioma de especificación de requisitos particular. Sus procesadores del idioma descubren muchos errores léxicos, sintácticos, y semánticos automáticamente. Una desventaja en el uso de tales idiomas es que la premura de tiempo exigió aprenderlos. También, muchos usuarios no-técnicos los encuentran ininteligible. Es más, estos idiomas tienden a ser buenos para expresar ciertos tipos de requisitos y dirigirse a ciertos tipos de sistemas. Así, ellos pueden influir en los requisitos de las maneras sutiles.

C.3.2.3 Representación hecha con herramientas

En general, los métodos de requisitos e idiomas y las herramientas que los apoyan entran en tres categorías generales - el objeto, procesos y conductual.

El término objetos-orientados organizan los requisitos en lo que se refiere a los objetos en el mundo real, sus atributos, y los servicios realizados por esos objetos. El término procesos, organiza los requisitos en las jerarquías de funciones que comunican vía el flujo de datos.

Los términos conductuales describen la conducta externa del sistema por lo que se refiere a alguna noción de lo abstracto, las funciones matemáticas o el estado de las máquinas.

El grado en que se usan estas herramientas y los métodos puede ser útiles preparando un SRS pero depende del tamaño y complejidad del programa. Aun usando cualquiera de estos términos es mejor retener las descripciones del idioma natural. Así, el cliente poco familiar con las anotaciones el SRS puede entender todavía.

C.3.3 Completo

Un SRS está completo si, y sólo si, incluye los elementos siguientes:

- a) Los requisitos están relacionados a la funcionalidad, el desarrollo, las restricciones del diseño, los atributos y las interfaces externas. En particular debe reconocerse cualquier requisito externo impuesto por una especificación del sistema y debe tratarse.
- b) La definición de las respuestas del software a todos los posibles datos de la entrada del sistema y a toda clase de situaciones. Una nota que es importante especificar son las contestaciones a las entradas válidas e inválidas a ciertos valores.
- c) Tener todas las etiquetas llenas y referencias a todas las figuras, tablas, diagramas en el SRS y definición de todas las condiciones y unidades de medida.

C.3.3.1 Uso de TBDs

Cualquier SRS que usa la frase "para ser determinado" (TBD) no es un SRS completo. El TBD es, sin embargo, ocasionalmente necesario y debe acompañarse por:

- a) Una descripción de las condiciones que causan el TBD (por ejemplo, por qué una respuesta no es conocida) para que la situación pueda resolverse;
- b) Una descripción de lo que debe hacerse para eliminar el TBD que es responsable para su eliminación y cómo debe eliminarse.

C.3.4 Consistente

La consistencia se refiere a la consistencia interior. Si un SRS no está de acuerdo con algún documento del superior-nivel, como una especificación de requisitos de sistema, entonces no es correcto.

C.3.4.1 Consistencia interior

Un SRS es internamente consistente si, y sólo si, ningún subconjunto de requisitos individuales generó conflicto en él.

Los tres tipos de conflictos probables en un SRS son:

- a) Las características especificadas en el mundo real de los objetos pueden chocar. Por ejemplo,
 - 1) el formato de un informe del rendimiento puede describirse en un requisito como tabular, pero en otro como textual.
 - 2) un requisito puede declarar que todas las luces serán verdes mientras otro puede declarar que todas las luces sean azules.

- b) puede haber conflicto lógico o temporal entre dos acciones especificadas. Por ejemplo,
 - 1) Un requisito puede especificar que el programa sumará dos entradas, y otro puede especificar que el programa los multiplicará.
 - 2) Un requisito puede declarar que luego de "A" siempre debe seguir "B", mientras otro puede requerir que "A" y "B" ocurran simultáneamente.

c) Dos o más requisitos pueden describir el mismo mundo real del objeto pero usar las condiciones diferentes para ese objeto. Por ejemplo, una demanda del programa para una entrada del usuario puede llamarse una "sugerencia" en un requisito y una "señal" en otro. El uso de terminología normal y definiciones promueve la consistencia.

C.3.5 Delinear que tiene importancia y/o estabilidad

Un SRS debe delinear la importancia y/o estabilidad si cada requisito en él tiene un identificador para indicar la importancia o estabilidad de ese requisito en particular. Típicamente, todos los requisitos que relacionan a un producto del software no son igualmente importantes. Algunos requisitos pueden ser esenciales, sobre todo para las aplicaciones de vida crítica, mientras otros pueden ser deseables.

Cada requisito en el SRS debe identificarse para representar estas diferencias, aclarar y ser explícito. Identificando los requisitos de las siguientes maneras:

- a) Los clientes tienen que dar las consideraciones muy cuidadosamente a cada requisito para que se clarifique cualquier omisión que ellos pueden tener.
- b) Tener diseñadores que hagan diseños correctos y pongan el mismo esfuerzo en todos los niveles del producto del software.

C.3.5.1 Grado de estabilidad

Puede expresarse la estabilidad por lo que se refiere al número de cambios esperados a cualquier requisito basado en experiencia o conocimiento de eventos venideros que afectan la organización, funciones y a las personas que apoyan el sistema del software.

C.3.5.2 Grado de necesidad

Otra manera de alinear los requisitos es distinguir las clases de requisitos que hay: el esencial, el condicional y optativo.

- a) Esencial.

Implica que el software no será aceptable a menos que estos requisitos se proporcionen de una manera convenida.

b) el Condicional.

Implica que éstos son requisitos que reforzarían el producto del software, pero no lo haría inaceptable si ellos están ausentes.

c) Optativo.

Implica una clase de funciones que pueden o no pueden valer la pena. Esto le da la oportunidad de proponer algo que excede el SRS al proveedor.

C.3.6 Comprobable

Un SRS es comprobable si, y sólo si, cada requisito declarado es comprobable. Un requisito es comprobable si, y sólo si, allí existe algún proceso rentable finito con que una persona o la máquina puede verificar que el producto del software reúne el requisito. En general cualquier requisito ambiguo no es comprobable.

Los requisitos de No-verificable incluyen las declaraciones como "trabaja bien", "interface humana buena" y "normalmente pasará" no pueden verificarse los requisitos de esos porque es imposible de definir las condiciones "bueno," "bien" o "normalmente". La declaración que "el programa nunca entrará en una vuelta infinita" es el no-verificable porque la comprobación de esta calidad es teóricamente imposible.

Un ejemplo de una declaración comprobable es:

El rendimiento del programa se producirá dentro de 20 seg de evento 60% del tiempo; y se producirá dentro de 30 seg de evento 100% del tiempo.

Esta declaración puede verificarse porque usa condiciones concretas y las cantidades mensurables. Si un método no puede inventarse para determinar si el software reúne un requisito particular, entonces ese requisito debe quitarse o debe revisarse.

C.3.7 Modificable

Un SRS es modificable si, y sólo si, su estructura y estilo son tales que puede hacerse cualquier cambio a los requisitos fácilmente, completamente y de forma

consistente mientras conserva la estructura y estilo. Para que sea modificable se requiere un SRS que:

- a) Sea coherente y fácil de usar en la organización de volúmenes de información, un índice y las referencias cruzadas explícitas;
- b) no sea redundante (es decir, el mismo requisito no debe aparecer en más de un lugar en el SRS);
- c) Exprese cada requisito por separado, en lugar de intercalarlas con otros requisitos. La redundancia no es un error, pero puede llevar fácilmente a los errores. La redundancia puede ayudar hacer un SRS más leíble de vez en cuando, pero un problema puede generarse cuando el documento redundante se actualiza. Por ejemplo, un requisito puede alterarse en un solo lugar dónde aparece. El SRS se pone incoherente entonces. Siempre que la redundancia sea necesaria, el SRS debe incluir la cruz explícita - las referencias para hacerlo modificable.

C.3.8 Identificable

Un SRS es identificable si el origen de cada uno de sus requisitos está claro y si facilita las referencias de cada requisito en el desarrollo futuro o documentación del mismo. Lo siguiente que se recomiendan son dos tipos de identificabilidad:

- a) el identificable dirigido hacia atrás (es decir, a las fases anteriores de desarrollo).

Esto depende explícitamente en cada requisito la referencia de su fuente en los documentos más antiguos.

- b) el identificable delantero (es decir, a todos los documentos desovados por el SRS). Esto depende en cada requisito, en el SRS que tiene un único nombre o número de la referencia. El identificable delantero del SRS es especialmente importante cuando el producto del software entra en el funcionamiento y fase de mantenimiento. Como el código y documentos del plan se modifican, es esencial poder determinar el juego completo de requisitos que pueden afectarse por esas modificaciones.

C.4 Preparación de los JOIN del SRS

El proceso de desarrollo de software debe empezar con el proveedor y con el acuerdo del cliente en lo que el software completado debe hacer. Este acuerdo, en la forma de un SRS, debe prepararse juntamente. Esto es importante porque ni el cliente ni el proveedor son calificables para escribir exclusivamente un buen SRS.

a) Clientes normalmente no entienden bien el diseño del software y proceso de desarrollo bastante bien como para escribir un SRS utilizable.

b) Los Proveedores normalmente no entienden bien el problema de los clientes y su campo de acción como para que especifique los requisitos para un sistema satisfactorio.

Por consiguiente, el cliente y el proveedor deben trabajar para producir juntos un buen escrito que sea completamente entendible SRS.

Una situación especial existe cuando el sistema y su software, los dos, se están definiéndose concurrentemente. Entonces la funcionalidad, interfaces, desarrollo y otros atributos y restricciones del software no son los predefinidos, sino se definen juntamente y están sujetos a la negociación y al cambio. Esto lo hace más difícil, pero no menos importante, para encontrar las características declaradas en 2.3. En particular; un SRS que no obedece los requisitos de su especificación de sistema de padre es incorrecto.

C.5 Evolución de SRS

El SRS puede necesitar evolucionar así como el desarrollo de las actualizaciones del producto de software. Puede ser imposible de especificar a detalle en el momento que el proyecto se inicia (por ejemplo, puede ser imposible de definir toda la estructura de la pantalla para un programa interactivo durante la fase de requisitos). Los cambios adicionales pueden suceder según como las deficiencias se vayan descubriendo, las limitaciones e inexactitudes en el SRS. Dos consideraciones en este proceso son las siguientes:

a) Deben especificarse los requisitos completamente como se es conocido en el

momento, aun cuando las revisiones evolutivas pueden preverse como inevitable.

El hecho de que ellos estén incompletos debe ser anotado.

b) Un proceso de cambio formal debe comenzarse para identificarse, el control, dejar huella e informe de lo que proyectaron los cambios.

Los cambios aprobados en los requisitos deben incorporarse en el SRS de semejante manera acerca de que:

- 1) proporcione un lineamiento de la auditoria exacta y completa de cambios;
- 2) el permiso de la revisión actual y reemplazó de los cambios en SRS.

C.6 Prototipos.

Los prototipos frecuentemente se usan durante una fase de los requisitos de un proyecto. Muchas herramientas existen para generar un prototipo para exhibir algunas características de un sistema, ser creado muy rápidamente y fácilmente.

Los prototipos son útiles por las siguientes razones:

- a) El cliente puede ver el prototipo y reaccionar a él que leer el SRS y reaccionar a él. Así, el prototipo proporciona la regeneración rápida.
- b) El prototipo despliega aspectos de anticiparse a la conducta de los sistemas. Así, no sólo produce las respuestas sino también las nuevas preguntas. Esto ayuda a ver el alcance en el SRS.
- c) Un SRS basado en un prototipo tiende a sufrir menos cambios durante el desarrollo, así se acorta el tiempo de desarrollo.

Un prototipo debe usarse como una manera de sacar los requisitos del software. Pueden extraerse algunas características como pantalla o formatos del reporte directamente del prototipo. Otros requisitos pueden ser inferidos ejecutando los experimentos con el prototipo.

C.7 Generando el diseño en el SRS

Un requisito especifica una función externa visible o atributo de un sistema. Un diseño describe un subcomponente particular de un sistema y/o sus interfaces con otros subcomponentes. El diseñador del SRS debe distinguir claramente entre identificar las restricciones del diseño requeridos y proyectar un plan

específico. La nota es que cada requisito en el SRS limita las alternativas del plan.

Esto no significa, sin embargo, que cada requisito es el plan.

El SRS debe especificar qué funciones serán realizadas, con qué datos, para producir qué resultados, en qué situación y para quién. El SRS se debe enfocar en los servicios a ser realizados. El SRS normalmente no debe especificar los puntos del plan como lo siguiente:

- a) Partir el software en módulos;
- b) Asignando las funciones a los módulos;
- c) Describiendo el flujo de información o controles entre los módulos;
- d) Escogiendo las estructuras de los datos.

C.7.1 Requisitos de los planes necesarios

En casos especiales algunos requisitos pueden restringir el plan severamente. Por ejemplo, seguridad o requisitos de seguridad pueden reflejarse directamente en el plan como la necesidad a:

- a) Guardar ciertas funciones en los módulos separadamente;
 - b) El permiso sólo limitó la comunicación entre algunas áreas del programa;
 - c) La integridad de datos mediante chequeos para las variables críticas.
- Los ejemplos de restricciones del diseño válidos son requisitos físicos, requisitos del desarrollo, normas de desarrollo de software y software de calidad según los estándares. Por consiguiente, los requisitos deben declararse de un punto de vista completamente externo. Al usar a modelos para ilustrar los requisitos, recuerda que el modelo sólo indica la conducta externa, y no especifica un plan.

C.8 Requisitos del proyecto generados en el SRS

El SRS debe dirigir el producto del software, no el proceso de producir el producto del software.

Los requisitos del proyecto representan una comprensión entre el cliente y el proveedor sobre materias contractuales que pertenecen a la producción de

software y así no deben ser incluidos en el SRS. Éstos normalmente incluyen los puntos como:

- a) el Costo;
- b) Los tiempos de la entrega;
- c) Informando los procedimientos;
- d) Los métodos de desarrollo de Software;
- e) La convicción de Calidad;
- f) La Aprobación y criterio de la comprobación;
- g) Los procedimientos de aceptación.

Se especifican los requisitos del proyecto en otros documentos, generalmente en un plan de desarrollo de software, un software de calidad o una declaración de trabajo.

ANEXO D INSTALACIÓN DE TRIXBOX

La versión más actualizada de Trixbox puede descargarse de su sitio web oficial <http://www.trixbox.org/downloads>, donde se puede elegir la versión de Trixbox CE ya sea para VMWare²³ o para una máquina dedicada. La versión utilizada en este capítulo es la 2.6.2.3, versión usada para las pruebas; para la implementación del prototipo se utilizar la versión vigente 2.9.0.1.

Después de haber completado la descarga de la imagen ISO, se procede a grabar en un CD en blanco utilizando un programa genérico que soporte grabación en formato .ISO.

Se debe asegurar que la unidad óptica del hardware esté configurada para ser el primer dispositivo de arranque (Si es necesario hay que cambiar esta opción en el BIOS del hardware). Se inicia con el disco en la unidad y se espera a que aparezca la pantalla de bienvenida del programa de instalación como se muestra en la figura D.1.

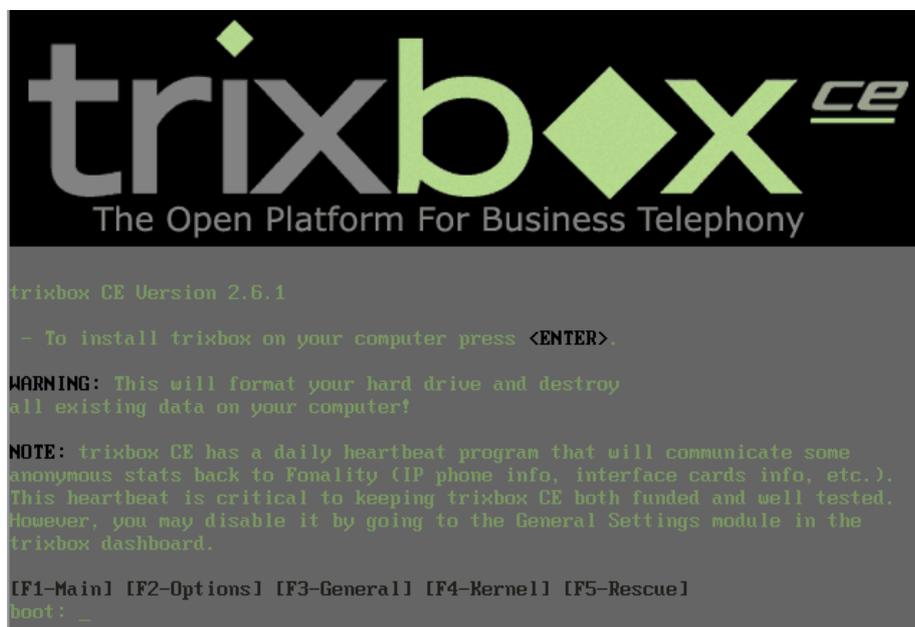


Figura D.1 Pantalla de bienvenida del programa de instalación.

²³ VMWare: Es un programa aplicativo licenciado para el sistema operativo Windows, esta herramienta permite instalar un sistema de manera virtual otro sistema, sirve para poder probar el funcionamiento de otros sistemas operativos.

Para evitar problemas en la instalación ocasionados por un disco defectuoso o una imagen mal grabada, se puede presionar F2 y muestra la pantalla que se observa en la figura D.2, después se debe digitar *default mediacheck* y se presiona la tecla ENTER para verificar la integridad del disco instalador.

```

trixbox Installer Boot Options

- To disable hardware probing, type: default noprobe <ENTER>.
- To test the install media you are using, type: default mediacheck <ENTER>.
- To enable rescue mode, type: linux rescue <ENTER>.
  Press <F5> for more information about rescue mode.
- If you have a driver disk, type: default dd <ENTER>.
- To select your own disk partitioning, type: advanced <ENTER>.
- To install sendmail instead of postfix type: sendmail <ENTER>.
- To install using RAID 1 on your SATA drives, type: sataraid <ENTER>.
- To install using RAID 1 on your SATA drives, with trixbox on a 20GB
  partition, and the rest of the disk mounted as /store,
  type: sataraidstore <ENTER>.

[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]
boot: _

```

Figura D.2 Opciones de Boteo del instalador de Trixbox.

Después de verificar el disco, hay que regresar a la pantalla principal, para lo cual se presiona F1 y luego se debe presionar ENTER para comenzar la instalación. A continuación, el programa pide seleccionar el idioma del teclado que se utilizará, por defecto aparecerá US (Unites States), se recomienda que se cambie a ES (Español) porque los teclados que se usan en el Ecuador tienen la distribución en español, como se muestra en la figura D.3, con la tecla TAB hay que desplazarse hasta la opción "OK" y luego se presiona ENTER para aceptar la opción de cambio.

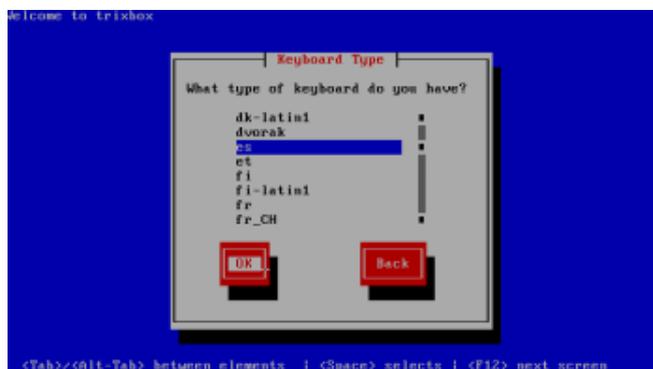


Figura D.3 Pantalla de selección del idioma del teclado.

Este punto es muy importante ya que si no se lo hace de manera correcta se tendrá problemas con el tono de marcado, siempre y cuando se haga uso de una tarjeta FXO. Seguidamente, aparecerá una pantalla para seleccionar la zona horaria donde se debe seleccionar Etc/GMT-5 (zona horaria del Ecuador) como aparece en la figura D.4, que es la zona correspondiente al Ecuador, esta opción es necesaria para que el servidor actualice automáticamente la hora del sistema vía internet.



Figura D.4 Pantalla de selección de la zona horaria.

Ahora pedirá que escriba la contraseña de administrador para el usuario ROOT (Usuario con totalidad de privilegios, utilizado por defecto en Trixbox). Con fines de pruebas, se usa la contraseña **password**, pero por seguridad se recomienda poner una contraseña difícil de descifrar, como se puede observar en la figura D.5. Es muy importante guardar en un lugar seguro dicha contraseña, ya que si se olvida no hay manera de recuperarla y será necesario reinstalar el sistema.

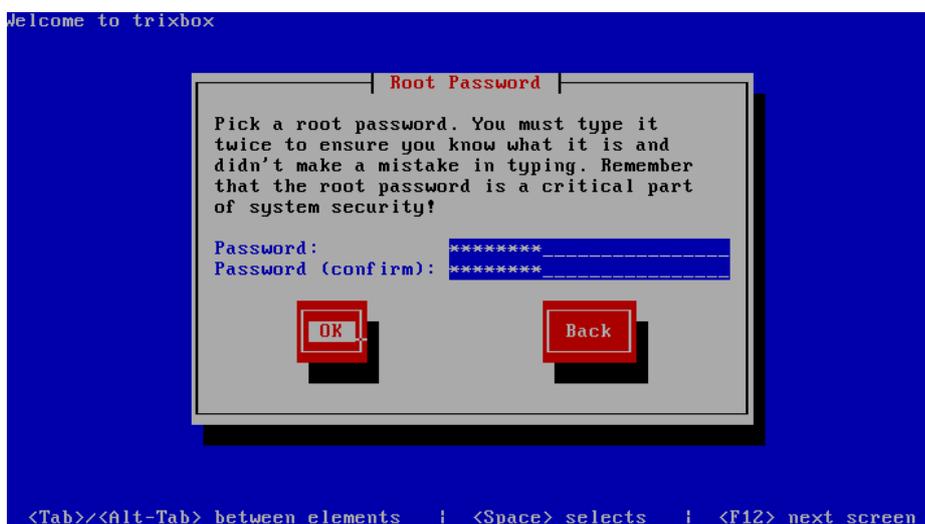


Figura D.5 Pantalla de elección de contraseña para root.

Después de ingresar la contraseña, se finaliza la configuración y empieza a dar formato al disco duro, para su posterior instalación de Trixbox CE en el prototipo, durante este proceso se presenta una pantalla con una barra de progreso, como se ve en las figuras D.6, D.7 y D.8, donde se muestran el porcentaje de avance de la instalación. Este procedimiento puede tardar de 15 a 45 minutos dependiendo de las características del hardware.

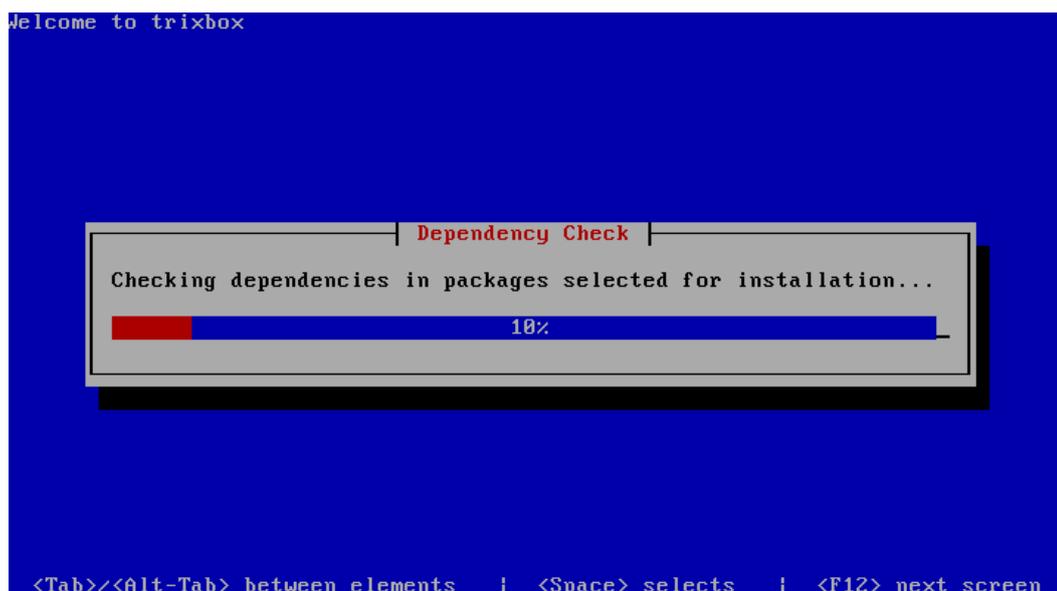


Figura D.6 Proceso de revisión de dependencias para la instalación.

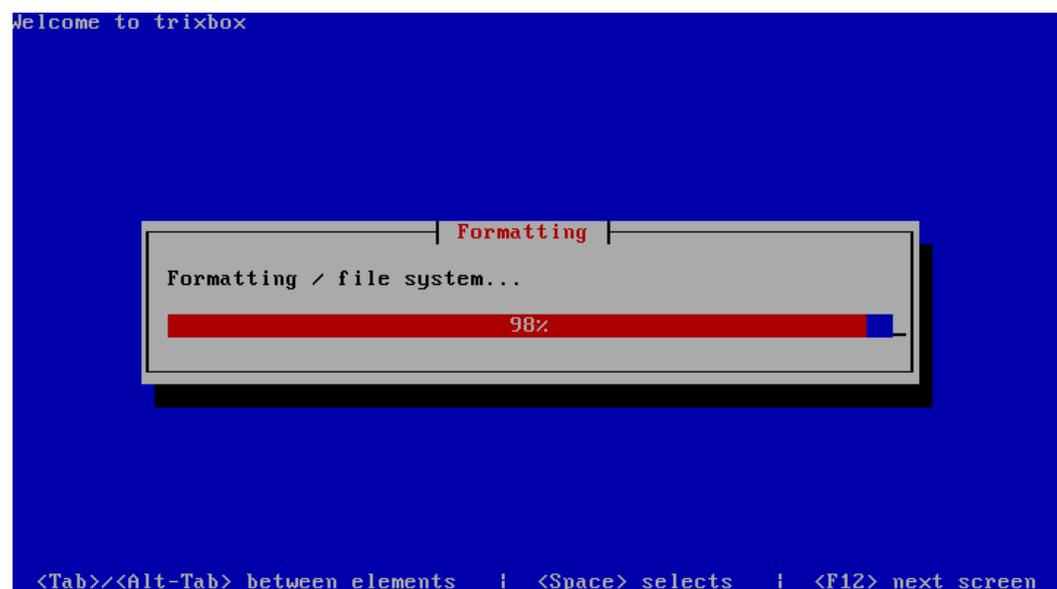


Figura D.7 Proceso de formateado de los discos.

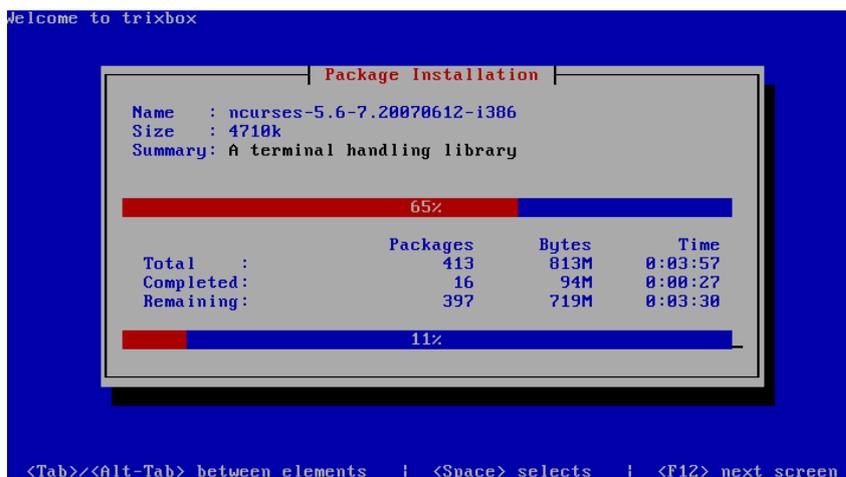


Figura D.8 Proceso de instalación de Trixbox

Cuando finaliza la instalación, el CD será expulsado de la unidad de CD-ROM, se extrae el disco y se reinicia el sistema presentando la pantalla que se muestra en figura D.9, donde se espera 3 segundos para entrar al sistema y comienza a iniciarse los servicios y controladores necesarios para su correcto funcionamiento.



Figura D.9 Opciones de Bienvenida de Trixbox.

Una vez instalado la plataforma Trixbox el sistema solicitará el ingreso del nombre de usuario y su contraseña como se muestra en la figura D.10, donde

se deberá ingresar **root** y **password** (contraseña ingresada durante la instalación).

```
CentOS release 5 (Final)
Kernel 2.6.18-53.1.4.el5 on an i686

tribox1 login: root
Password: _
```

Figura D.10 Pantalla de inicio de sesión.

Si la contraseña se autentica con éxito, deberá aparecer la pantalla de la figura D.11, que es en la cual trabajará de aquí en adelante cuando se requiera manipular el sistema.

```
CentOS release 5 (Final)
Kernel 2.6.18-53.1.4.el5 on an i686

tribox1 login: root
Password:

Welcome to tribox CE
-----

For access to the tribox web GUI use this URL
eth0: Not installed

For help on tribox commands you can use from this
command shell type help-tribox.

[tribox1.localdomain ~]# _
```

Figura D.11 Consola de Tribox CE después de haber iniciado sesión.

D.1. CONFIGURACIONES PRELIMINARES.

Antes de poder utilizar el sistema, es necesario realizar algunos cambios para poder seguir con la correcta configuración. Inicialmente, se debe definir cómo se va a trabajar, dependiendo del lugar de implementación, por ejemplo: el número de tarjetas de red así como la funcionalidad y configuración de cada una.

En este caso, se tiene una tarjeta de red para la conexión interna hacia la red de la organización “MLE”, es indispensable que la tarjeta tenga una configuración de direccionamiento IP estática, no se debe utilizar una configuración de

asignación de direcciones IP dinámicas debido a que cada dispositivo debe apuntar al prototipo con una dirección IP que no debe ir variando. Para configurar la tarjeta por defecto “eth0” se debe escribir el comando *netconfig* el que presenta una pequeña pantalla como se observa en la figura D.12, donde se ingresa la dirección IP correspondiente de la tarjeta.

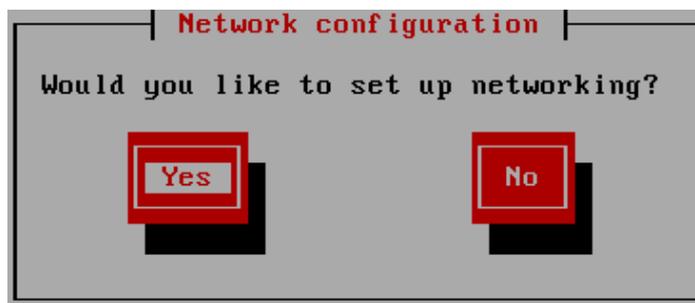


Figura D.12 Confirmación de configuración de red.

Hay que verificar que no esté señalada la casilla para DHCP; se debe ingresar manualmente las direcciones IP, como se muestra en la figura D.13, máscara, puerta de enlace y DNS. Para desplazarse se usa la tecla TAB y después de la asignación adecuada se presiona OK, el prototipo queda asignado con la dirección IP privada que se muestra a continuación:

IP: 192.168.0.10

Máscara: 255.255.255.0

Puerta de Enlace: 192.168.0.1

DNS: 192.168.0.1

El DNS no es exclusivo de la tarjeta, sino de la aplicación que la usará.

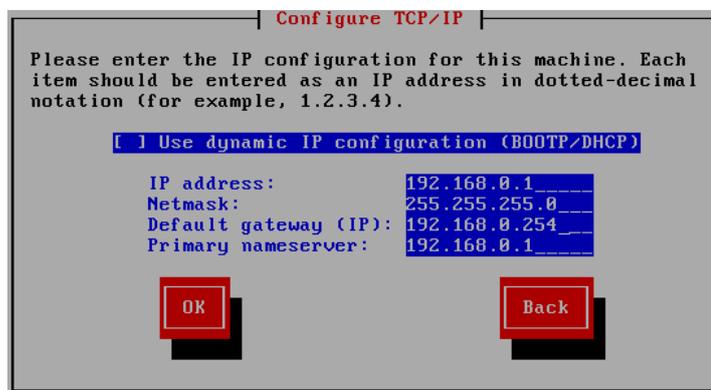


Figura D.13 Configuración de red usando netconfig.

Si se requiere otra tarjeta, que sea exclusiva para conexión a internet, y extensiones remotas, se utiliza el comando `System-config-network` el que desplegará el cuadro de dialogo que se muestra en la figura D.14 y D.15, similar al anterior, pero esta vez presentará todas las tarjetas de red instaladas en el equipo, aquí se selecciona la tarjeta Ethernet, y se modifica los parámetros de forma similar, como se hizo en el paso anterior

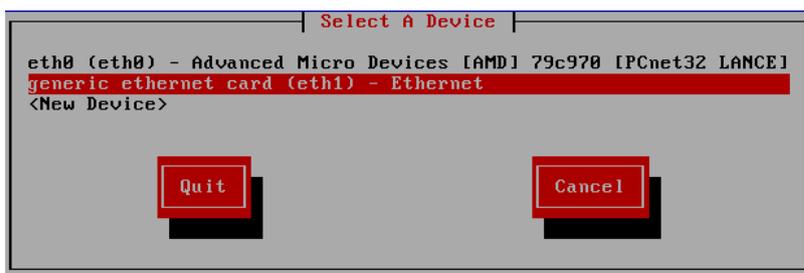


Figura D.14 Configuración de la red usando `system-config-network`.

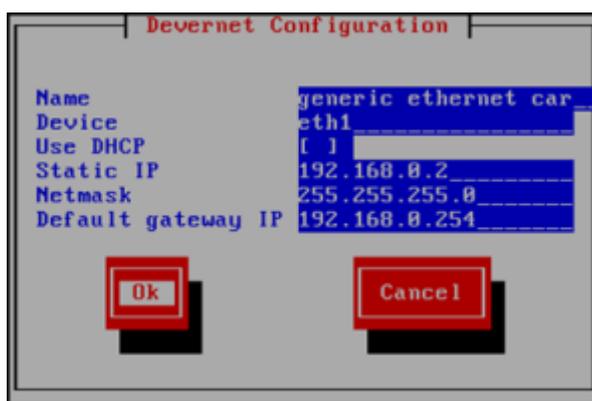


Figura D.15 Configuración manual de una tarjeta de red.

Finalizada la configuración de las tarjetas, se escribe el comando `service network restart` para que se reinicien los servicios de red y se levanten las interfaces sin tener que reiniciar el sistema, como se observa en la figura D.16.

```

[trixbox1.localdomain ~]# service network restart
Shutting down interface eth0: [ OK ]
Shutting down loopback interface: [ OK ]
Bringing up loopback interface: [ OK ]
Bringing up interface eth0:
Determining IP information for eth0... done. [ OK ]
[trixbox1.localdomain ~]#

```

Figura D.16 Reinicio del servicio que controla las interfaces de red.

Una vez que se levantan las interfaces, se ejecuta el comando *yum update* con el cual se actualizará el sistema operativo sobre el que se está trabajando, en este caso CentOS 5.5, esto se lo realiza para mejorar la compatibilidad y fiabilidad del sistema, como con la integración con los paquetes adicionales de Trixbox; durante este proceso, es probable que el sistema pregunte varias veces permiso para descargar, o para instalar determinados paquetes, hay que responder todo “SI”, hasta que finalice la actualización. Después se ejecuta el mismo comando para verificar si existen nuevas actualizaciones aplicables sobre la base actualizada recientemente.

Es posible que la actualización demore hasta varias horas, dependiendo de la velocidad de la conexión a internet y de la cantidad de actualizaciones encontradas, para este proyecto se usó una conexión a internet de 512 kbps, dicha actualización tardó aproximadamente 40 minutos, en la figura D.17, se muestra como debe presentarse el proceso de actualización.

```
Transaction Summary
-----
Install       7 Package(s)
Update       127 Package(s)
Remove        0 Package(s)

Total download size: 165 M
Is this ok [y/N]: y
Downloading Packages:
(1/134): chkconfig-1.3.30 100% |=====| 159 kB    00:01
(2/134): nfs-utils-1.0.9- 100% |=====| 378 kB    00:02
(3/134): pam-0.99.6.2-3.2 100% |=====| 973 kB    00:06
(4/134): shared-mime-info 100% |=====| 148 kB    00:00
(5/134): grub-0.97-13.2.i 100% |=====| 491 kB    00:03
(6/134): vsftpd-2.0.5-12. 100% |=====| 137 kB    00:00
(7/134): krb5-devel-1.6.1 100% |=====| 1.8 MB    00:11
```

Figura D.17 Actualización de CentOS utilizando yum update.

Durante toda la actualización en varias ocasiones hay que modificar, agregar, o reemplazar archivos en el sistema operativo del SERVIMAATEL, esta tarea puede volverse tediosa en el sentido que si no se tiene muchos conocimientos de Linux, se enfrenta a una difícil tarea, es por esto, que Trixbox integra en su distribución, una herramienta nativa de CentOS denominada SAMBA que permite acceder a los archivos del servidor desde cualquier máquina de la red, como si fuera una máquina con Windows; para el uso de SAMBA hay que tener conocimientos para ejecutarlo, sin embargo Trixbox facilita este trabajo, ejecutando el comando *setup-samba*. Como se ve en la figura D.18, se muestra el progreso de

instalación del paquete SAMBA, esto es para tener acceso al servidor desde cualquier equipo conectado a la red, si se desea implementar políticas de seguridad, se lo puede hacer en samba, sin embargo, se lo suele hacer a nivel de proxy en la mayoría de instituciones. Una forma básica pero efectiva para evitar que cualquier usuario de la red tenga acceso al servidor, es simplemente deteniendo el servicio cuando no se lo necesite, esto se hace desde la línea de comandos, garantizando así, que únicamente las personas autorizadas puedan utilizarlo, el comando para realizar una parada de Samba es *service smb stop* y *service smb start*, para volverlo a iniciar.

```
[trixbox1.localdomain ~]# setup-samba
Configuring Samba Server
^[[^[[ Loading "installonlyn" plugin
Setting up Install Process
Setting up repositories
Starting SMB services: [ OK ]
Starting NMB services: [ OK ]
Created /etc/samba/smb.conf and set samba to autostart on reboot.
You can edit /etc/samba/smb.conf and add your own options
[trixbox1.localdomain ~]#
```

Figura D.18 Instalación de samba utilizando *setup-samba*.

Para explorar los archivos que tiene el prototipo “SERVIMAATEL”, lo único que se debe hacer es, en una máquina con Windows, dar click derecho en Inicio y en Ejecutar escribir \\192.168.0.1, como se muestra en la figura D.19.

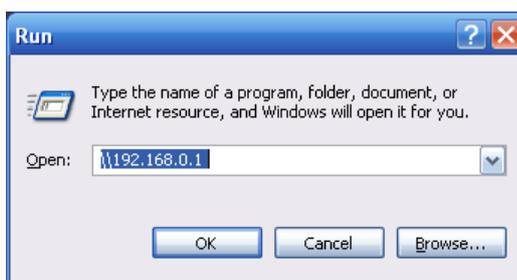


Figura D.19 Exploración de los archivos de prototipo desde Windows.

D.2. CONFIGURACIONES GENERALES.

Es este punto es importante, ya que es necesario realizar las configuraciones en modo grafico o su vez remotamente, la solución para realizar las modificaciones de manera local es instalar al sistema del prototipo una interfaz gráfica para poder acceder, en este caso se instalara “X Window” que es un escritorio básico

que brinda acceso de manera gráfica y también se puede modificar algunas aplicaciones, los comandos para instalar “X Window” son los siguientes:

- *Yum install kdebase*
- *Yum install kdeutils*
- *Yum groupinstall “X Window System”*
- *Yum install firefox*

Una vez que se ha realizado todas las configuraciones desde consola, ahora se necesita realizar modificaciones ya sea manera local o remota, ya que es necesario hacerlo desde un explorador de internet. Si se quiere realizar las configuraciones de manera local y a modo grafico desde el sistema del prototipo “SERVIMAATEL” hay que escribir en la consola el siguiente comando *startx* y presionar las tecla ENTER. Otra alternativa es ingresar a una máquina que tenga acceso a la red para seguir con la configuración, hay que abrir un explorador de internet, puede ser cualquiera, sin embargo se recomienda que se use Mozilla Firefox ya que es una herramienta estable, segura y robusta. En la barra de direcciones se escribe la dirección IP que se puso en el SERVIMAATEL, puede ser la dirección LAN como la dirección WAN; sin embargo, si se elige una dirección WAN, se tendrá una conexión limitada a la velocidad de conexión a internet que se disponga. Cuando se escriba la dirección IP en el explorador de internet se presiona ENTER, y se presentará una pantalla como se muestra en la figura D.20, en la esquina superior derecha cerca del tiempo del servidor se mostrara lo siguiente “User mode” hay que dar un click en “switch”.



Figura D.20 Ventana principal de la interface web de Trixbox.

A continuación la página será direccionada al modo administrador, donde solicita ingresar usuario y contraseña, por defecto en Trixbox se tiene:

- **Usuario:** *maint*
- **Contraseña:** *password*

La primera vez que se ingresa al sistema Trixbox pedirá registrarse, consiste en ingresar los datos personales y los campos marcados con * rojo son obligatorios, se recomienda registrarse, ya que como se verá más adelante, ciertas funcionalidades de actualización de módulos únicamente se podrán efectuar si la consola está registrada, la ventana de registro es como se observa en la figura D.21.

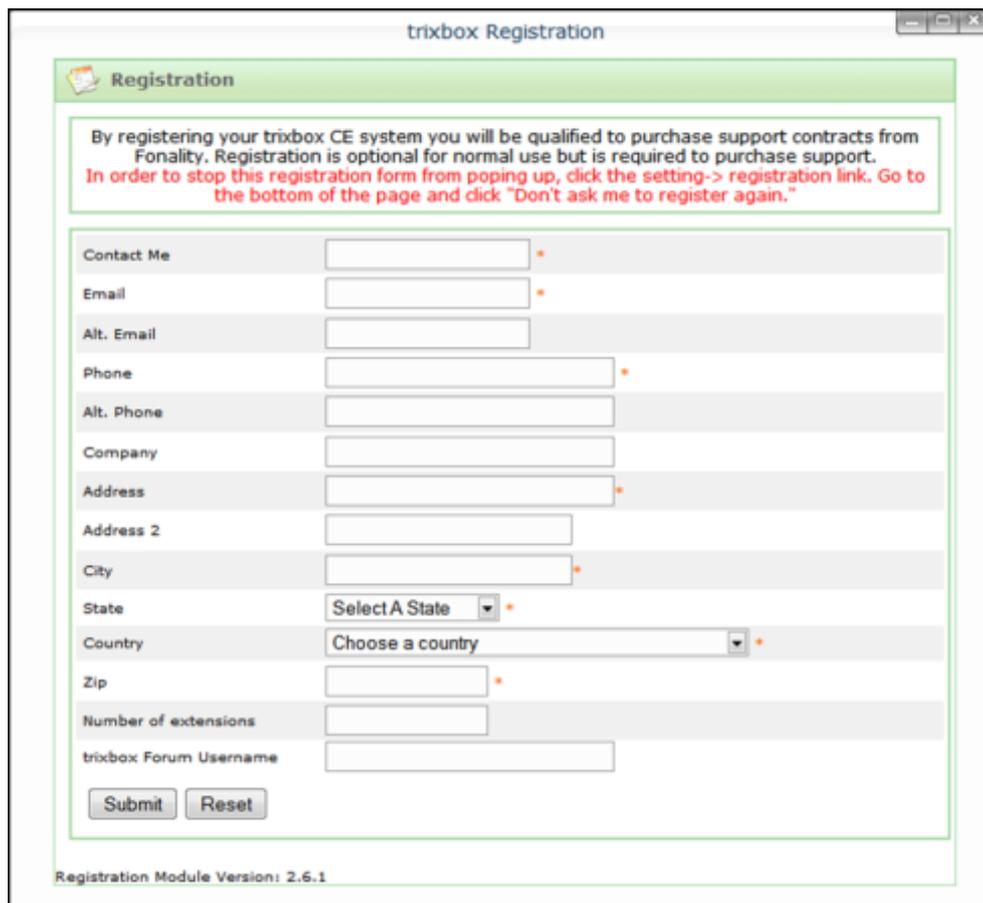


Figura D.21 Ventanas de registro de Trixbox y comprobante de registro.

Antes de analizar las funcionalidades y los beneficios que presenta esta central de videotelefonía IP, se debe realizar unas configuraciones adicionales para actualizar algunos módulos; Una vez dentro del módulo administrativo, se puede observar una barra con opciones en la parte superior, en la parte media se observa la información del sistema y el tráfico de red, como observa en la figura D.22.

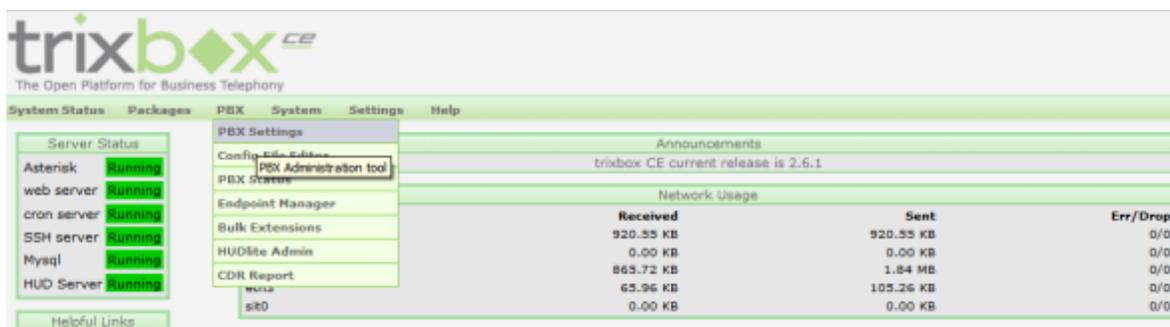


Figura D.22 Ingreso a configuraciones de PBX.

D.3. INSTALACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE MÓDULOS.

En el menú superior se da click en PBX y luego a PBX Settings, y se presentará una nueva pantalla, donde, a mano izquierda se tiene el árbol de funcionalidades y características de la central, en este momento se tiene pocas opciones, por lo que se debe ir hasta el panel izquierdo a Module Admin, en la pantalla que se presenta hay que dar click en Check for Updates online luego de revisar en internet los módulos existentes, aparecerán los que tienen actualizaciones y cuales aún no han sido instalados. Ver la figura D.23.

Name	Type	Version	Status
Builtin	setup		Enabled
Core	setup	2.4.0.1	Enabled
Feature Code Admin	setup	2.4.0.1	Enabled
Framework	setup	2.4.0.0	Enabled
System Dashboard	tool	2.4.0.1	Enabled
Voicemail	setup	2.4.0.1	Enabled

Name	Type	Version	Status
Phonebook Directory	tool	2.4.0.2	Enabled

Name	Type	Version	Status
Announcements	setup	2.4.0.1	Enabled
Blacklist	setup	2.4.0	Enabled
Caller ID Lookup	setup	2.4.0.1	Enabled

Figura D.23 Administración de Módulos en FreePBX.

Se selecciona todos los módulos dando clic en el link Download all y comenzará la descarga e instalación como se muestra en las figuras D.24.

Module	Type	Version	Status
Builtin	setup		Enabled; Not available online
Core	setup	2.4.0.1	Enabled and up to date
Feature Code Admin	setup	2.4.0.1	Enabled and up to date
FreePBX Framework	setup	2.4.0.0	Enabled and up to date
System Dashboard	tool	2.4.0.1	Enabled and up to date
Voicemail	setup	2.4.0.1	Enabled and up to date

Name	Type	Version	Status
Phonebook Directory	tool	2.4.0.2	Enabled and up to date
Speed dial functions	module		Not Installed (Available online: 2.4.0)

No Action
 Download and Install

Figura D.24 Actualización de Módulos en FreePBX.

Cuando comienza la descarga de los módulos pedirá confirmar o cancelar la instalación como se observa en la figura D.25.

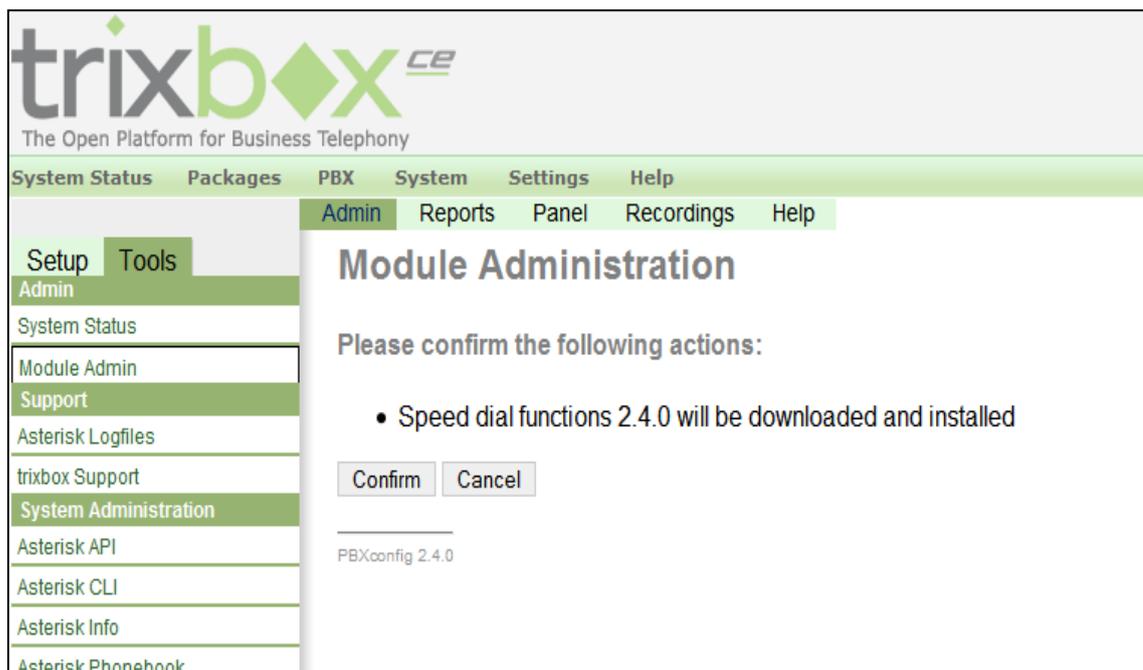


Figura D.25 Confirmación de actualización de Módulos en FreePBX.

Los módulos que se descargan correctamente se mostrarán con el mensaje de 100% y el progreso de los que están actualizándose como se muestra en la figura D.26.

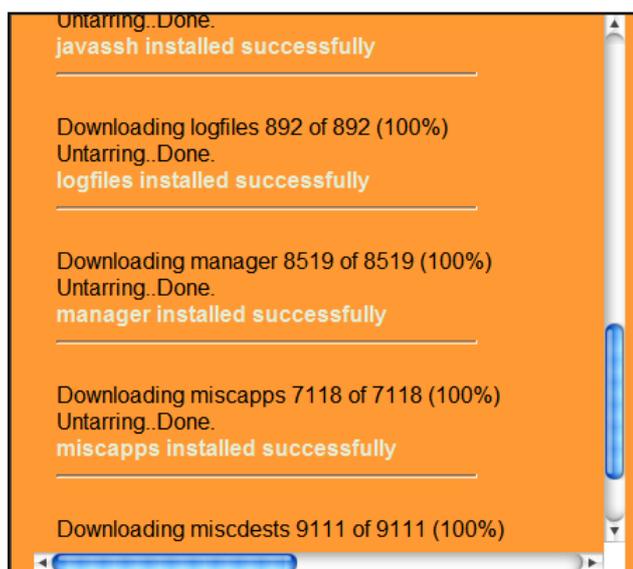


Figura D.26 Progreso de la actualización de Módulos en FreePBX.

Luego que se terminen de instalar todos los módulos, se presiona <RETURN> en el cuadro anaranjado, como se observa en la figura D.27.

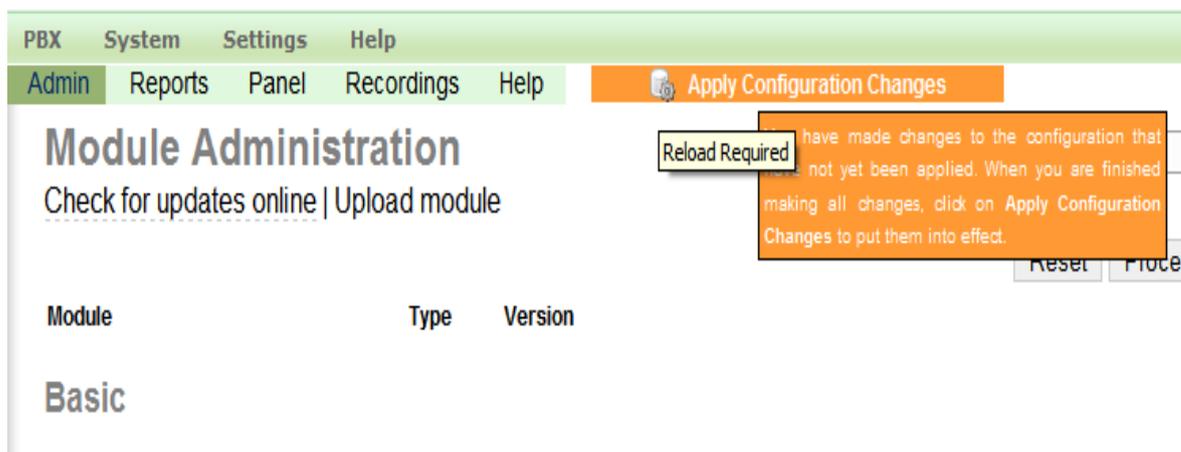


Figura D.27 Aplicación de cambios de la configuración en FreePBX.

Esto es uno de los puntos que hay que tener en cuenta, ya que cualquier cambio que se realice en la central tendrá que ser confirmado para que se guarden todos los cambios como se muestra en la figura D.28, si no se aplica el cambio de configuraciones, el mensaje de (Apply Configuration Changes) no desaparecerá, y no se podrá observar ningún cambio realizado.

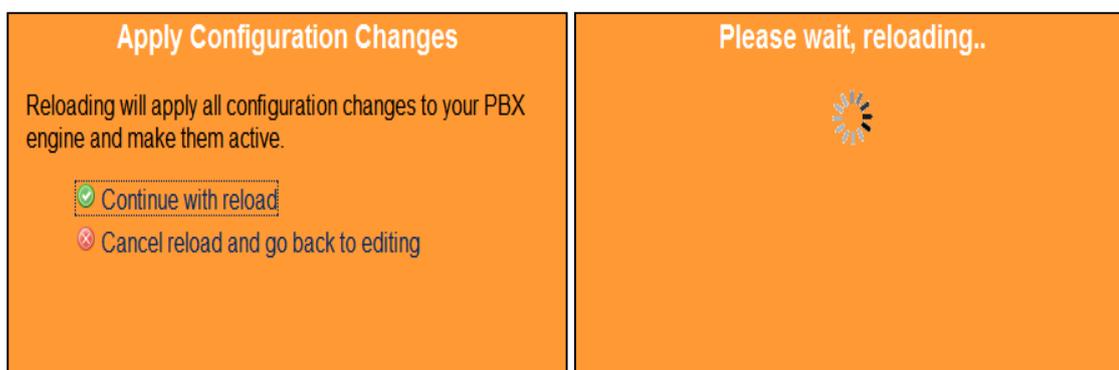


Figura 3.D.28 Aceptar cambios de la configuración en FreePBX.

Ahora, cuando se regrese y hay que dar click en PBX y un click en PBX Settings, ahí se observara que el árbol de la izquierda ha crecido, y se han aumentado una gran cantidad de opciones que serán de gran utilidad para el prototipo “SERVIMAATEL”.

D.4. INSTALACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE PAQUETES.

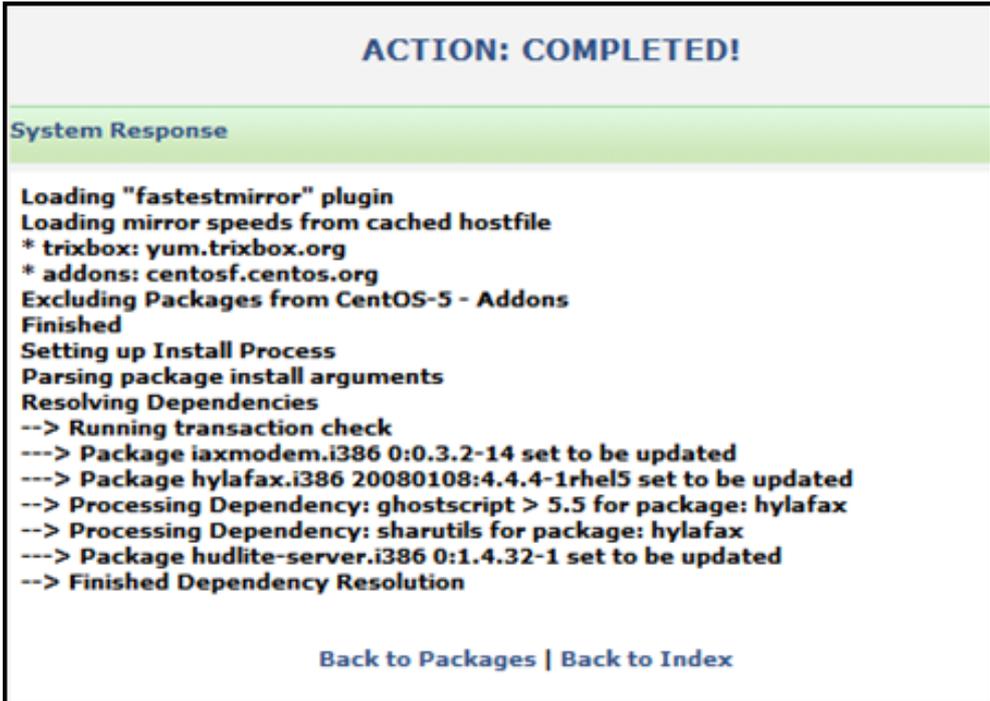
Para esto hay que dar clic en uno de los botones del menú superior con el nombre de Packages (si no se está registrado será imposible acceder a la administración de paquetes), aquí se observa una lista de paquetes, los cuales son mejoras para el sistema operativo, así como aplicaciones que ya están instaladas y aplicaciones que se pueden instalar para mejorar la funcionalidad de Trixbox y el sistema operativo CentOS 5, aquí se verifica que todos los paquetes que están instalados y que no tengan una advertencia en color rojo indicando que hay actualizaciones. Si se tiene un conocimiento avanzado en Linux se puede ir revisando los paquetes, porque hay varios aplicativos interesantes, sin embargo se hará uso únicamente 2 paquetes que son: El de servicios de HUD-Lite (Administrador gratuito del PBX), y el trixbox hudlite-server hudlite-server backend for HUDlite (Servidor de administrador gratuito de PBX) en la figura D.29, se muestra cómo debe aparecer los paquetes para actualizar.

428	trixbox	fonulator	Utility to configure fonebridge	1.4.1-11	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
429	trixbox	freepbx	Asterisk web GUI	2.4.0-2	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
430	trixbox	gapslite	Grandstream gapslite	1.0-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
431	trixbox	graphviz	Graph Visualization Tools	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
432	trixbox	graphviz-debuginfo	Debug information for package graphviz	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
433	trixbox	graphviz-devel	Development package for graphviz	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
434	trixbox	graphviz-doc	PDF and HTML documents for graphviz	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
435	trixbox	graphviz-gd	Graphviz plugin for renderers based on gd	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
436	trixbox	graphviz-graphs	Demo graphs for graphviz	2.18-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
437	trixbox	gsm-tools	GSM speech compressor tools	1.0.12-6	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
438	trixbox	hamachi	Virtual network for direct secure communication	0.9.9.9.20-1	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
439	trixbox	hudlite-server	hudlite-server backend for HUDlite	1.4.32-1	<input checked="" type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
440	trixbox	hylafax	HylaFAX(tm) is a sophisticated enterprise strength  package	4.4.4-1rhel5	<input checked="" type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
441	trixbox	laxmodem	Software modem for interfacing Asterisk and Hylafax via IAX2	0.3.2-14	<input checked="" type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
442	trixbox	iksemel-devel	Development files for iksemel	1.3-2	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
443	trixbox	iksemel-utils	Development files for iksemel	1.3-2	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed
444	trixbox	jre	Java(TM) Platform Standard Edition Runtime Environment	1.6.0_05-fcs	<input type="checkbox"/>	No Update	Not Installed



Figura D.29 Actualización de paquetes de Trixbox.

Cuando finaliza la instalación, se presenta un resumen de los paquetes instalados como se indica en la figura D.30, en ocasiones pueden salir errores de que no se instalaron por faltan de dependencias, esto quiere decir que se debe instalar un paquete previo al que se está queriendo instalar, para que se pueda continuar, se deberá revisar que paquete es, y posteriormente proceder a su instalación.



```

ACTION: COMPLETED!

System Response

Loading "fastestmirror" plugin
Loading mirror speeds from cached hostfile
* trixbox: yum.trixbox.org
* addons: centosf.centos.org
Excluding Packages from CentOS-5 - Addons
Finished
Setting up Install Process
Parsing package install arguments
Resolving Dependencies
--> Running transaction check
---> Package iaxmodem.i386 0:0.3.2-14 set to be updated
---> Package hylafax.i386 20080108:4.4.4-1rhel5 set to be updated
--> Processing Dependency: ghostscript > 5.5 for package: hylafax
--> Processing Dependency: sharutils for package: hylafax
---> Package hudlite-server.i386 0:1.4.32-1 set to be updated
--> Finished Dependency Resolution

Back to Packages | Back to Index

```

Figura D.30 Resumen de actualización de paquetes de Trixbox.

D.5. MANUAL TÉCNICO DE LA CENTRAL DE VIDEOTELEFONÍA

Las siguientes configuraciones, son específicas del lugar dónde se realice la implementación, por lo que puede variar de acuerdo a los requerimientos de funcionalidad.

Troncales.

Una troncal, por definición es la línea que une dos centrales telefónicas: Para el proyecto es la línea que permite conectar entre la central de videotelefonía y la línea externa que provee a la organización, en este caso el operador de telefonía CNT²⁴.

²⁴ Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

Lo primero que se debe hacer en la central es asegurarse que tenga salida hacia el exterior porque sería pérdida de tiempo y de trabajo sino se dispone de una línea telefónica.

En PBX Settings en el panel izquierdo, ingresar a Trunks, aquí se desplegará algunas, opciones como por ejemplo:

- Add ZAP Trunk
- Add IAX2 Trunk
- Add SIP Trunk
- Add ENUM Trunk
- Add Custom Trunk
- Add DUNDi Trunk

Se elige ZAP que es el tipo de trunk análogo que se va administrar, por medio de los Trunks, se configura la tarjeta ZAP que es a donde llega la línea telefónica. Cuando se crea el Trunk, automáticamente reconocerá, al primer módulo FXS presente en la tarjeta y lo llamará Trunk ZAP/g0, si se tuviera más módulos FXS automáticamente se iría incrementando g1, g2, g3, así sucesivamente como se ve en la figura D.31, aquí únicamente se le indica el Caller ID para que otras redes lo reconozcan, en caso de que tengan este servicio. En Dial Rules se es escribe 9 letras x (xxxxxxxxx) porque esto indica el número de dígitos para realizar una llamada local, por ejemplo, para llamar de la central al exterior se debe marcar un dígito para salir de la troncal, y 7 dígitos para una llamada local dentro de la ciudad, como se aprecia en la tabla D.1.

9	0	2	6	1	2	5	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Troncal MLE	Numero Local							

Tabla D.1 reglas de marcado para llamadas telefónicas locales.

Luego se da click en Submit Changes, e inmediatamente como se explicó antes, hay que dar otro click en Apply configuration changes en el cuadro anaranjado en la parte superior para guardar los cambios realizados, como se muestra en la figura D.32.

The screenshot displays the Trixbox CE administration interface. The top navigation bar includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. A secondary bar contains 'Admin', 'Reports', 'Panel', 'Recordings', and 'Help', along with an orange 'Apply Configuration Changes' button. The left sidebar lists various configuration categories, with 'Trunks' selected. The main content area is titled 'Edit ZAP Trunk' and shows the following configuration details:

- Delete Trunk g0** (button)
- In use by 1 route**
- Add Trunk** (button)
- Trunk ZAP/g0** (button)
- General Settings**
 - Outbound Caller ID: "LTIC"<2991706>
 - Never Override CallerID:
 - Maximum Channels:
 - Disable Trunk: Disable
 - Monitor Trunk Failures: Enable
- Outgoing Dial Rules**
 - Dial Rules:
 - Clean & Remove duplicates (button)
 - Dial Rules Wizards: (pick one) (dropdown menu)
 - Outbound Dial Prefix:
- Outgoing Settings**
 - Zap Identifier (trunk name):

At the bottom of the configuration area is a 'Submit Changes' button. The footer indicates 'PBXconfig 2.4.0'.

Figura D.31 Configuración de troncal ZAP.

Extensiones.

Ahora hay que configurar la comunicación interna es necesario crear extensiones SIP como se habló en el capítulo 1, es el protocolo más común de comunicaciones sobre VoIP y su soporte de video, además, es el protocolo más difundido tanto en teléfonos IP, videoteléfonos IP y en softphones.

Igual que en los pasos anteriores, hay que seleccionar en el panel izquierdo el link con el nombre extensions y elegir crear una extensión SIP como se muestra en la figura D.32.

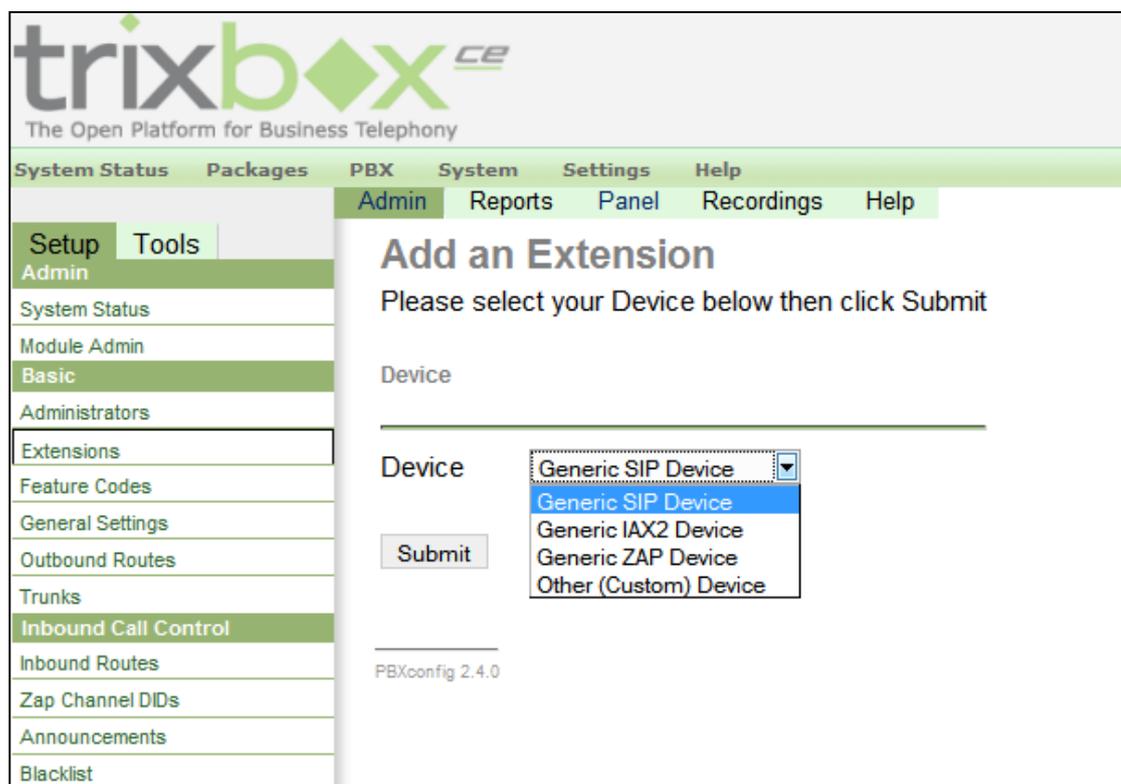


Figura D.32 Tipos de extensiones en Trixbox.

La información importante y necesaria a llenar es, User Extension (Número de extensión), Display Name (Nombre para mostrar en las pantallas de los teléfonos o en el Caller ID), Sip Alias (nombre para poder reconocer quien está usando la extensión), Secret (Contraseña para diversas funciones), como se observa en el figura D.33.

Figura D.33 Configuración una extensión SIP.

El resto de opciones de configuración pueden quedar en blanco, o con la información que ya está escrita por defecto, si se requiere activar el correo de voz se llena información de voicemail, en Status se pone Enabled, se pone el password para el buzón de voz, la dirección de correo, y los radio buttons se seleccionan de acuerdo a los requerimientos de usuario. En la figura D.34 se observan los campos para ingresar los datos del correo de voz, hay que tener en cuenta que los campos son la continuación de la figura D.33.

Figura D.34 Opciones de Voicemail al crear una extensión SIP.

Para modificar la plantilla de mail, en el menú superior, hay que ir a PBX->Config File Editor ahí, un poco más abajo del menú superior se tiene otro menú con direcciones de carpetas de configuración, se selecciona **/etc/asterisk** y se busca el archivo `vm_email.inc` debe verse algo así:

Para modificar la plantilla de mail, en el menú superior de Trixbox, hay que dar click en PBX, luego un click en Config File Editor, después bajo el menú superior hay otro con direcciones de carpetas de configuración, seleccionar **/etc/asterisk** y buscar el archivo `vm_email.inc`, deberá verse como el de tabla D.2.

```
; Change the email body, variables: VM_NAME, VM_DUR,
VM_MSGNUM, VM_MAILBOX, VM_CALLERID, VM_DATE
emailsubject=${VM_MSGNUM} Nuevos mensajes de voz en buzón
${VM_MAILBOX} de ${VM_CALLERID}

emailbody=${VM_NAME},\n\n Tiene mensajes de voz nuevos en el
buzón
${VM_MAILBOX}:\n\n\tRemitente:\t${VM_CALLERID}\n\tDuracion:\t${V
M_DUR} segundos\n\tFecha:\t${VM_DATE}\n\nMarque *97 para
acceder a su buzón desde el teléfono.\n Servicio de Mensajería del PBX
MLE
```

Tabla D.2 Archivo para modificar el `vm-email.inc`.

Se puede editar a conveniencia teniendo mucho cuidado con el uso de las variables intentando modificar únicamente el texto a presentar.

Grabaciones e IVR.

Contestador de voz interactivo (IVR: Interactive Voice Renponse), es uno de los éxitos de las centrales telefónicas, ya que la carga de llamadas, no va donde una recepcionista, sino donde una recepcionista digital que le guía dándole accesos directos a distintas extensiones, y en caso de que el recepcionista digital no pudiera ayudarlo, pues recién en ese momento la llamada se envía a una recepcionista, o call center.

Para esto, lo primero que se debe hacer es subir al servidor una grabación, una contestadora que de un mensaje de “bienvenida”, y varias opciones para que la persona que llama pueda elegir.

Por lo que se crea al menos una grabación, para el prototipo se creó tres, una grabación que indica qué idioma desea elegir, luego una grabación con las opciones en español y otra idéntica con opciones en inglés, en la figura D.35, se muestra el módulo de sistema de grabación.

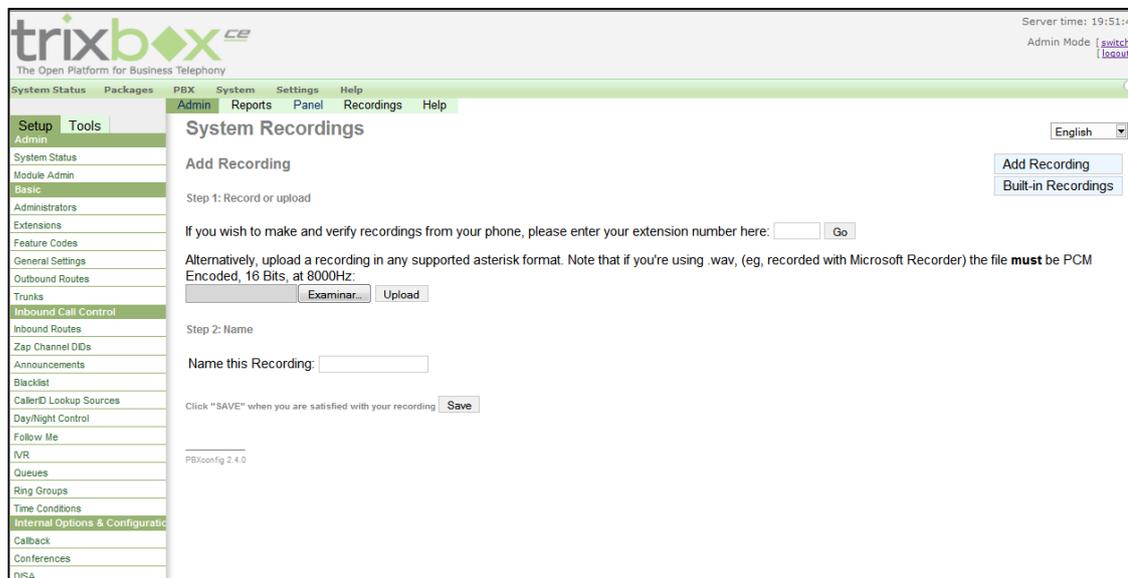


Figura D.35 Ventana para añadir grabaciones personalizadas en el servidor.

Cuando se tiene las grabaciones hechas, hay que crear esos accesos directos, esto se llama IVR, por lo que se crea 3 IVRs, para esto, hay que ubicarse en el panel izquierdo de la página principal e ir a la opción IVR.

Primero se debe crear un IVR que se llama, por ejemplo, ESP, y se le va agregando opciones, apuntando cada opción a la extensión SIP que se desee, con la lógica diga la grabación en español, luego se crea otro IVR con las mismas opciones exactamente pero se le da el nombre ENG, que será el IVR en inglés. En cada uno de los dos IVRs creados, en el combo box de la opción Announcement elegir la grabación correspondiente al idioma que se haya creado.

Finalmente se crea un último IVR que en lugar de apuntar a unas extensiones, va a apuntar a los dos IVRs antes creados, y en el Announcement se ha de elegir LANGUAGE. En la figura D.36 se muestra el módulo de configuración de los IVRs.

The screenshot displays the Trixbox CE administration interface. The top header shows the server time as 20:02:42 and the admin mode with options to switch or logout. The main navigation bar includes System Status, Packages, PBX, System, Settings, and Help. The left sidebar menu is expanded to the 'IVR' section, which includes options like Queues, Ring Groups, Time Conditions, and Internal Options & Configuration. The main content area is titled 'Digital Receptionist' and 'Edit Menu LTIC'. It features a 'Delete Digital Receptionist LTIC' button and a 'Change Name' field set to 'LTIC'. Below this are fields for 'Timeout' (5), 'Enable Directory' (checked), 'Directory Context' (default), 'Enable Direct Dial' (checked), and 'Announcement' (IVR_LTIC). There are 'Increase Options', 'Save', and 'Decrease Options' buttons. The configuration is divided into four sections, each with a 'Return to IVR' checkbox and a 'Leave blank to remove' label. Each section has radio buttons for 'Terminate Call' (Hangup), 'Extensions', 'Voicemail', 'Phonebook Directory', and 'IVR'. The first section has 'Return to IVR' checked and 'Extensions' set to '<211> Director'. The second section has 'Return to IVR' checked and 'Extensions' set to '<211> Director (busy)'. The third section has 'Return to IVR' checked and 'Extensions' set to '<212> Asistente'. The fourth section has 'Return to IVR' checked and 'Extensions' set to '<216> Recepcion'. The bottom of the page shows 'PBXconfig 2.4.0'.

Figura D.36 Configuración de un IVR o receptionista digital.

Para reconocer a los IVRs se ha escogido el nombre genérico para la explicación LTIC.

Enrutamiento.

Es lo necesario para poder recibir una llamada entrante, es decir, quién contestará esa llamada, ya que hay varias extensiones, 3 IVRs, varios buzones de voz, entonces se debe crear una ruta por la cual entrarán las llamadas. Para

esto se accede al panel izquierdo a Inbound Routes y se crea una nueva ruta; en esta ruta la única información que tendrá es: Nombre y Destino, en nombre puesto LTIC y Destino, se elige el IVR LANGUAGE que será el que siempre contestará las llamadas, en caso de que el IVR estuviera con fallas, o se hubieran modificado las opciones del IVR, es tan sencillo como elegir aquí que el operador sea el que conteste y transfiera la llamada mientras se corrigen, como se muestra en la figura D.37.

The screenshot displays the Trixbox CE administration interface. The top navigation bar includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. The left sidebar lists various configuration categories, with 'Inbound Call Control' and 'Inbound Routes' highlighted. The main content area is titled 'Route: LTIC' and contains the following configuration sections:

- Edit Incoming Route:** Includes fields for 'Description' (set to 'LTIC'), 'DID Number', and 'Caller ID Number'.
- Fax Handling:** Includes fields for 'Fax Extension' (set to 'FreePBX default'), 'Fax Email', 'Fax Detection Type' (set to 'None'), and 'Pause After Answer' (set to '0').
- Privacy:** Includes a 'Privacy Manager' dropdown set to 'No'.
- Options:** Includes fields for 'Alert Info', 'CID name prefix', 'Music On Hold?' (set to 'default'), and a 'Signal RINGING' checkbox.
- CID Lookup Source:** Includes a 'Source' dropdown set to 'None'.
- Set Destination:** Includes radio buttons for 'Terminate Call', 'Extensions', 'Voicemail', 'Phonebook Directory', and 'IVR'. The 'IVR' option is selected, with a dropdown set to 'LTIC'.

A 'Submit' button is located at the bottom of the configuration area. The top right corner shows the server time as 20:08:11 and the admin mode as 'switch' and 'logout'.

Figura D.37 Configuración de operador cuando está fuera de servicio IVR.

Idiomas adicionales para grabaciones internas.

Internamente el IVR maneja cientos de grabaciones, para cualquier cosa, por ejemplo, grabaciones cuando se escribe un número incorrecto, o grabaciones para indicarle que tiene nuevos mensajes, dígitos para indicar cantidades o fechas, saludos y agradecimientos, entre otros. Son varios archivos que al ser un sistema desarrollado en EEUU, sus archivos de audio están en inglés, por esto es que se necesita instalar los archivos de audio al idioma español como primer idioma. Los idiomas que se puede usar para el sistema Trixbox son los de Asterisk, que se encuentran con facilidad en Internet, sin embargo, otra alternativa es usar los archivos de audio del sistema Elastix de Palo Santo Solutions. Cuando ya se tiene los archivos, descargados, hay que aprovechar la herramienta Samba desde una computadora con Windows hay que dar click en Inicio, luego click en Ejecutar y escribir la dirección IP del servidor como se muestra a continuación:

- `\\192.168.0.10\share\var\lib\asterisk\sounds`

Y en cada carpeta, incluyendo en la carpeta raíz de los sonidos, se debe crear una carpeta con el nombre “es” donde se copian los archivos de audio descargados. En la figura D.38 se muestra la carpeta que contiene los archivos de audio el sistema Trixbox.

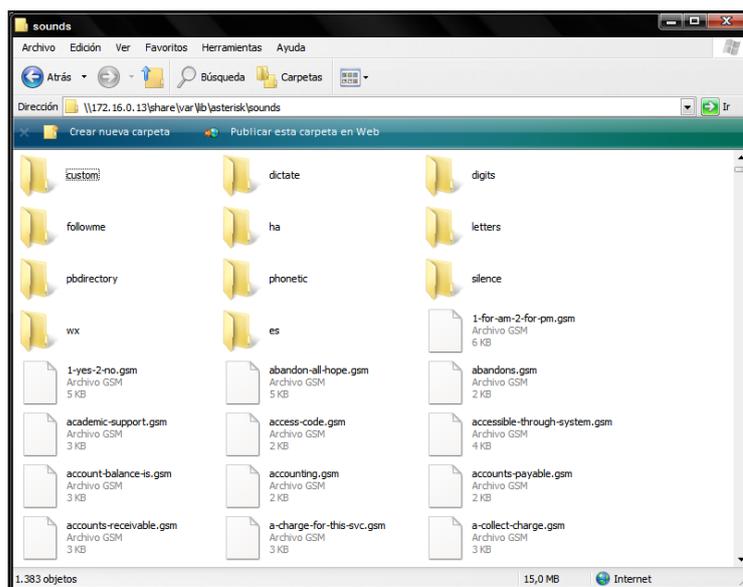


Figura D.38 Visualización de la Carpeta de sonidos utilizando el servicio Samba.

Copiar la carpeta de nombre es en la siguiente dirección:

- <\\192.168.0.10\share\var\lib\asterisk\sounds>.

Copiar la carpeta de nombre digits en la siguiente dirección:

- <\\192.168.0.10\share\var\lib\asterisk\sounds\digits\es>.

Copiar la carpeta de nombre letters en la siguiente dirección:

- <\\192.168.0.22\share\var\lib\asterisk\sounds\letters\es>.

Copiar la carpeta de nombre phonetic en la siguiente dirección:

- <\\192.168.0.22\share\var\lib\asterisk\sounds\phonetic\es>.

Luego de haber copiado los archivos de audio en el sistema del prototipo es necesario modificar algunos archivos que se encuentran en el Config File Editor. Para acceder hay que ubicarse en el menú superior de la página de Trixbox, y dar click en el link PBX, un clic en Confi el linkg File Editor como se observa en la figura D.39.

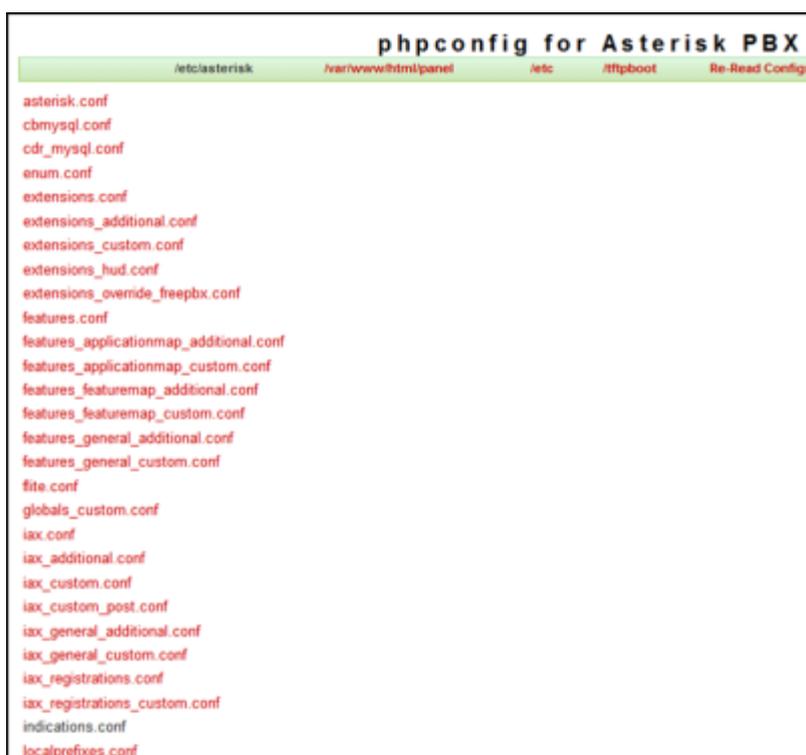


Figura D.39 Manipulación de archivos de configuración mediante el uso del Config File Editor.

El primer archivo a modificar es sip.conf como se muestra en la figura D.40, bajo la línea [General] se escribe language=es.

```

Edit: sip.conf

; do not edit this file, this is an auto-generated file by freepbx
; all modifications must be done from the web gui

[general]
language=es
;
; enable and force the sip jitterbuffer. If these settings are desired
; they should be set in the sip_general_custom.conf file as this file
; will get overwritten during reloads and upgrades.
;
; jbenable=yes
; jbforce=yes

; These will all be included in the [general] context
;
#include sip_general_additional.conf
#include sip_general_custom.conf
#include sip_nat.conf
#include sip_registrations_custom.conf
#include sip_registrations.conf

```

Figura D.40 Cambio a español para extensiones SIP.

El segundo archivo a modificar es IAX.conf como se muestra en la figura D.41 bajo la línea [General] se escribe language=es.

```

Edit: iax.conf

; do not edit this file, this is an auto-generated file by freepbx
; all modifications must be done from the web gui

[general]
language=es
; These will all be included in the [general] context
#include iax_general_additional.conf
#include iax_general_custom.conf
#include iax_registrations_custom.conf
#include iax_registrations.conf

; These should all be expected to come after the [general] context
;
#include iax_custom.conf
#include iax_additional.conf
#include iax_custom_post.conf

```

Figura D.41 Cambio a español para extensiones IAX.

El tercer archivo a modificar es Zapata.conf como se muestra en la figura D.42, bajo la línea [channels] se escribe language=es.

```

Edit: zapata.conf
;
; Zapata telephony interface
;
; Configuration file

[trunkgroups]

[channels]

language=es
context=from-zaptel
signalling=fxs_ks
rxwink=300           ; Atlas seems to use long (250ms) winks
;
; Whether or not to do distinctive ring detection on FXO lines
;
;usedistinctiveringdetection=yes

usecallerid=yes
hidecallerid=no
callwaiting=yes

```

Figura D.42 Cambio a español para llamadas entrantes a través de la tarjeta ZAP.

Para guardar los cambios hay que dar click en el link Update y reiniciar el servidor, esto se lo puede hacer desde la consola con el comando reboot.

Configuraciones para soporte de Video.

Una de las grandes ventajas frente a la telefonía convencional, es el soporte de video, nunca antes se habían podido hacer video conferencia, y videollamada, si no era por internet, usando softwares como Skype o Messenger, o inclusive muchas veces pagado, ahora se puede tener conversaciones de video, entre sucursales, entre videoteléfonos IP y softphones pueden estar inclusive en otro país que si se tiene una Red privada virtual (VPN: Network Private Vistual), o una dirección IP privada se lo puede hacer.

Los códecs más conocidos para transmisión de video son h263, h263+ y h264, el sistema Trixbox integra los códecs mencionados.

Desde el sistema Trixbox del prototipo, para acceder al archivo a modificar hay que ubicarse en el menú superior de la página de Trixbox, y dar click en el link PBX, un clik en Confi el linkg File Editor y buscar el archivo sip_custom.conf, aquí se definirá que tipo de códec se utilizará para la transmisión de cada tipo de información, para este caso, se ha visto conveniente quede configurado como se observa en la figura D.43.

```

Edit: sip_custom.conf
-----
videosupport=yes
allow=g729
allow=g723
allow=h261
allow=h263
allow=h263p
allow=h264

```

Figura D.43 Añadir soporte para video llamadas.

INSTALACIÓN DEL CODEC ILBC EN TRIKBOX

iLBC, es un códec de voz desarrollado por Global IP Solutions (GIPS), ahora muy utilizado en aplicaciones de Voz sobre IP.

iLBC se define en el RFC 3951. Es uno de los códec utilizados por el Gizmo Project, Ekiga, OpenWengo, Google Talk, Yahoo! Messenger.

ILBC Y ASTERISK.

A partir de la versión 1.4.19 de asterisk, no se incluye el códec iLBC, debido a que se debe primero aceptar la licencia que también es de libre uso.

Lo primero hacer es entrar al sistema como súper usuario ROOT. “En Trixbox no se compila asterisk, este se compilo durante la instalación de Trixbox, por eso hay que primero descargar la versión de asterisk que se está utilizando.

Se ingresa al siguiente directorio

```
# cd /usr/src
```

Se descargamos asterisk 1.6.2, utilizando el comando wget, la URL que se tiene aquí es relativa, se he tenido experiencias en que muchas veces cambia, si ese fuese el caso busquen primero la versión de asterisk que se desea en las páginas de www.asterisk.org luego se copia el URL y lo descargan así:

```
#wget..http://downloads.digium.com/pub/asterisk/old-releases/asterisk-1.6.2.tar.gz
```

Una vez descargado el paquete hay que descomprimir.

```
# tar -xzf asterisk-1.4.22.tar.gz
```

Luego entramos a asterisk-1.6.2.tar.gz

```
# cd asterisk-1.4.22
```

Ahora bien para instalar el codec iLBC asterisk contiene un script que hace la descarga del binario del códec iLbc, para que luego poder compilarlo.

Hay que ejecutar el script **get_ilbc_source.sh**, este se encuentra dentro del directorio `/usr/src/asterisk-1.6.2/contrib/scripts`

Aun estando dentro de asterisk-1.6.2 solo se ejecuta el siguiente comando:

```
# cd contrib/scripts
```

Y para ejecutar el script:

```
# ./get_ilbc_source.sh
```

Luego desde la raíz asterisk 1.6.2 hay que ejecutar el script de configuración.

```
# cd /usr/src/asterisk-1.6.2
```

```
# ./configure
```

Antes de compilar hay seleccionar el códec iLbc de la siguiente manera

```
# make menuconfig
```

Seleccionando la opción 4 y dentro con la barra espaciadora se selecciona iLBC

Luego hay que compilar Asterisk-1.6.2

```
# make
```

Para que el nuevo códec se instale hay que instalar asterisk, esto solo actualizará los cambios realizados.

```
# make install
```

Luego se debe reiniciar asterisk

```
# asterisk -r
```

```
Cli> stop now
```

```
#safe_asterisk
```

```
#asterisk -rvvvv
```

```
Cli> show translation
```

NOTA: para reiniciar todo en Trixbox se utiliza "amportal restart" obviamente sin las comillas.

Si todo salió bien luego de ejecutar el comando show translation debía salir lo siguiente

```

Translation times between formats (in milliseconds) for one second of data
Source Format (Rows) Destination Format (Columns)
g723 gsm ulaw alaw g726aal2 adpcm slin lpc10 g729 speex ilbc g726 g722
g723 - - - - -
gsm - - 2 2 2 2 1 3 4 12 11 2 -
ulaw - 2 - 1 2 2 1 3 4 12 11 2 -
alaw - 2 1 - 2 2 1 3 4 12 11 2 -
g726aal2 - 2 2 2 - 2 1 3 4 12 11 1 -
adpcm - 2 2 2 2 - 1 3 4 12 11 2 -

slin - 1 1 1 1 1 - 2 3 11 10 1 -
lpc10 - 2 2 2 2 2 1 - 4 12 11 2 -
g729 - 2 2 2 2 2 1 3 - 12 11 2 -
speex - 2 2 2 2 2 1 3 4 - 11 2 -
ilbc - 2 2 2 2 2 1 3 4 12 - 2 -
g726 - 2 2 2 1 2 1 3 4 12 11 - -
g722 - - - - -

```

Luego solo tendrían que agregar la línea allow = ilbc en el archivo "sip_general_custom.conf"

Videoconferencias internas.

Una de las actividades más importantes en cualquier empresa, sobretodo en empresas grandes, son las reuniones o conferencias, las conferencias por teléfono, son uno de los avances comunes que se han integrado en las PBX, y ahora más que nunca con las centrales IP donde coexiste esta funcionalidad con la mayoría de funcionalidades anteriores. Para configurar en el panel general se da click en PBX y al panel izquierdo click a Conferences y llenar los campos como se muestra en la figura D.44.

The screenshot shows a web-based administration interface for a PBX system. The top navigation bar includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. Below this, there are sub-menus for 'Admin', 'Reports', 'Panel', 'Recordings', and 'Help'. The left sidebar contains a tree view of configuration categories: 'Setup', 'Tools', 'Admin', 'System Status', 'Module Admin', 'Basic', 'Administrators', 'Extensions', 'Feature Codes', 'General Settings', 'Outbound Routes', 'Trunks', 'Inbound Call Control', 'Inbound Routes', 'Zap Channel DIDs', 'Announcements', 'Blacklist', 'CallerID Lookup Sources', 'Day/Night Control', 'Follow Me', 'IVR', 'Queues', 'Ring Groups', 'Time Conditions', 'Internal Options & Configuration', 'Callback', and 'Conferences'. The main content area is titled 'Conference: 701' and includes a language dropdown set to 'English'. Below the title, there are buttons for 'Delete Conference 701', 'Add Conference', and '701:Director'. The 'Edit Conference' section contains the following fields:

- Conference Name: Director
- User PIN: 123
- Admin PIN: 321

The 'Conference Options' section includes the following settings:

- Join Message: None
- Leader Wait: Yes
- Quiet Mode: No
- User Count: Yes
- User join/leave: Yes
- Music on Hold: Yes
- Allow Menu: No
- Record Conference: Yes

A 'Submit Changes' button is located at the bottom of the form.

Figura D.44 Creación de una conferencia.

Nombre de la conferencia: Director, pues en este caso solo el director podrá convocar conferencias.

PIN del Usuario: Clave que necesitarán los usuarios para poder ingresar a la conferencia, esta clave podría ir cambiando, y se podría entregar a los invitados, por mail cuando se convoque junto con la hora de la reunión.

PIN del Administrador: Clave del Director que convoca a la conferencia.

Mensaje al unirse: podría crear alguno pero se deja tal como está.

Esperar al Líder: YES, de estas formas todas pueden ingresar a la conferencia, pero mientras no se autentifique al usuario con el PIN de administrador, todos estarán en espera y no podrán conversar entre ellos.

Habilitar música en espera para que los participantes escuchen música hasta que entre el Director.

El resto de opciones se las puede mover a gusto pero no serán tan relevantes en la conferencia.

Respaldos y Restauración de la central.

Es esencial tener un respaldo de todo lo que se ha realizado, para cuando se realicen mejoras, implementaciones, entre otros, donde tener un respaldo minimiza la pérdida de tiempo y dinero.

En la figura D.45 en la parte izquierda se muestra el linck Backup & Restore donde hay que dar un click, luego se observará las opciones, este da la posibilidad de crear dos tipos de backup, uno que se realizará semanalmente y otro que se lo realizará bajo demanda, es decir que se lo realizará cuando el administrador necesite realizar algún cambio que pueda requerir cierto grado de riesgo y se necesite un respaldo.

The screenshot shows the Asterisk System Backup configuration page. The left sidebar contains a menu with categories like Admin, Support, System Administration, and Third Party Addon. The main content area is titled 'System Backup' and includes a 'Delete Backup Schedule Semanal' section. Below this, there are radio button options for 'VoiceMail', 'System Recordings', 'System Configuration', 'CDR', and 'Operator Panel', all of which are selected to 'yes'. The 'Run Schedule' section includes a 'Run Backup' dropdown set to 'Weekly (on Sunday)'. There are four columns for configuration: 'Minutes' (0-11), 'Hours' (0-11), 'Days' (1-12), and 'Weekdays' (All, Selected). The 'All' radio button is selected for each of these columns. A 'Submit Changes' button is at the bottom.

Figura D.45 Configuración de respaldos del sistema programados

Entonces, hay que crear un backup con nombre Semanal, para esto se seleccionan todas las opciones para que respalde todo, y se elige bajo Run Schedule, Weekly y selecciona la hora minutos segundos en los que se quiera que se realice el backup así como el día de la semana en el que se realizará que

por defecto será en Domingo que es cuando menos riesgo hay de interrumpir las comunicaciones. Se da click en Submit Changes y se tendrá que esperar hasta el domingo para ver sus resultados.

De la misma manera, se realiza un nuevo Backup con el nombre Manual que será ejecutado bajo demanda, por lo que la única configuración que cambiará respecto al anterior, es que se seleccionará bajo Run Schedule, en el combo de Run Backup: Now (Ahora). En este tipo de backup, cada vez que se ponga Submit Changes se realizará inmediatamente el respaldo.

Todos los respaldos se crean en el directorio de trixbox: `\var\lib\asterisk\backups` dentro de un directorio con el nombre del backup que se hay creado, por ejemplo en este caso dentro de backups se encontrara 2 directorios, uno con el nombre Semanal y otro Manual, para acecer a los respaldos podemos usar la herramienta de SAMBA, como se explicó anteriormente.

Panel de control de operador.

Un operador, en este caso el recepcionista, es el que más llamadas recibe, el que, en caso de PBX análogas tradicionales, debía tener el teléfono más complejo, con muchos botones y con etiquetas con los nombres y números de extensiones; pues eso ya es cosa del pasado, ahora podría tener un teléfono de lo más sencillo, o inclusive solo un softphone en una computadora y listo, en la figura D.46, se muestra el módulo de panel de control del operador con los números de extensiones que están en uso y desuso.

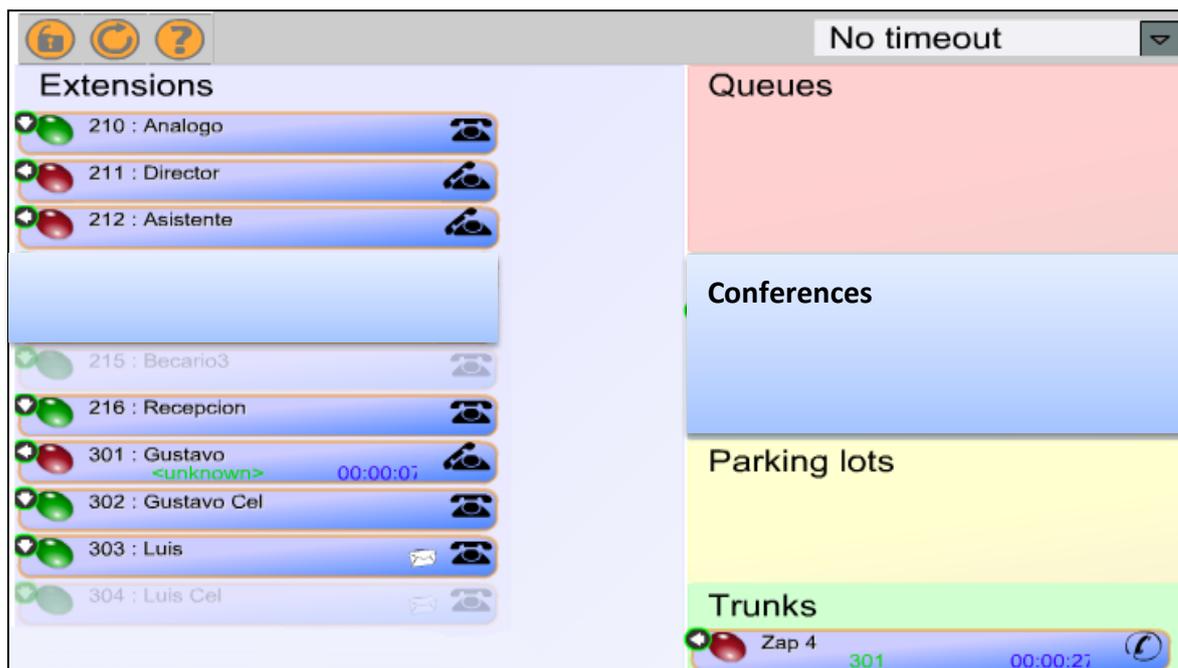


Figura D.46 Vista del panel de control de operador

En la figura D.47 se muestra un ejemplo, en que el director está en conferencia dos usuarios, algunas extensiones están fuera de línea, por lo que su extensión aparece opaca, las extensiones 210, 216, 302 y 303 están libres. La extensión 301 está recibiendo una llamada exterior, desde Trunks por la tarjeta ZAP. La extensión 303, tiene mensajes de voz que no ha escuchado todavía.

Como se ve, se tendrá una administración completa de todo lo que está pasando en tiempo real en la central, pero lo interesante no es solo ver, sino que se puede colgar llamadas, haciendo doble click sobre el ovalo rojo, se puede transferir llamadas, arrastrando el logo del teléfono sobre cualquier extensión, se puede invitar a participantes a una conferencia simplemente arrastrando los teléfonos sobre la conferencia director, se puede obligar a que si una persona no ha escuchado los mensajes de voz en mucho tiempo a que los escuche haciendo que el buzón de voz le llame a él, tan solo haciendo doble click sobre el logo del sobre.

Se tiene un administrador gráfico completo, que adicionalmente si observamos en la parte superior, a lado de la pestaña Panel donde se encuentra ahora se tiene la pestaña Reports donde se puede observar un detalle completo de duración de llamadas, de quien inició y quien recibió, a que número fuera de la

central se realizó una llamada, que persona es la que más llamadas está haciendo y a que números, así como un histórico de llamadas de los últimos días semanas y meses, como se muestra en la figura D.47.

The screenshot displays the 'Reports' section of the FreePBX interface. The navigation menu includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. Under 'Reports', there are sub-menus for 'Admin', 'Reports', 'Panel', 'Recordings', and 'Help'. A secondary menu offers options like 'Call Logs', 'Compare Calls', 'Monthly Traffic', and 'Daily load'. The main filter area includes:

- Selection of the month:** From: September-2011, To: September-2011
- Selection of the day:** From: 01, To: 01, both for September-2011
- DESTINATION:** Filter field with radio buttons for 'Exact', 'Begin with', 'Contains', and 'Ends with'.
- SOURCE:** Filter field with radio buttons for 'Exact', 'Begin with', 'Contains', and 'Ends with'.
- CHANNEL:** Filter field.
- DURATION:** Filter field with radio buttons for '>', '> equal', 'Equal', '< equal', and '<'.

A 'Search' button and a 'Result: Minutes' radio button are also present. At the bottom, it indicates 'Number of calls : 205'.

Figura D.47 Reportes de llamadas de FreePBX.

Adicionalmente da la opción de exportar este detalle, a un archivo .csv para abrir en una hoja de cálculo, o en un PDF, como se muestra en la figura D.48.

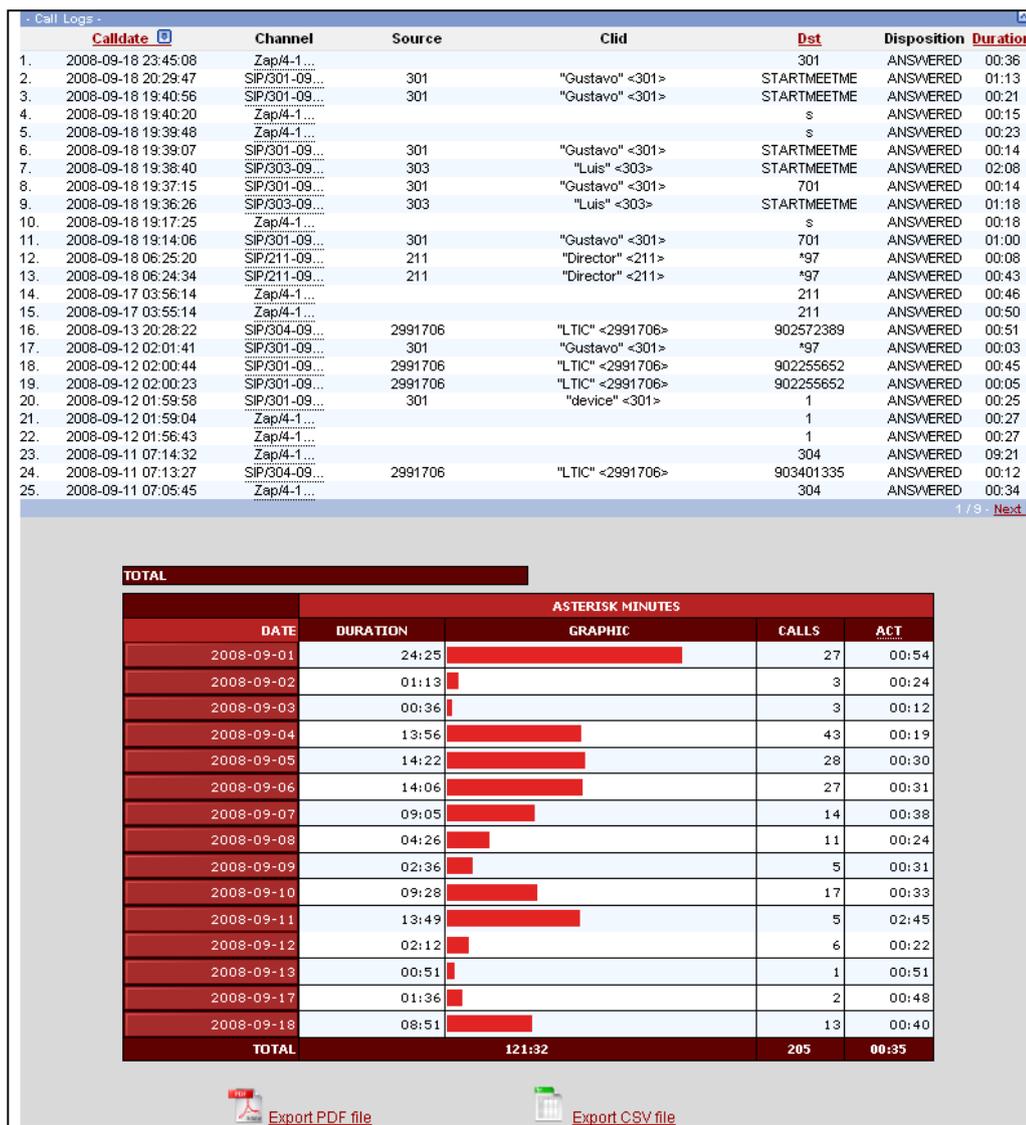


Figura D.48 Reportes de llamadas de FreePBX para exportar.

Toda la administración del Panel requiere una contraseña, la primera vez que se use aparecerá un recuadro para ingresarla, la contraseña por defecto es password. En la figura D.49 se muestra en donde hay que escribir la contraseña.

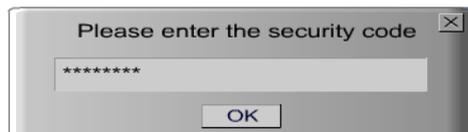


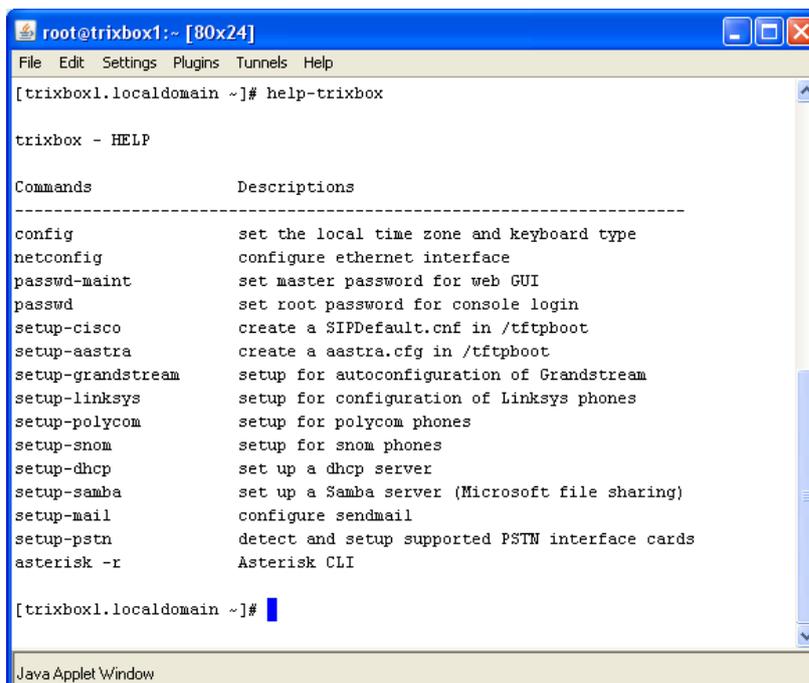
Figura D.49 Ingreso de contraseña de Administrador del FOP.

Más adelante se explicará cómo cambiar esta y el resto de contraseñas que se ha usado hasta ahora.

Administración remota del prototipo.

El encapsulado de seguridad (SSH: Secure Shell), es un protocolo que permite acceder a la línea de comandos de un terminal remotamente y de forma segura. Existe una gran cantidad de programas que proveen SSH como Putty y Toad, sin embargo con esto se tendría que descargar e instalarlo en la máquina donde se está trabajando.

Trixbox implementa un SSH basado en Java, que permite conectar al servidor por la línea de comandos, desde cualquier parte del mundo, solo usando el explorador, haciéndolo así, una de las plataformas PBX basadas en software libre más poderosas y administrables del mercado. En la figura D.50 se muestra la pantalla del SSH basado en Java.



```

root@trixbox1:~ [80x24]
File Edit Settings Plugins Tunnels Help
[trixbox1.localdomain ~]# help-trixbox

trixbox - HELP

Commands          Descriptions
-----
config            set the local time zone and keyboard type
netconfig         configure ethernet interface
passwd-maint      set master password for web GUI
passwd            set root password for console login
setup-cisco       create a SIPDefault.cnf in /tftpboot
setup-aastra      create a aastra.cfg in /tftpboot
setup-grandstream setup for autoconfiguration of Grandstream
setup-linksys     setup for configuration of Linksys phones
setup-polycom     setup for polycom phones
setup-snom        setup for snom phones
setup-dhcp        set up a dhcp server
setup-samba       set up a Samba server (Microsoft file sharing)
setup-mail        configure sendmail
setup-pstn        detect and setup supported PSTN interface cards
asterisk -r       Asterisk CLI

[trixbox1.localdomain ~]#
Java Applet Window

```

Figura D.50 Secure Shell basado en JAVA.

En el panel principal de la página de Trixbox hay que dar click en PBX, luego otro click en la pestaña Tools y se tiene la opción Java SSH que, al darle click, inmediatamente aparecerá una ventana como pop up que presenta la línea de comandos del prototipo, aquí se ingresa el usuario y contraseña, y será tal cual como si estuviera conectado directamente en la máquina.

Una vez ingresado, se puede comenzar a trabajar vía consola, para probar se puede escribir `help-trixbox` y desplegará una lista de comandos comunes, algunos que ya que se usaron, y otros que se los va a usar para cambiar las contraseñas de la central.

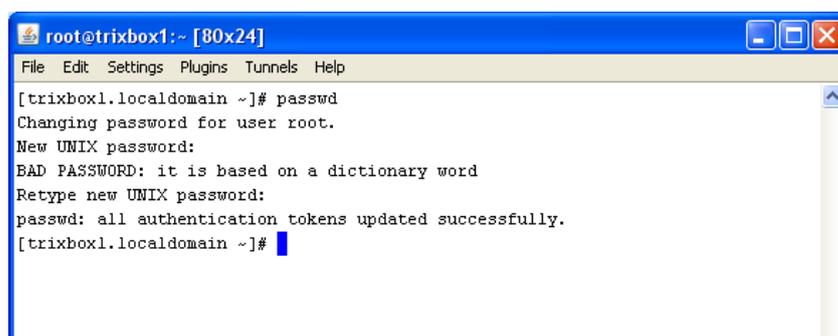
Administración de contraseñas.

Para cambiar las contraseñas, la primera que se cambiara será la contraseña `root` (para este prototipo será `servimmatel`), es decir de acceso al sistema operativo, luego se cambiará la clave del administrador web, y finalmente la clave del panel de control de operador.

En la consola de comandos hay que escribir el siguiente comando:

- `passwd`

Pedirá el nuevo password, ingresar y presionar *ENTER*. Es probable que salga una advertencia de que el password no es seguro, ya que es basado en palabras de diccionario, si se desea, se escribe uno más complejo, sino se continúa, pedirá que repita la contraseña, se repite la misma, y listo, estará cambiada la contraseña para el usuario `root`. En la figura D.51 se muestra el cambio de password.



```
root@trixbox1:~ [80x24]
File Edit Settings Plugins Tunnels Help
[trixbox1.localdomain ~]# passwd
Changing password for user root.
New UNIX password:
BAD PASSWORD: it is based on a dictionary word
Retype new UNIX password:
passwd: all authentication tokens updated successfully.
[trixbox1.localdomain ~]#
```

Figura D.51 Cambio de contraseña de acceso al sistema.

Para cambiar el password del administrador web hay que escribir en la consola el siguiente comando y dar enter:

- `passwd-maint.`

De la misma manera que antes, se escribe el nuevo password para ingresar al administrador web con el usuario `maint`, como se muestra la figura D.52.

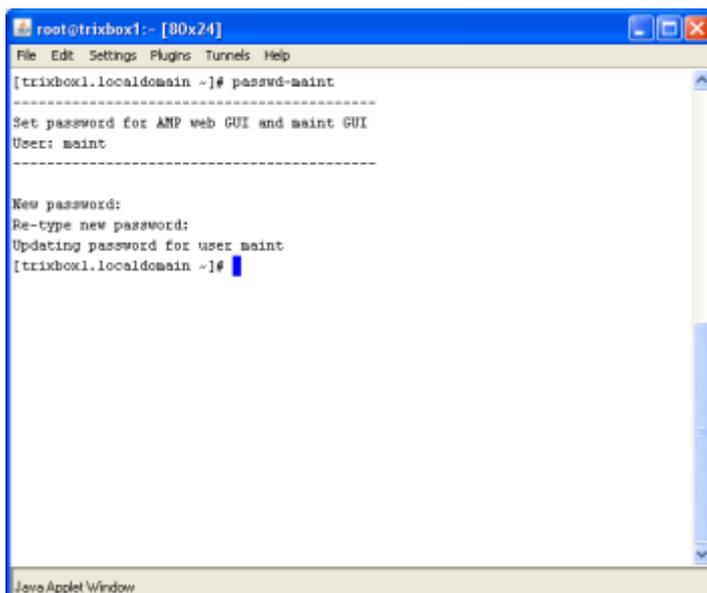


Figura D.52 Cambio de contraseña de administrador web.

Por último se cambiará el password, para realizar los cambios hay que salir de la consola, y damos click en página principal de Trixbox en el link *PBX*, otro click en el link *Config File Editor*, un click en el directorio */etc/* y se abre el archivo *amportal.conf* y se busca las siguientes líneas que contiene la contraseña a cambiar, como se muestra en la tabla D.3.

```

# FOPPASSWORD: the secret code for performing
transfers and hangups in the Flash Operator Panel
FOPPASSWORD=passw0rd

```

Tabla D.3 Reemplazo de contraseña passw0rd.

Se reemplaza la palabra password por lo que se desee y grabar.

Hasta aquí llega la configuración de sistema Trixbox para prototipo “SERVIMAATEL”, de aquí queda solo la configuración de terminales, con el softphone para que apunten al servidor, para que puedan acceder a servicios como correo de voz, conferencias, directorio telefónico, sin necesidad de tener que memorizar una gran cantidad de códigos y números.

E.1. ADMINISTRACIÓN DE JITSI SOFTPHONE.

En el desarrollo de proyecto, se trabajó con X-Lite de CounterPath es uno de los principales softphone libre SIP del mercado, y con Jitsi muy práctico, completo y fácil de configurar. De acuerdo con la arquitectura avanzada del eyeBeam 1.5 (cliente de telefonía no libre de CounterPath), estos dos softphones incorporan características similares a las de un softphone comercial tal como audio superior y calidad de video, Mensajería Instantánea, y un libro de direcciones personal completo.

Para la implementación del prototipo en la organización “MLE”, se usará el softphone Jitsi como principal, sin descartar el uso de X-Lite.

Los softphone tienen su interfaz intuitiva, los usuarios pueden fácilmente cambiar del tradicional teléfono al mundo de la voz sobre IP. También haciendo la navegación simple y de uso fácil, Qutecom provee a usuarios de fácil acceso a llamadas de video y del directorio telefónico.

Algunas de las características que tiene Jitsi se resumen a continuación:

- Renueva los estándares basados en clientes de telefonía de la generación siguiente.
- Inicia sesión del protocolo (SIP) para todas las sesiones interactivas de los medios.
- Calidad realzada del servicio (QoS) para las llamadas de la voz y del vídeo.
- Libro de direcciones personal completo, incluyendo listas de llamadas e historia detalladas.
- Fácil configuración de tus dispositivos audio o video.
- IM y gerencia de la presencia.
- Grabación de llamada de la voz y del vídeo.
- Fácil hacer y recibir llamadas al permitir la selección de llamadas entrantes.

Así también, se resumen las ventajas de Jitsi:

- Sencilla interfaz para principiantes para que hagan y reciban llamadas, inicien la comunicación de video, y se comuniquen con mensajería inmediata.

- Un libro de direcciones personal completo, que autoriza a usuarios para crear, para manejar, y para personalizar sus contactos y su presencia con las comunidades en línea.
- Concede a los usuarios la posibilidad de una confluencia de las características estándares de la telefonía, red avanzada y características de los medios de la voz, incluyendo la ayuda para los dispositivos múltiples de.

E.2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA CUENTA SIP USANDO EL SOFTPHONE JITSY



Figura E.1 Pantalla de bienvenida.

En la figura E.1 se muestra la ventana de bienvenida para la iniciación de la instalación.



Figura E.2 Pantalla para iniciar o cancelar la instalación

En la figura E.2 se presenta la pantalla para dar inicio a la instalación. Dar click en **Next** (siguiente) procediendo así con la instalación.

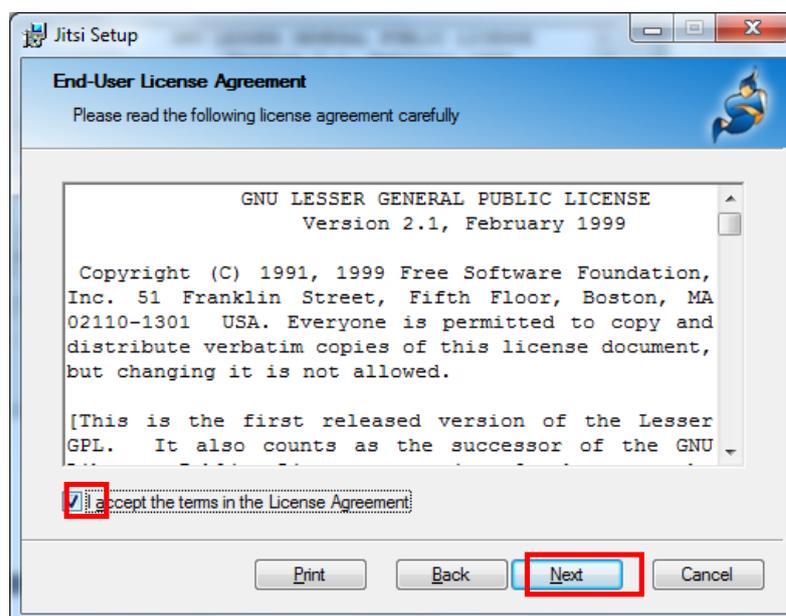


Figura E.3 Pantalla de aceptación de licencia

En la figura E. 3 se observa la pantalla de las condiciones de uso de la licencia, para proseguir con la instalación se coloca un visto en el recuadro. Y a continuación click en **Next** (siguiente).

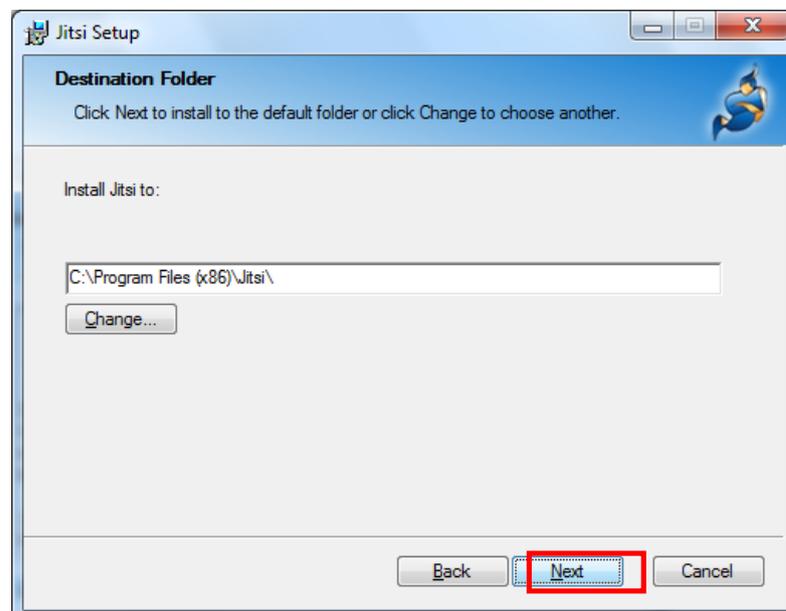


Figura E.4 Pantalla de selección de ruta de instalación

La figura E.4 se presenta la ruta donde se instalara el software, dar click en **Next** (siguiente) para instalar en el directorio predeterminado del sistema operativo.

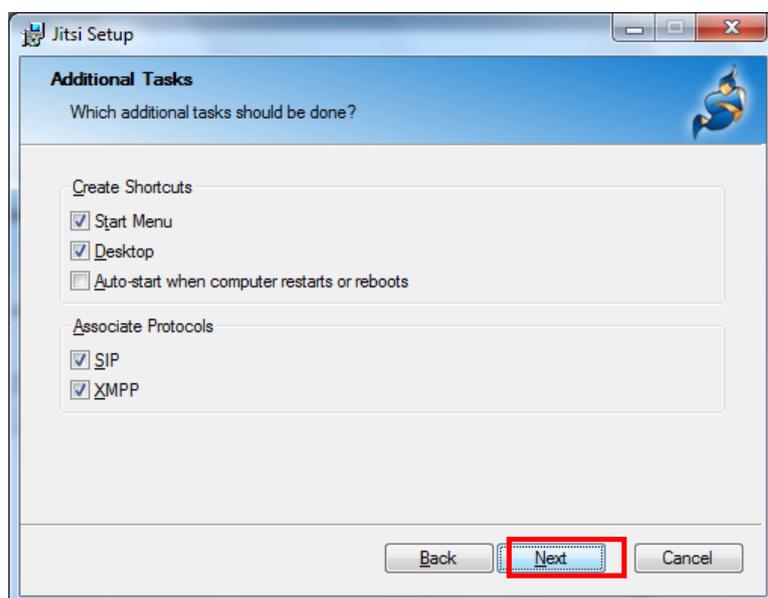


Figura E.5 Pantalla para escoger accesos directos SIP y XMPP

La figura E.5 nos permite escoger los accesos directos, para continuar dar click en **Next** (siguiente) para continuar con la instalación.

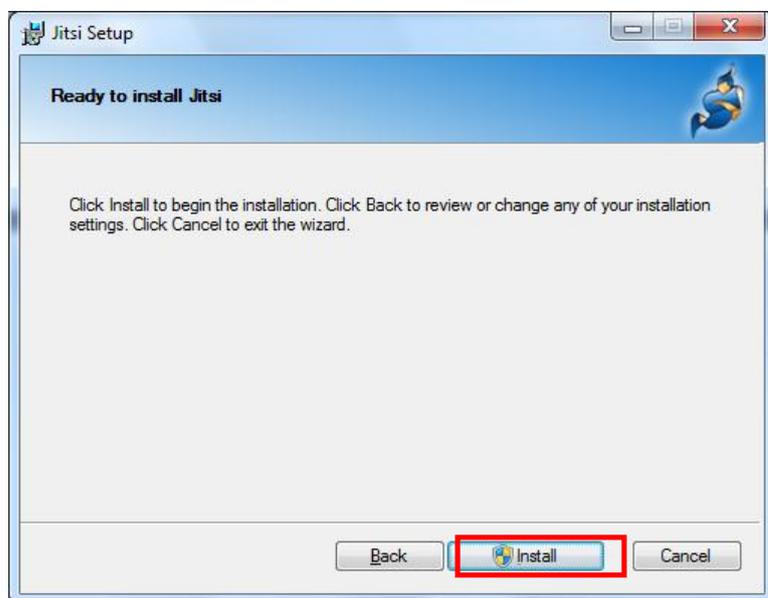


Figura E.6 Pantalla de instalación

En la figura E.6 se presenta la pantalla de instalación, dar click en **Install** (Instalar) para continuar

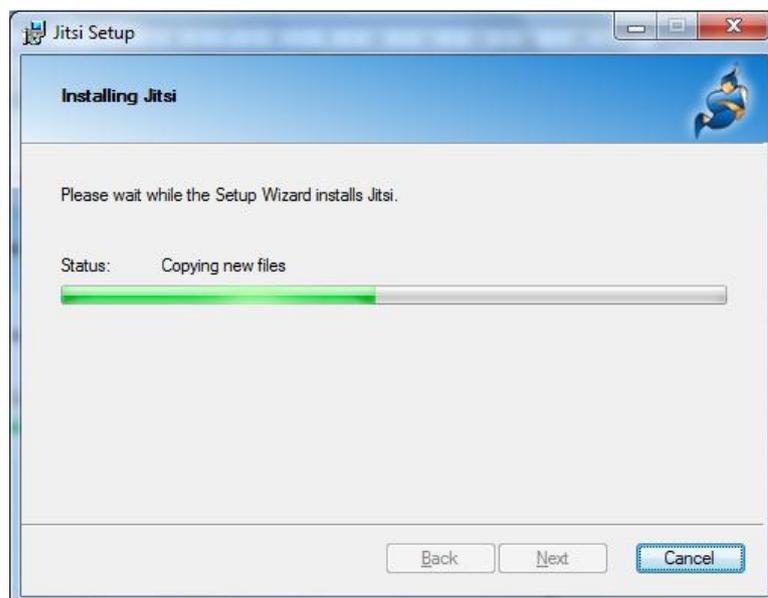


Figura E.7 Pantalla de progreso de la instalación

La figura E.7 nos presenta el progreso de la instalación del programa.

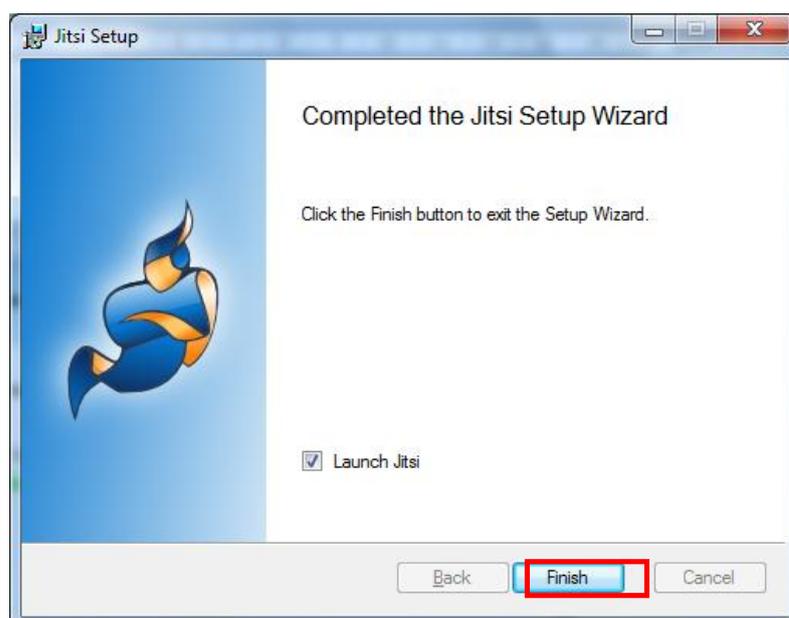


Figura E.8 Finalización de la instalación

En la figura E.8 se debe hacer click en **Finish** (finalizar) para terminar con la instalación del programa.

The screenshot shows a window titled 'Conectar' with a blue header. Below the header is a title bar with standard window controls. The main content area has a light blue background and contains the following text: 'Unifique todos sus servicios de red favoritos con el toque de un botón.' Below this, there are eight panels, each for a different service. Each panel contains a logo, the service name, a 'Usuario' field with an example, a 'Contraseña' field, and a link to register if not already registered. At the bottom of the window, there is a link 'Usar aprovisionamiento en línea' and two buttons: 'Conectar' and 'Cancelar'.

Service	Example Username	Registration Link
SIP SIP	john@voipphone.net or simply "john" for no server	None
JABBER	johnsmith@jabber.org	None
Facebook	username	None
GOOGLE TALK	johnsmith@gmail.com or johnsmith	¿No esta registrado? ¡Regístrate!
MSN	johnsmith@hotmail.com	¿No esta registrado? ¡Regístrate!
AIM	johnsmith	¿No esta registrado? ¡Regístrate!
ICQ	82378997	¿No esta registrado? ¡Regístrate!
YAHOO	johnsmith@yahoo.com or johnsmith	¿No esta registrado? ¡Regístrate!

Figura E.9 Pantalla de opciones de cuenta

La figura E9 nos presenta las opciones de cuenta que posteriormente se podrá abrir, siempre y cuando previamente se posea una cuenta en estos servicios.

E.2.1. CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y OPCIONES DEL JITSÍ

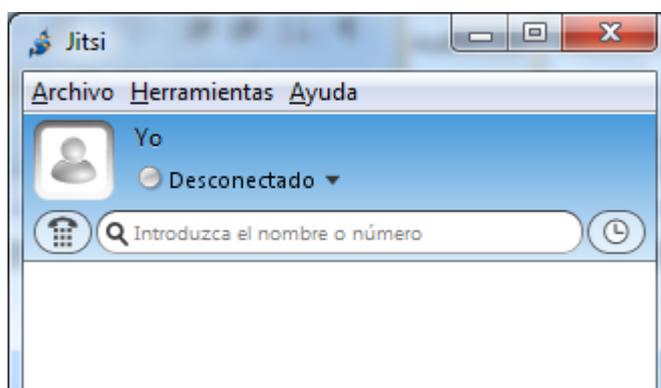


Figura E.10 Pantalla de inicio

La pantalla de inicio que se muestra en la figura E.10 aparecerá si la instalación se realizó de manera correcta

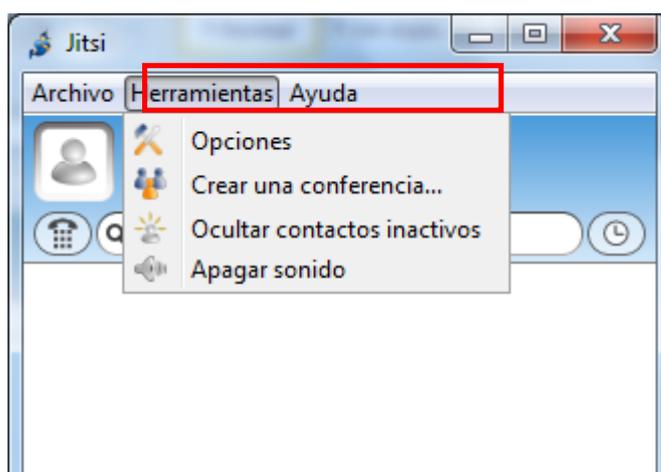


Figura E.11 Pantalla despliegue de herramientas y opciones

Para agregar cuentas al programa JITSÍ hacer, click en **Herramientas** y nuevamente hacer click en **OPCIONES**, según se observa en la figura E11.

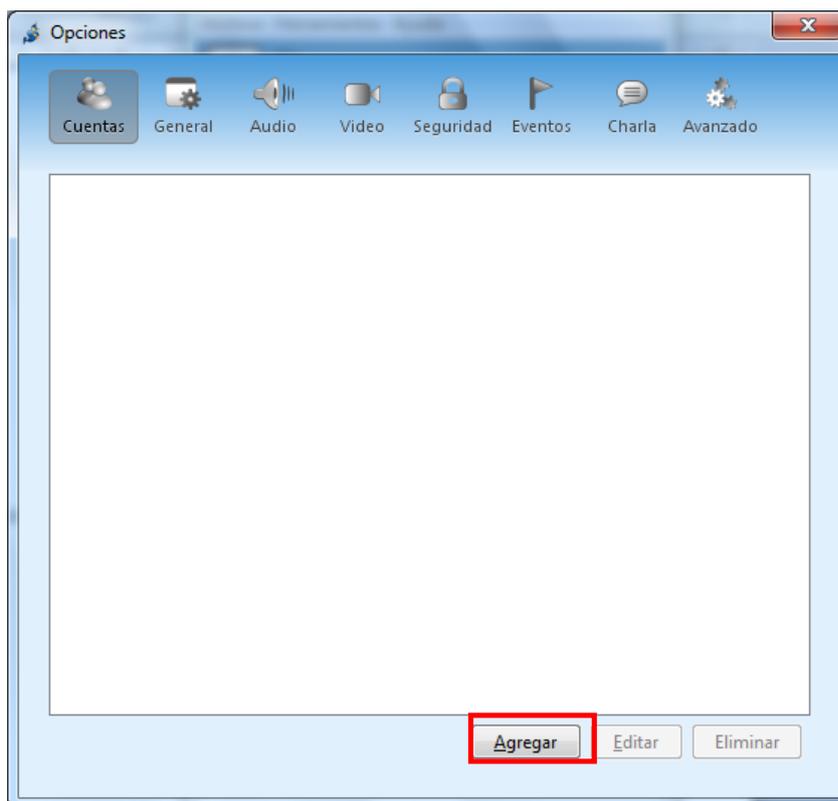


Figura E.12 Pantalla de opciones de cuenta

En la figura E12 dentro de las Opciones de Cuenta hacer click en **Agregar**

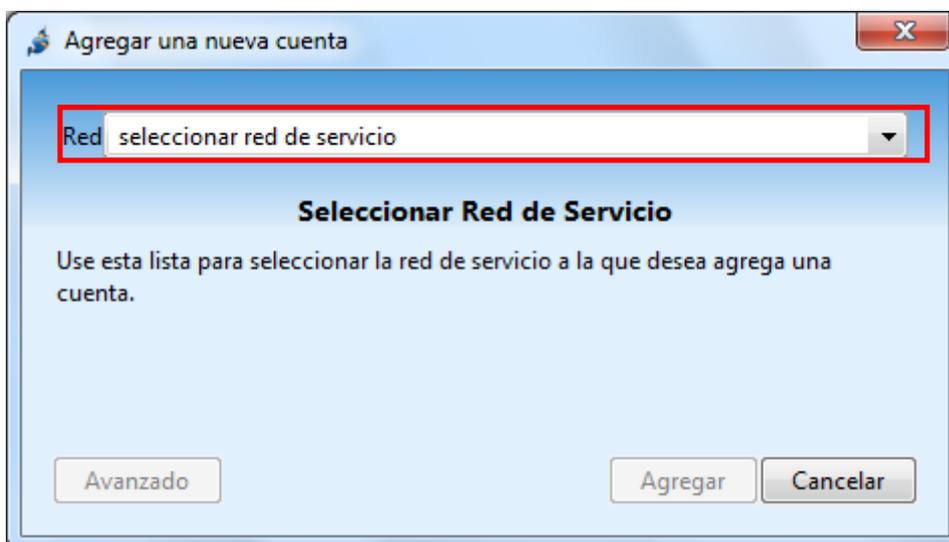


Figura E.13 Pantalla de selección de red de servicio

En la figura E.13 se despliega la pestaña para seleccionar el servicio a agregar

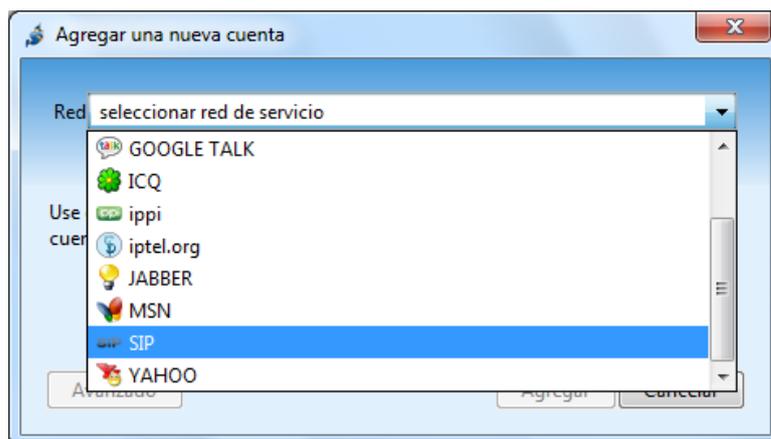


Figura E.14 Pantalla de opciones de servicio

La figura E.14 proporciona opciones de servicio que para agregar a la cuenta

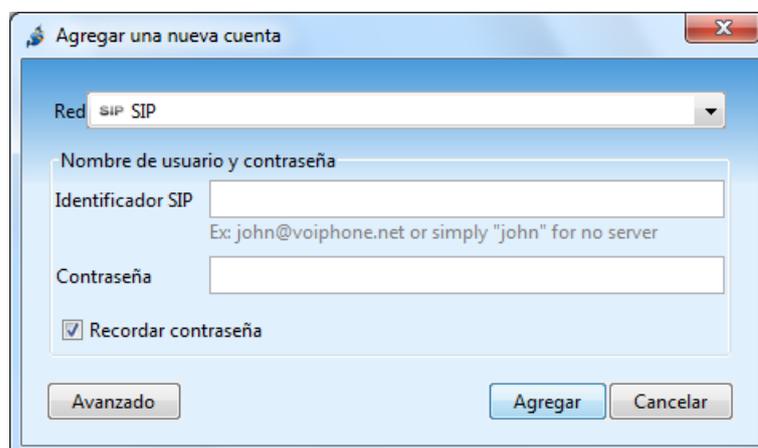


Figura E.15 Pantalla de Identificación y contraseña de la cuenta

La figura E.15 se registra el nombre del usuario y la contraseña de la cuenta

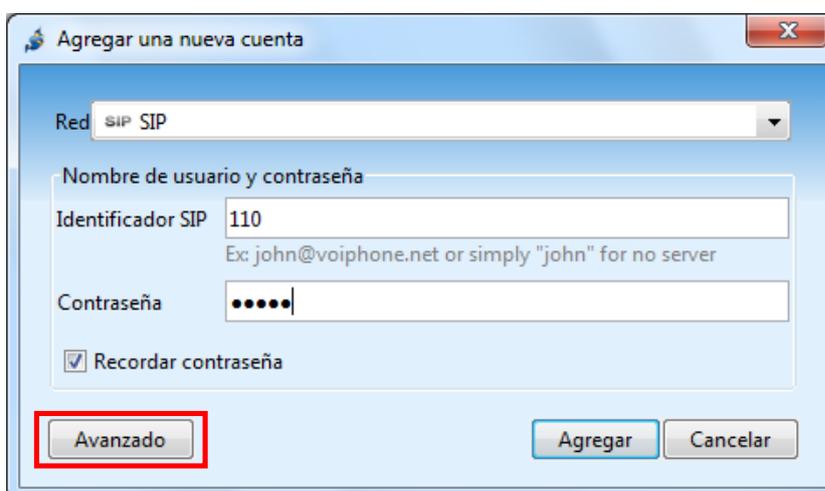
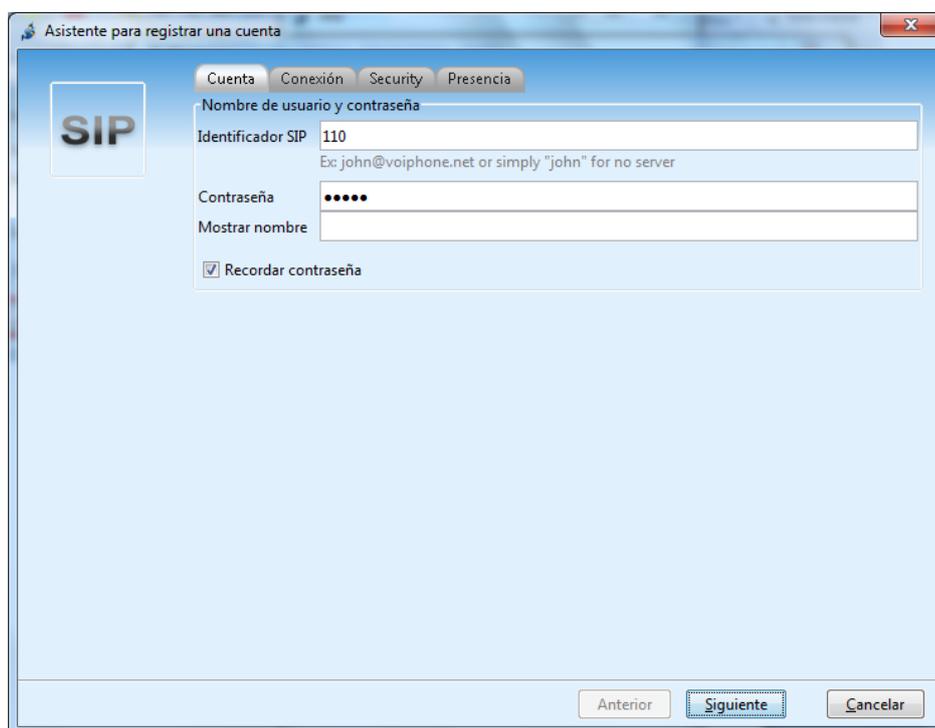


Figura E.16 Pantalla con el botón avanzado

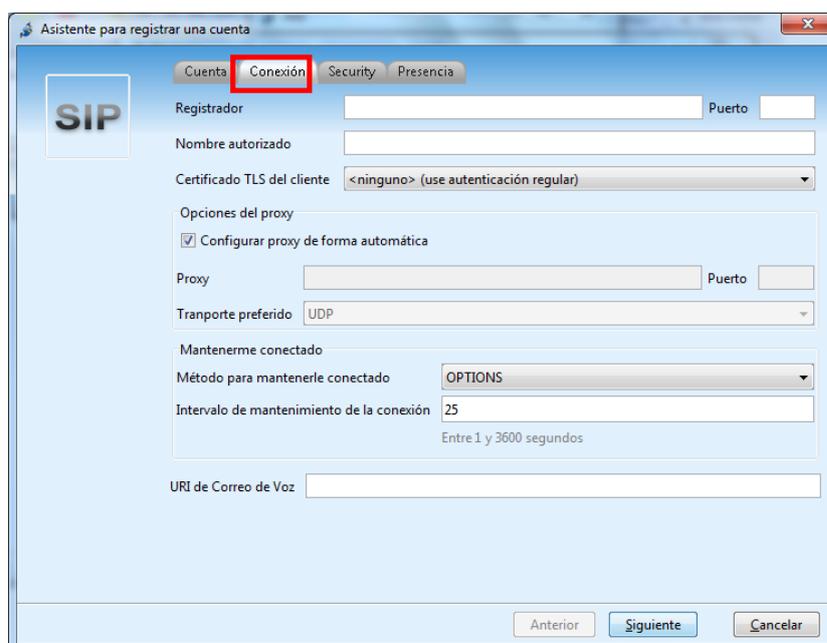
A continuación hacer clic en **Avanzado** como se indica en la figura E16, para configurar los datos del servidor SIP



The screenshot shows the 'Asistente para registrar una cuenta' (SIP Account Registration Wizard) window. The 'Cuenta' tab is selected, and the 'Avanzado' (Advanced) sub-tab is active. The 'Nombre de usuario y contraseña' (Username and Password) section contains the following fields: 'Identificador SIP' (SIP ID) with the value '110', a password field with masked characters, and a 'Mostrar nombre' (Show name) field. A checkbox for 'Recordar contraseña' (Remember password) is checked. At the bottom, there are three buttons: 'Anterior' (Previous), 'Siguiente' (Next), and 'Cancelar' (Cancel).

Figura E.17 Pantalla desplegada de opciones avanzadas

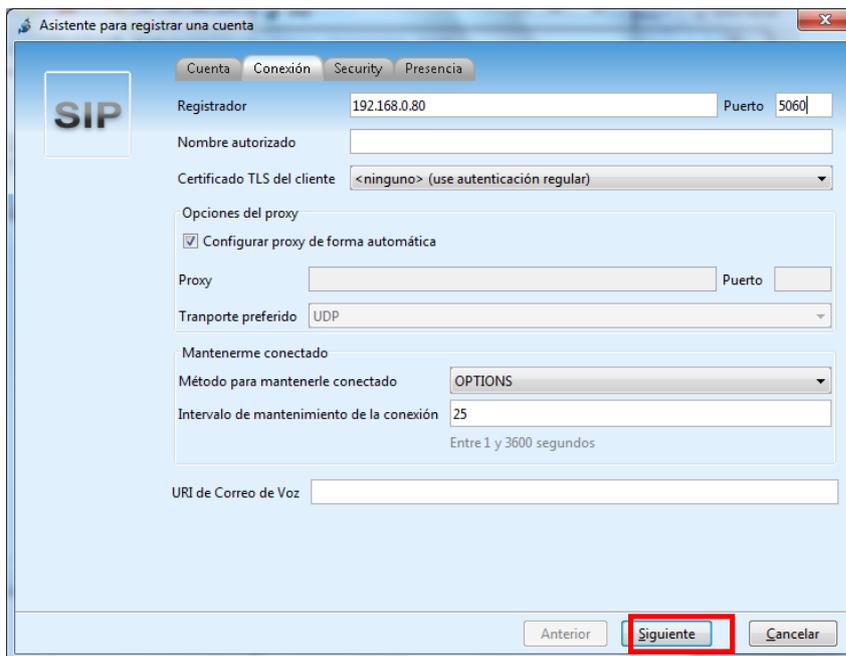
En esta figura E17 nos muestra las opciones que tenemos de las opciones avanzadas.



The screenshot shows the 'Asistente para registrar una cuenta' (SIP Account Registration Wizard) window. The 'Conexión' (Connection) tab is selected and highlighted with a red box. The 'Registrador' (Registrar) field is empty, and the 'Puerto' (Port) field is also empty. The 'Nombre autorizado' (Authorized name) field is empty. The 'Certificado TLS del cliente' (Client TLS certificate) dropdown is set to '<ninguno> (use autenticación regular)'. The 'Opciones del proxy' (Proxy options) section includes a checked checkbox for 'Configurar proxy de forma automática' (Configure proxy automatically). The 'Proxy' field is empty, and the 'Puerto' (Port) field is also empty. The 'Transporte preferido' (Preferred transport) dropdown is set to 'UDP'. The 'Mantenerme conectado' (Keep me connected) section includes a dropdown for 'Método para mantenerlo conectado' (Method to keep connected) set to 'OPTIONS', and an 'Intervalo de mantenimiento de la conexión' (Connection maintenance interval) field set to '25' seconds, with a note 'Entre 1 y 3600 segundos'. The 'URI de Correo de Voz' (Voicemail URI) field is empty. At the bottom, there are three buttons: 'Anterior' (Previous), 'Siguiente' (Next), and 'Cancelar' (Cancel).

Figura E.18 Pantalla de conexión

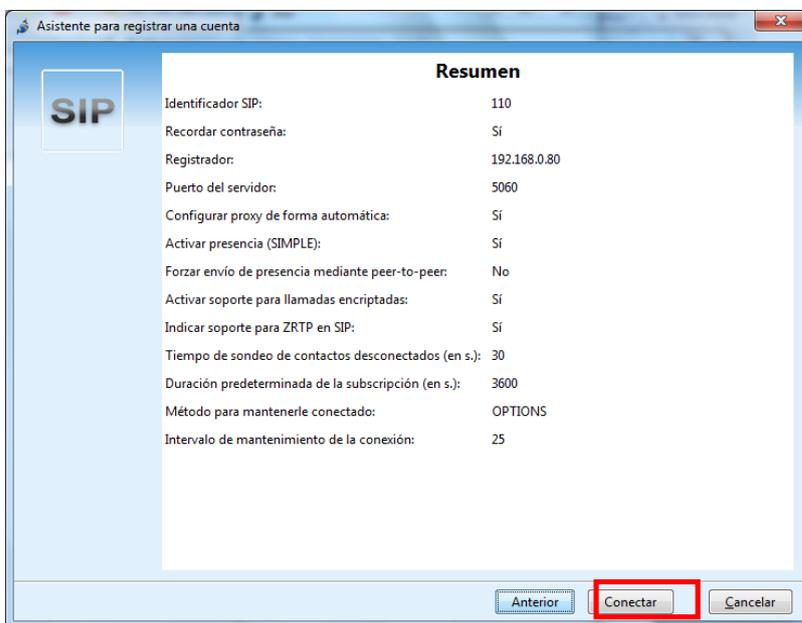
La figura E18 despliega las opciones para registrar los datos del servidor SIP.



The screenshot shows the 'Asistente para registrar una cuenta' (SIP Account Registration Wizard) window, specifically the 'Conexión' (Connection) tab. The window has a sidebar with the 'SIP' logo and a main area with several configuration fields. The 'Registrador' (Registrar) field is set to '192.168.0.80' and the 'Puerto' (Port) field is set to '5060'. The 'Nombre autorizado' (Authorized name) field is empty. The 'Certificado TLS del cliente' (Client TLS certificate) dropdown is set to '<ninguno> (use autenticación regular)'. Under 'Opciones del proxy' (Proxy options), the 'Configurar proxy de forma automática' (Automatically configure proxy) checkbox is checked. The 'Proxy' and 'Puerto' fields are empty. The 'Transporte preferido' (Preferred transport) dropdown is set to 'UDP'. Under 'Mantenerme conectado' (Keep me connected), the 'Método para mantenerle conectado' (Method to keep me connected) dropdown is set to 'OPTIONS' and the 'Intervalo de mantenimiento de la conexión' (Connection maintenance interval) field is set to '25' seconds. The 'URI de Correo de Voz' (Voicemail URI) field is empty. At the bottom, there are three buttons: 'Anterior' (Previous), 'Siguiete' (Next), and 'Cancelar' (Cancel). The 'Siguiete' button is highlighted with a red rectangle.

Figura E.19 Pantalla de conexión

En la figura E19, registrar la dirección IP 192.168.0.80 y el puerto 5060, dar click en siguiente.



The screenshot shows the 'Asistente para registrar una cuenta' (SIP Account Registration Wizard) window, specifically the 'Resumen' (Summary) tab. The window has a sidebar with the 'SIP' logo and a main area with a summary table. The table lists the following configuration details:

Resumen	
Identificador SIP:	110
Recordar contraseña:	Sí
Registrador:	192.168.0.80
Puerto del servidor:	5060
Configurar proxy de forma automática:	Sí
Activar presencia (SIMPLE):	Sí
Forzar envío de presencia mediante peer-to-peer:	No
Activar soporte para llamadas encriptadas:	Sí
Indicar soporte para ZRTP en SIP:	Sí
Tiempo de sondeo de contactos desconectados (en s.):	30
Duración predeterminada de la suscripción (en s.):	3600
Método para mantenerle conectado:	OPTIONS
Intervalo de mantenimiento de la conexión:	25

At the bottom, there are three buttons: 'Anterior' (Previous), 'Conectar' (Connect), and 'Cancelar' (Cancel). The 'Conectar' button is highlighted with a red rectangle.

Figura E.20 Pantalla de resumen la configuración SIP

En la figura E20 muestra el resumen de la configuración de una cuenta SIP para poder realizar las videollamadas, con otro usuario que presente una cuenta similar.

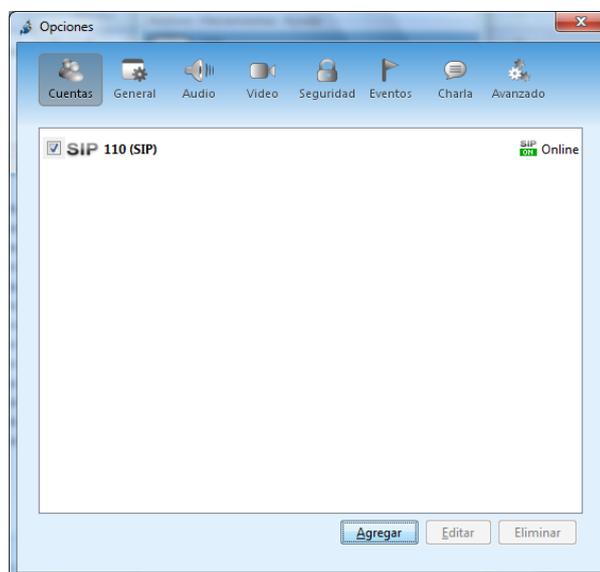


Figura E.21 Pantalla de verificación de conexión

Si se han realizado todos los pasos correctamente sebera aparecer la cuenta SIP en **Oline** (en línea) como muestra la figura E21. Y cerrar la ventana

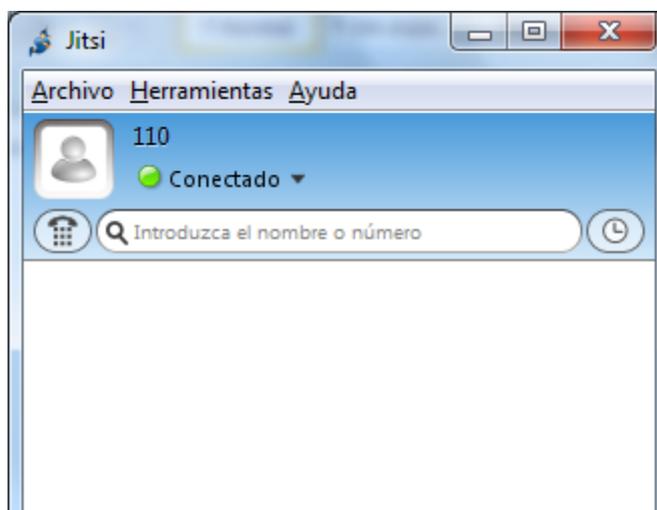


Figura E.22 Pantalla con el servicio disponible

La figura E.22 muestra el estado de la cuenta SIP que está disponible para realizar llamadas.

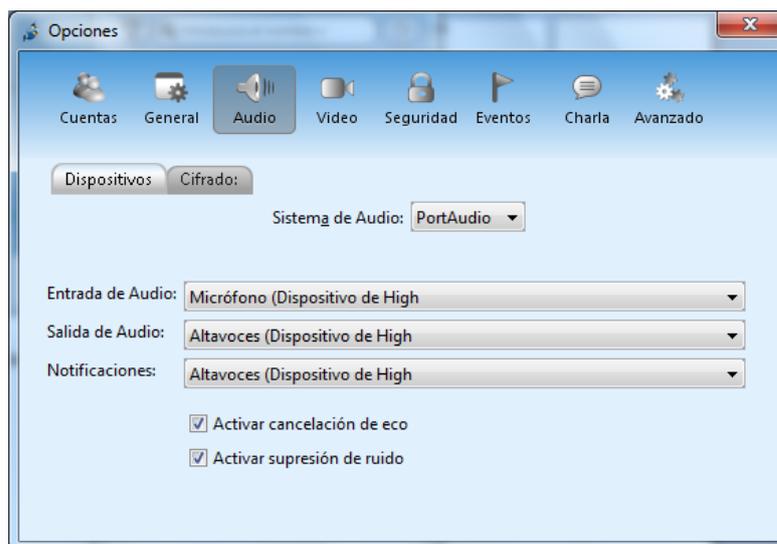


Figura E.23 Pantalla de opciones de servicios para configurar el audio.

En la figura E.23, se muestra las opciones de entrada de audio es decir el dispositivo de entrada de audio en este caso la entrada de micrófono en el caso de una PC, o a su vez el micrófono integrado de una laptop, que también puede ser el micrófono integrado que varias webcam incorporan. Además se tiene el sistema de salida de audio comúnmente conocido como como parlantes y a su vez que puede ser los auriculares de una laptop o headset.

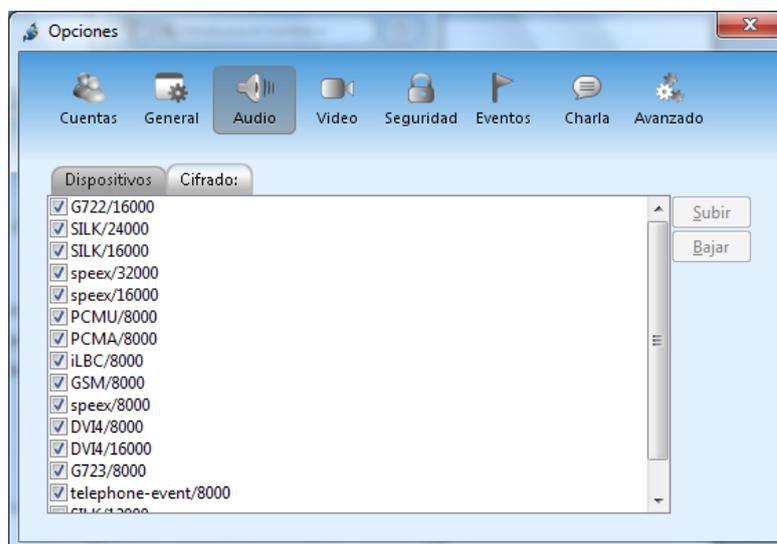


Figura E.24 Pantalla de selección y soporte de códecs.

En esta figura E.24, se muestra los soporte de códecs de audio que tiene el softphone, cabe aclarar que la central telefónica será quien gestione el soporte del códecs es decir debe estar habilitados.

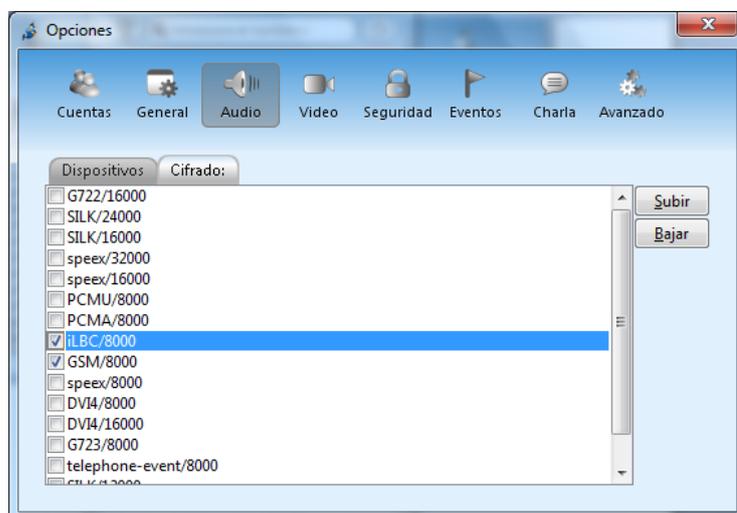


Figura E.25 selección de códec para la central de videotelefonía

Hay que seleccionar los códecs de soporte para este caso se dejara habilitados los códecs iLBC y GSM ya que brindan un consumo de ancho bajo y la calidad es adecuada para una llamada sea interna o externamente.

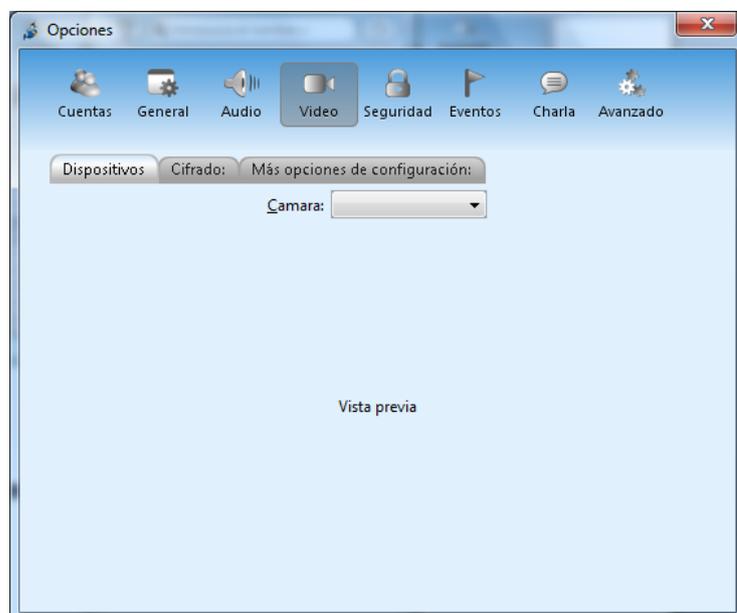


Figura E.26 Pantalla de configuración del dispositivo de video.

En la pestaña de cámara hay que dar click para ver que con que dispositivo de video se trabajara, normalmente debería ser una webcam sin importar marca ni modelo.



Figura E.27 Pantalla que deberá mostrar el video.

En la figura E.27, se deberá mostrar el video siempre y cuando se hay configurado de manera correcta.

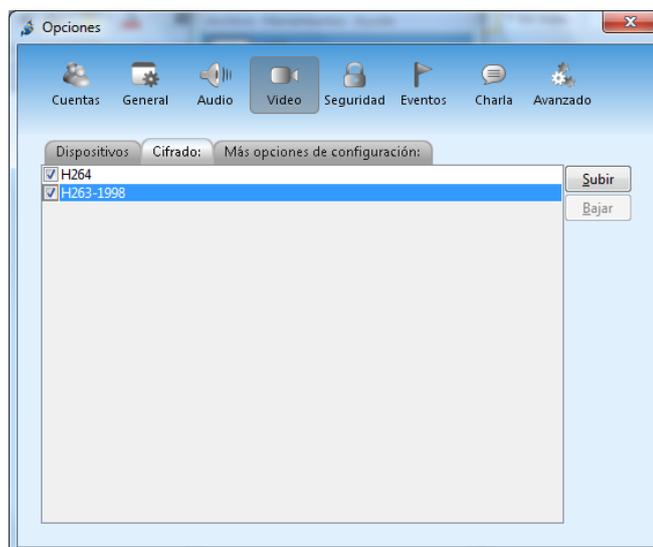


Figura E.28 Pantalla de sección del códec de video.

En la figura E.28, e observa los códec de video que soporta el softphone para este caso se dejara habilitados los dos como se muestra.

E.2.2. PASOS PARA REALIZAR UNA LLAMADA TELEFÓNICA USANDO EL SOFPHONE JITSÍ

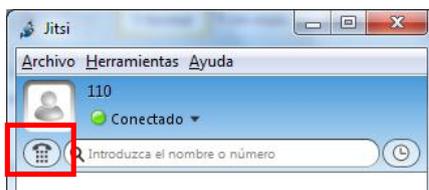


Figura E.29 Pantalla para realizar una llamada

Dar clic en el despliegue del teclado numérico como se indica en la figura E.29.



Figura E.30 Pantalla de teclado numérico

Para realizar una llamada hay que ingresar el número, se usa el bloq numérico o el teclado de la pantalla, en este caso se ingresa el número 100 de extensión como se ve en la Figura E.30. Hacer click en llamar.

E.2.3. PASOS PARA REALIZAR UNA LLAMADA TELEFÓNICA USANDO LA LÍNEA ANALÓGICA



Figura E.31 Pantalla de teclado numérico para realizar una llamada externa

En este caso en vez ingresar el número de extensión hay que anteponer el número **8xxxxxxx** para realizar una llamada local y **9xxxxxxxxx** para llamadas

nacionales y a celular siempre y cuando la línea está habilitado para este último servicio. En la figura E.31 se ejemplifica una llamada local, luego hacer clic en la tecla llamar.



Figura E.32 Pantalla en la que pedirá el número de contraseña para realizar la llamada local

En la figura E.32 se observa una llamada que se desarrolla normalmente entre una extensión SIP y una persona que tiene un número analógico externo.



Figura E.33 Pantalla de ingreso de la contraseña.

En la figura E.33, de manera audible pedirá que se ingresa la contraseña seguido por el signo numeral en esta caso predeterminadamente se usa 1234#, al ingresar los datos correctos se prosigue a la llamada normalmente.

E.2.4. CONFIGURANDO 3CXPHONE PARA ANDROID

Es importante esta sección ya que en la actualidad muchos de los dispositivos y teléfonos celulares integran aplicaciones que soportan el protocolo SIP, ese es el caso de los celulares Androide, esto paso puede ser aplicado para varios teléfonos celulares. Después de haber instalado 3CXPhone para Android, debe configurarlo para usar un proveedor de VoIP o una PBX IP (servidor SIP) para poder realizar y recibir llamadas.

Tenga en cuenta que 3CX sólo ofrece el software, no proporciona ningún servicio de llamadas. Después de obtener una cuenta en un proveedor de VoIP o los detalles de su extensión de una PBX IP, debe proceder a configurar una conexión a esa cuenta en el 3CXPhone de la siguiente manera:

1. Inicie 3CXPhone tocando el icono correspondiente. La primera vez que inicie 3CXPhone, automáticamente se le pedirá que cree un nuevo perfil de conexión. Haga clic en “Add New” para crear un nuevo perfil.
2. Si va a conectarse a la Central Telefónica 3CX y se encuentra en la misma red LAN, entonces puede hacer que su 3CXPhone para Android sea configurado automáticamente.
3. Ingrese un nombre para el nuevo perfil en el campo “Profile name”.
4. Introduzca su nombre de usuario (a veces conocido como el número de extensión o ID de SIP) en el campo “User”. Especifique su contraseña en el campo “Password”. La terminología empleada puede variar entre proveedores de VoIP y PBX (por ejemplo, su nombre de usuario es a menudo su número de teléfono o número de extensión).
5. En el campo “External Server”, especifique el nombre de dominio o la dirección IP pública del servidor SIP (también conocido como servidor de registro o registrador SIP) de su proveedor VoIP o PBX IP. Por ejemplo, sip.myvoipprovider.net. Si va a utilizar esta conexión con una PBX IP en la red local, especifique la IP local de la PBX IP en el campo “Internal Server”, por ejemplo 192.168.0.80.
6. Si su proveedor VoIP le ha dado un nombre de servidor STUN, especifíquelo en el campo “STUN Server”. Si no, puede dejar la entrada del servidor STUN como stun3.3cx.com.
7. Si su proveedor VoIP requiere el uso de un proxy de salida, presione el botón “Advanced” y especifique el proxy de salida en el campo “Proxy”. Por ejemplo, proxy.myvoipprovider.net o proxy.myvoipprovider.net: 5080.

Si tiene alguna duda póngase en contacto con su proveedor VoIP. Haga clic en el botón Atrás para volver a la pantalla principal del perfil.

8. Haga clic en “Save” para crear el perfil de conexión. Este nuevo perfil se mostrará en la sección “Profiles”. Una vez que haya ingresado con éxito, su nombre de usuario aparecerá en la parte superior del lado derecho.



Figura E.34 Configurando 3CXPhone para Android.

Presione Save, presione el botón verde cerca del perfil que desea utilizar y el 3CXPhone para Android se registrará.

Importante recordar que la central de videotelefonía tiene la posibilidad de soportar dispositivos inalámbricos que tengan soporte de SIP.

ANEXO F. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE ZEROSHELL

F.1. Configuración de Zeroshell

Está disponible en versión Live CD es necesario tener un lugar donde guardar la configuración tal como un USB o un disco duro. Si en cambio se usa una versión Compact Flash se puede guardarla en ella. Debido a su mayor estabilidad se debe utilizar un sistema de archivos ext3 o ReiserFS. Se debe crear y formatear la unidad desde la interfaz gráfica de zeroshell, pero teniendo cuidado que la unidad no contenga datos importantes.

Los pasos para crear y activar la base de datos son los siguientes:

En la sección [Setup] -> [Storage] seleccionar la partición en la que crear la base de datos y pulse el botón [Crear DB];

En la ventana que aparece (ver la imagen) insertar una descripción de la base de datos, escriba y confirme la contraseña del usuario admin, compruebe que la dirección IP 192.168.0.20 se configura en el ETH00 de interfaz de red y configurar la puerta de enlace predeterminada a 192.168.0.1, ver figura F.1.

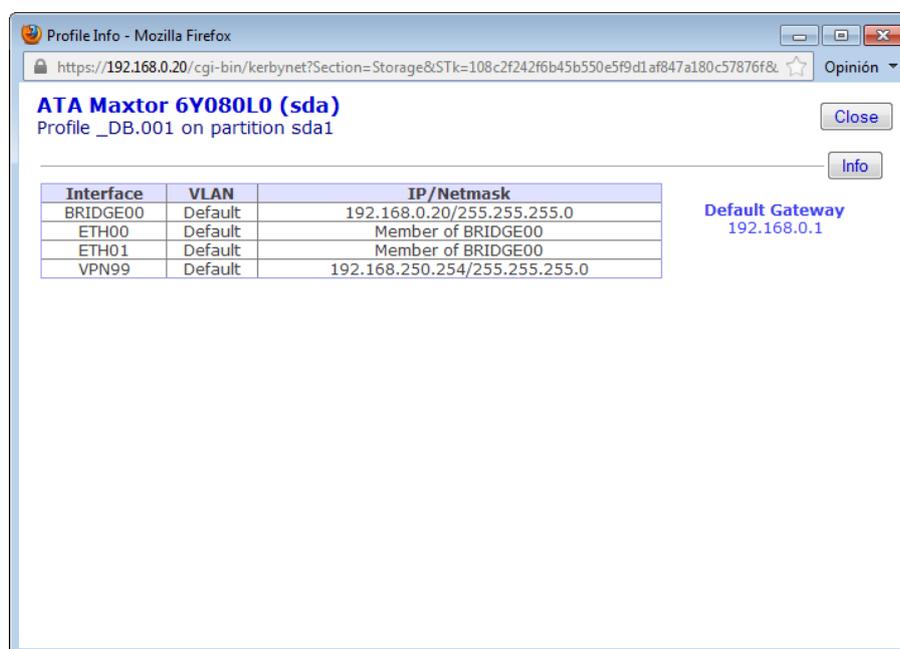


Figura F.1 Creación del interfaz de red a utilizar en Zeroshel.

Pulsar el botón [create] para proceder a la generación de bases de datos. Activar la base de datos seleccionándola y presionando el botón [Activate]. El sistema se reinicia con la nueva configuración figura F.2

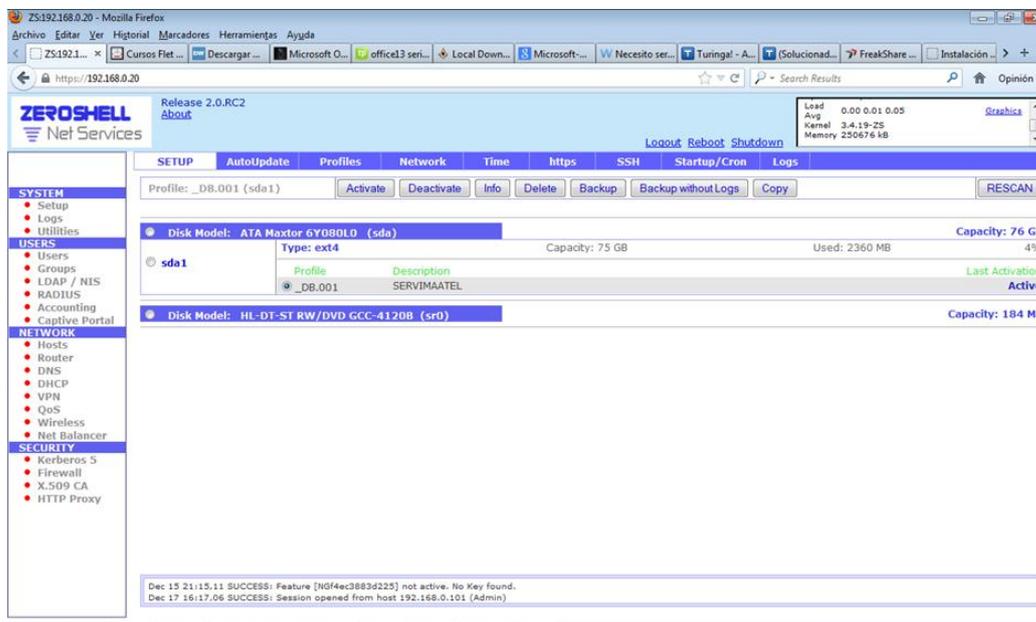


Figura F.2 Generación de base para guardar configuración de Zeroshell.

Cuando haya terminado esta fase, se puede estar seguro de que la configuración será permanente. Ahora hay que crear el BRIDGE00 y agregarle las tarjetas de red ETH00 y ETH01 de modo que el tráfico en la capa 2 pueda ser enviado entre ellas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cuando una tarjeta se convierte en miembro de un puente, automáticamente pierde cualquier IP. Pero para que no suceda se puede aplicar lo siguiente "Create a Bridge" que permite migrar automáticamente la configuración (IPs y VLAN) de la tarjeta de red que se ha elegido a la nueva configuración Bridge, tarda unos 15 segundos en crear la nueva configuración, tiempo durante el cual se pierde la conexión.

Los pasos necesarios para crear el BRIDGE00 (ETH00, ETH01) son los siguientes:

Acceder al menú y pulsar la tecla "B" correspondientes a la función "crear un puente". Si no ha sido autenticado se pedirá la contraseña de administrador. A continuación, pulsar la tecla "Y" para confirmar. Elige la interfaz de ETH00 presionando la tecla "1". El puente se ha creado y ha heredado la IP 192.168.0.20

de la ETH00. Después de unos segundos la conectividad entre el navegador en el que está usando la Web GUI y Zeroshell quedara establecida.

Ahora agregue la tarjeta ETH01 al BRIDGE00. Para hacer esto, utilizando la interfaz gráfica de usuario Web, vaya a la sección [Setup] -> [Network], y pulse el botón [Configure] perteneciente al BRIDGE00 y mueva la tarjeta ETH01 de la lista "Available interfaces" a los componentes del Bridge, deberá quedar como se muestra en la figura F.3.

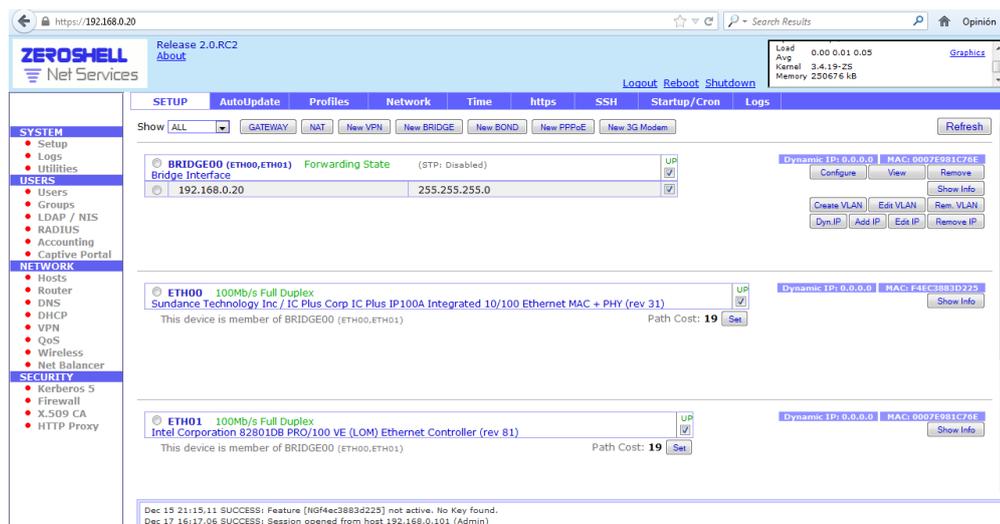


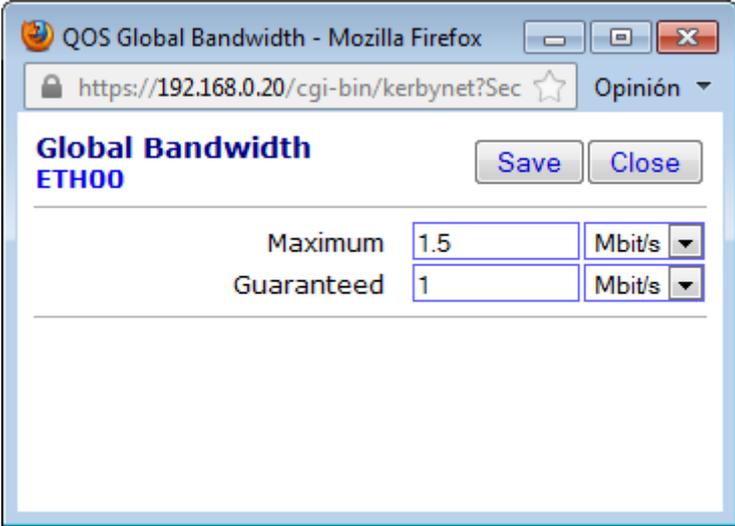
Figura F.3 Configuración de Bridge para interfaces eth0 y eth1.

Para la asignación del ancho de banda global para las tarjetas de red en modo Bridge. La asignación del ancho de banda global para cada una de las tarjetas de red es una operación fundamental para el buen funcionamiento de QoS. De hecho, ya que el sistema no es capaz de estimar de forma dinámica la disponibilidad de ancho de banda real, es necesario indicar una estimación basada en el ancho de banda que se distribuirá a las siguientes clases de QoS. Hay que tener en cuenta que si el ancho de banda real disponible en un momento dado es inferior al estimado, la QoS en ese momento no funcionara bien.

Los pasos necesarios para asignar el ancho de banda global para las interfaces ETH00 y ETH01 son los siguientes:

En la sección [QoS] -> [Interface Manager], hacer clic en el botón [Global Bandwidth] relacionados con la tarjeta ETH00. En el formulario que aparece figura

F.4 establecer el ancho de banda máximo y el garantizado a 1536 kbps y confirme haciendo clic en el botón [Save].



The screenshot shows a web browser window titled "QoS Global Bandwidth - Mozilla Firefox". The address bar displays "https://192.168.0.20/cgi-bin/kerbynet?Sec". The page content includes the heading "Global Bandwidth ETH00" and two buttons: "Save" and "Close". Below the heading, there are two rows of configuration fields:

Maximum	1.5	Mbit/s
Guaranteed	1	Mbit/s

F.4 Asignación de ancho de banda Máximo y garantizado.

Luego hacer clic en el botón [Global Bandwidth] relacionado con la tarjeta de red ETH01 y establece el ancho de banda máximo y garantizado a 1000 Kbps. Para activar la configuración del ancho de banda global, hacer clic en el botón [Activate last Changes], con estas configuraciones se tendrá listo Zeroshell para la implementación de servicios aplicativos que se necesite en este caso el de QoS.