



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

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO FRECUENCIA CON VOIP BAJO  
SOFTWARE LIBRE PARA EL CONSEJO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del título de

**INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Presentada por:

**EDUARDO MARCELO BUSTILLOS ALLAUCA**  
**CRISTIAN JACINTO GUANIN PILCO**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**- 2011-**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a mis padres Edison y Charito que me dieron la vida. Gracias papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor y cariño

A mis hermanos Verónica, Fabián y Monserrath que sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo y aquí está el fruto, les agradezco por ser parte de mi vida y poder compartir momentos agradables y momentos tristes.

Eduardo Bustillos A.

Al amor incondicional de mis padres Carlos & Martha y mis hermanos William, Susana & Aracely; a la fraternidad y alegría de mis amigos que dieron sentido a mi existencia; a la sabiduría de cada individuo que me ha ayudado a evolucionar; y a Dios por darme la oportunidad de experimentar las penas y gozos de la vida.

Cristian Guanín P.

## **ATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a DIOS por guiar mi camino y permitir la consagración de mi carrera profesional.

A la memoria de mí querido hermano Edison Fabián y de mis abuelos José Vicente Bustillos, Luis Gerardo Allauca, María Herlinda Tanquina que durante este tiempo han sido mi principal fuente de inspiración.

A mi tío Ángel Washington y su esposa María Lucila quienes me han brindado la ayuda y el apoyo para culminar mis estudios y alcanzar mi sueño.

Eduardo Bustillos A.

A mis padres por brindarme el apoyo necesario para culminar esta meta.

A mis hermanos por el cariño y apoyo brindado durante este tiempo.

A mis familiares por toda la ayuda brindada.

A mis maestros y amigos por todos estos años de convivencia, desarrollo personal y profesional.

Cristian Guanín.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
ING. IVÁN MENES	.....	.....
<b>DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>		
ING. RAÚL ROSERO	.....	.....
<b>DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS</b>		
ING. ALBERTO ARELLANO	.....	.....
<b>DIRECTOR DE TESIS</b>		
ING.	.....	.....
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		
<b>TLGO. CARLOS RODRÍGUEZ</b>	.....	.....
<b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>		
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	

“Nosotros, Eduardo Marcelo Bustillos Allauca y Cristian Jacinto Guanín Pilco, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y el, patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.”

---

EDUARDO MARCELO BUSTILLOS ALLAUCA

---

CRISTIAN JACINTO GUANIN PILCO

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- COR** El relé portador operado-Ala señal del receptor que le da una indicación positiva de un transportista o recepción de la señal y el receptor es un switch. Igual que el COS.
- ROIP** Radio frecuencia con voz sobre ip
- KEY** Para introducir un transmisor de medios para hacer que se transmita.
- PTT** Push-to-Talk. Una activa la señal de PTT de un transmisor a una tecla.
- RoIP** Radio sobre Protocolo de Internet - Un método de envío de voz y audio CDR / PTT comandos a través de Internet. Las empresas utilizan para simplificar la radio de enrutamiento comunicaciones a través de Internet.
- VoIP** Voz sobre Protocolo de Internet - un método de envío de señales de voz a través de Internet, Comúnmente utilizadas por los teléfonos VoIP y muchos otros programas de voz por Internet. No COR / PTT, comandos son necesarios.
- RX** Receptor o receptora.
- TX** Transmitir o transmisor.
- VMR** Reconocimiento de voz de modulación. Un tipo de silenciador, que se activa sólo por hablar palabras y no por tonos, ruidos, o la información de audio.
- VOX** Activada por voz XMIT (transmisión). Un circuito o algoritmo, que hace que un transmisor de clave o alguna otra acción cuando la voz está presente. Este tipo de silenciamiento es activado por cualquier señal de audio, y no se limita a voz solamente.

- URI** Interface de radio USB, permite la conexión directa desde el radio Motorola a pc
- SIP** Un protocolo para crear, modificar y finalizar sesiones con uno o más participantes. Estas sesiones incluyen llamadas telefónicas por Internet, la distribución de multimedia, y conferencias multimedia.
- PBX** Una central telefónica que es propiedad de una empresa privada, que en la actualidad se han desarrollado en los centros de VoIP (IPBX)
- LAN** Una red de ordenadores que abarca un área local, como una casa, oficina o grupo de edificios
- IAX2** Utiliza un único puerto UDP 4569, por lo que funciona bien en ambientes NAT (el obsoleto IAX1 protocolo que se utiliza el puerto 5036), tanto para el control y el tráfico de datos
- PSTN** Red de telefonía pública

# INDICE GENERAL

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO REFERENCIAL

<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>16</b> -
<b>1.2 ANTECEDENTES</b> -----	<b>17</b> -
1.2.1 DESCRIPCIÓN -----	17 -
1.2.2 LUGAR DE APLICACIÓN -----	18 -
1.2.3 ALCANCE-----	18 -
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN</b> -----	<b>19</b> -
1.3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA -----	19 -
1.3.2 JUSTIFICACIÓN APLICATIVA-----	20 -
<b>1.4 OBJETIVOS</b> -----	<b>21</b> -
1.4.1 OBJETIVO GENERAL-----	21 -
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS-----	21 -
<b>1.5 HIPÓTESIS</b> -----	<b>21</b> -

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

<b>2.1 INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>22</b> -
<b>2.2 RADIO FRECUENCIA CON VOIP</b> -----	<b>23</b> -
2.2.1 INTRODUCCIÓN-----	23 -
2.2.2 RADIO SOBRE EL PROTOCOLO INTERNET-----	23 -
2.2.3 ESTÁNDAR DE ROIP -----	26 -
2.2.4 ALIANZA DE ROIP -----	27 -
2.2.5 FUNCIONAMIENTO DE ROIP-----	28 -
2.2.6 BENEFICIOS DE ROIP -----	29 -
2.2.7 URI PARA ROIP -----	31 -
<b>2.3 ASTERISK</b> -----	<b>37</b> -
2.3.1 INTRODUCCIÓN-----	37 -
2.3.2 DEFINICIÓN -----	38 -
2.3.3 PROTOCOLOS -----	40 -
2.3.4 CÓDEC -----	47 -
2.3.5 VENTAJAS-----	48 -



2.3.6	DESVENTAJAS	- 51 -
<b>2.4</b>	<b>VoIP</b>	<b>- 52 -</b>
2.4.1	INTRODUCCIÓN	- 52 -
2.4.2	DEFINICIÓN	- 53 -
2.4.3	ARQUITECTURA VoIP	- 53 -
2.4.4	TIPOS DE COMUNICACIÓN EN LA TELEFONIA IP	- 63 -
2.4.5	VENTAJAS VoIP	- 64 -
2.4.6	DESVENTAJAS VoIP	- 70 -
<b>2.5</b>	<b>RADIOFRECUENCIAS</b>	<b>- 73 -</b>
2.5.1	INTRODUCCIÓN	- 73 -
2.5.2	DEFINICIÓN	- 74 -
2.5.3	ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	- 75 -
2.5.4	REDES DE RADIOFRECUENCIA	- 76 -
2.5.5	RADIOENLACE	- 80 -
2.5.6	VENTAJAS	- 86 -
2.5.7	DESVENTAJAS	- 87 -

### CAPÍTULO III

#### 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS

<b>3.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>- 89 -</b>
<b>3.2</b>	<b>DISEÑO DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS</b>	<b>- 90 -</b>
3.2.1	INTRODUCCIÓN	- 90 -
3.2.2	JUSTIFICACIÓN	- 90 -
3.2.3	DIAGRAMA DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR	- 91 -
3.2.4	DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS	- 92 -
3.2.5	ADQUISICIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE	- 92 -
<b>3.3</b>	<b>PRUEBAS REALIZADAS</b>	<b>- 100 -</b>
<b>3.4</b>	<b>COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	<b>- 109 -</b>

### CAPÍTULO IV

#### 4 GUIA DE REFERENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RADIO FRECUENCIA CON VOIP BAJO SOFTWARE LIBRE.

<b>4.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>- 118 -</b>
<b>4.2</b>	<b>DESARROLLO DE LA GUÍA DE REFERENCIA</b>	<b>- 119 -</b>
4.2.1	INTRODUCCIÓN	- 119 -

4.2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES-----	119 -
4.2.3	INSTALACIÓN DE SOFTWARE -----	121 -
4.2.4	ARCHIVOS A CONFIGURAR EN ROIP-----	138 -
4.2.5	INICIAR Y DETENER ASTERISK-----	151 -
4.2.6	AJUSTE DE LOS NIVELES DE AUDIO -----	153 -

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **RESUMEN**

## **SUMMARY**

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II - 1 RoIP - Interoperabilidad .....	- 23 -
Figura II - 2 Esquema de funcionamiento de RoIP .....	- 26 -
Figura II - 3 Alianza de RoIP .....	- 28 -
Figura II - 4 USB Radio Interface .....	- 33 -
Figura II - 5 Logo Asterisk .....	- 38 -
Figura II - 6 Protocolos y Códecs de Asterisk.....	- 39 -
Figura II - 7 Conexión de Asterisk con un Operador IP (Sistema de Voz Ip) a través del protocolo H.323.....	- 40 -
Figura II - 8 Funcionamiento de Asterisk.....	- 42 -
Figura II - 9 Protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol) .....	- 42 -
Figura II - 10 Protocolo IAX.....	- 45 -
Figura II - 11 Codecs Asterisk.....	- 47 -
Figura II - 12 Arquitectura de VoIP.....	- 54 -
Figura II - 13 Teléfono de gama baja marca Pheenet.....	- 57 -
Figura II - 14 Teléfono IP de gama media marca Linksys.....	- 57 -
Figura II - 15 Teléfono IP Nortel IP Phone 2007.....	- 58 -
Figura II - 16 Adaptador telefónico para analógico y SIP (Linksys PAP2). .....	- 58 -
Figura II - 17 Gateway GSM-IP para interconexión directa de redes GSM e IP. ....	- 60 -
Figura II - 18 X-lite de CounterPath.....	- 61 -
Figura II - 19 Esquema de enrutado en un entorno SIP .....	- 62 -
Figura II - 20 Equipo de Radiofrecuencia.....	- 74 -
Figura II - 21 Elementos de una Telecomunicación .....	- 78 -
Figura II - 22 Radiocomunicación entre dos puntos geográficamente distantes .....	- 81 -
Figura III - 23 Diagrama de Implementación ROIP.....	- 91 -
Figura III - 24 Diagrama de la solución del sistema de radio frecuencias con VoIP.....	- 92 -
Figura III - 25 Ingresando a iaxRpt.....	- 95 -
Figura III - 26 Menú de iaxRpt.....	- 96 -
Figura III - 27 Ingresar usuario iaxRpt.....	- 97 -
Figura III - 28 Escoger el código GSM .....	- 97 -
Figura III - 29 Verificar el puerto .....	- 98 -
Figura III - 30 Configuración del auricular .....	- 98 -
Figura III - 31 Usuario radio conectado .....	- 99 -
Figura III - 32 Comunicación entre Motorola GM300 con estaciones portátiles.....	- 100 -
Figura III - 33 Frecuencia programada en el Motorola GM300 .....	- 100 -
Figura III - 34 Frecuencia programada en el estación Motorola Pro 5150 Elite .....	- 101 -
Figura III - 35 Comunicación entre Motorola GM300 con interfaz URI.....	- 101 -
Figura III - 36 Cable DB25 para conectar la tarjeta URI con la radio base Motorola GM300....	- 102 -
Figura III - 37 Vista frontal Motorola GM300 .....	- 102 -

Figura III - 38 Detalle del Accesory Pin del Radio Motorola GM300.....	- 103 -
Figura III - 39 Comunicación entre la central Asterisk con las estaciones portátil .....	- 104 -
Figura III - 40 Comunicación entre una estación portátil Motorola Pro 5150 elite con la central Asterisk.....	- 104 -
Figura III - 41 Llamada desde softphone iaxRpt PTT Radio Dispatch Client con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite.....	- 106 -
Figura III - 42 Captura del tráfico de la llamada de la extensión 1 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite .....	- 106 -
Figura III - 43 Llamada desde softphone iaxRpt PTT Radio Dispatch Client con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite.....	- 107 -
Figura III - 44 Captura del tráfico de la llamada de la extensión 2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite .....	- 107 -
Figura III - 45 Llamada desde softphone iaxRpt PTT Radio Dispatch Client a otro softphone iaxRpt PTT Radio Dispatch Client con protocolo IAX2 .....	- 108 -
Figura II - 46 Determinación de la Hipótesis.....	- 117 -
Figura IV - 47 Instalador de Centos 5.6 .....	- 122 -
Figura IV - 48 Seleccionar Idioma.....	- 123 -
Figura IV - 49 Seleccionar el tipo de Teclado.....	- 123 -
Figura IV - 50 Seleccionar http para la instalación a través de Internet .....	- 124 -
Figura IV - 51 Configuración Interfaces de Red .....	- 124 -
Figura IV - 52 Recuperación de la imagen .....	- 125 -
Figura IV - 53 Particionar de disco .....	- 125 -
Figura IV - 54 Particionamiento básico de un disco .....	- 126 -
Figura IV - 55 Seleccionar el gestor de arranque .....	- 126 -
Figura IV - 56 Gestor de arranque.....	- 127 -
Figura IV - 57 Configuración del gestor de arranque .....	- 127 -
Figura IV - 58 Partición para instalar el gestor de arranque.....	- 128 -
Figura IV - 59 Configurar el hostname .....	- 128 -
Figura IV - 60 Configuración de la Zona Horaria .....	- 129 -
Figura IV - 61 Contraseña al root .....	- 129 -
Figura IV - 62 Seleccionar paquetes a instalar .....	- 130 -
Figura IV - 63 Proceso de instalación de Centos 5.5 .....	- 130 -
Figura IV - 64 Archivo .zip de software iaXrpt .....	- 134 -
Figura IV - 65 Instalador de iaXrpt .....	- 134 -
Figura IV - 66 Pantalla de Bienvenida del software iaXrpt .....	- 135 -
Figura IV - 67 Selección de la ruta de Instalación .....	- 135 -
Figura IV - 68 Selección de la carpeta de Inicio .....	- 136 -
Figura IV - 69 Informe de la instalación de iaXrpt.....	- 136 -
Figura IV - 70 Finalización de la instalación de iaXrpt .....	- 137 -
Figura IV - 71 Pantalla inicial de xelatec PPT Dispatcher.....	- 137 -

Figura IV - 72 Imagen archivo extension.conf .....	- 139 -
Figura IV - 73 Sección General archivo iax.conf .....	- 140 -
Figura IV - 74 Cuentas creadas en el archivo iax.conf .....	- 141 -
Figura IV - 75 Archivo rpt.conf .....	- 142 -
Figura IV - 76 Archivo usbradio.conf .....	- 143 -
Figura IV - 77 Comando radio tune rxnoise .....	- 154 -
Figura IV - 78 Comando radio tune rxvoice .....	- 155 -
Figura IV - 79 Comando radio tune rxtone .....	- 155 -
Figura IV - 80 Comando radio tune save .....	- 156 -
Figura IV - 81 Comando radio tune txtone 0 .....	- 156 -
Figura IV - 82 Comando radio tune txtone 500 .....	- 156 -
Figura IV - 83 Comando tune txtone 500 .....	- 157 -
Figura IV - 84 Comando radio tune save .....	- 157 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II - I Pines de la Interfaz de Radio USB (URI) .....	- 36 -
Tabla III - II Parámetros de una Cuenta .....	- 96 -
Tabla III - III Operacionalización de las Variables .....	- 110 -
Tabla III - IV Operacionalización Conceptual de las Variables .....	- 111 -
Tabla III - V Tabla de Distribución Gaussiana.....	- 112 -
Tabla III - VI Resultados de la Encuesta .....	- 115 -
Tabla III - VII Resultados Generales.....	- 115 -
Tabla IV - VII Archivos a Configurar en RoIP .....	- 138 -
Tabla IV - IX Parámetro Archivos usbradio.conf .....	- 150 -
Tabla IV - X Comandos útiles Asterisk CLI .....	- 153 -

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo del presente trabajo de investigación está orientado a la implementación de un Sistema De Radio Frecuencia Con VoIP Bajo Software Libre Para El Honorable Consejo Provincial De Chimborazo el mismo que permitirá una mejor cobertura en la comunicación de los trabajadores de esta entidad a través de una estación central de telefonía IP y estación de radio frecuencias, estos equipos están integrados por medio de una red de comunicación usando el protocolo de IAX.

El primer capítulo de la tesis se describe sobre el Marco Referencial en el cual se encuentra la formulación del problema y el planteamiento de los objetivos alcanzar con el desarrollo de la tesis, así como la formulación de la hipótesis.

En el segundo capítulo de la tesis se describe sobre el Marco Teórico información necesaria que permitirá la realización de nuestro proyecto de investigación, se estudiara al Sistema de radio frecuencias con VOIP, además de una interfaz denominada URI (USB radio interface).

En el tercer capítulo vamos a diseñar e implementar nuestro sistema de radio frecuencias con VOIP, para lo cual nos enfocaremos en cada detalle de configuración de los diversos equipos que formaran parte de nuestro proyecto.

En el cuarto capítulo se detallara la guía de referencia en la cual está la instalación y configuración de cada uno de los dispositivos tanto software como hardware.

# CAPÍTULO I

---

## 1 MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Introducción

En la actualidad la mayoría de las instituciones del gobierno y empresas buscan incorporar nuevos sistemas de comunicación, con el fin de optimizar recursos y ser competitivos frente a las demás instituciones o empresas, también tratar de brindar un buen servicio a todos sus empleados, por esta razón se plantea implementar un sistema de radio frecuencias con voz sobre ip.

Este sistema se implementará en el Honorable Consejo Provincial de Chimborazo, el mismo que está integrado por equipos de radio frecuencia, equipos informáticos y teléfonos IP.



En la presente investigación se analizará si es factible el implementar este sistema de radio frecuencia con Voz sobre IP, basado con el protocolo IAX, la misma que servirá para la verificación de la hipótesis planteada

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 Descripción**

En la actualidad la comunicación es parte esencial del convivir diario de la sociedad, mediante la cual permite la interconectividad de la Red de telefonía Pública (PSTN) con sistemas móviles de comunicación.

Estas redes de comunicación han evolucionado a tal punto de satisfacer prioridades comunes de los usuarios, pero el crecimiento de los sistemas de comunicación han dado paso a nuevas necesidades de interconectividad ya no únicamente entre la Red de telefonía Pública (PSTN) y las Redes de Celular, sino buscando la integración con sistemas de radio frecuencia, de tal manera que el usuario realice una inversión baja.

Estos tipos de comunicación han contribuido de forma tradicional, pero no son adecuados para nuestros fines, ya que no cuenta con la arquitectura prevista para la comunicación de Radio frecuencias.

Al integrar los Sistemas de Radio Frecuencias con VOIP se establecerá la comunicación la cual permitirá un crecimiento para otras aplicaciones futuras como interconectar sistema de radios con clientes remotos en laptops, conectividad con red de telefonía pública (PSTN), teléfonos fijos, celulares y otros.

Cabe mencionar que se realizó un estudio en la ESPOCH titulado “Estudio Corporativo de las tecnologías de desarrollo VOIP bajo Linux e implementación en el departamento de DESITEL”, la misma que se basa bajo los lineamientos de software libre.

### **1.2.2 Lugar de aplicación**

La parte aplicativa de la integración de radio frecuencias y VOIP se realizara en las instalaciones del Consejo Provincial de Chimborazo.

### **1.2.3 Alcance**

La implementación será parte de un servicio del Consejo Provincial de Chimborazo, el mismo que pretende mantener la comunicación entre sus trabajadores que se desplazan a distintas partes de la provincia con la central telefónica.

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

Para la comunicación con los sistemas de radio se lo realizara a través de una interfaz URI en la que se conectara de un extremo el sistema de radios y por el otro extremo a un PC el mismo que convertirá el audio proveniente de los radios en tramas de VOIP y viceversa.

Del lado del servidor Asterisk puede estar dispositivos como teléfonos IP, teléfonos convencionales, softphone a sí mismo el sistema de radios Motorola con el que cuenta el Consejo Provincial de Chimborazo es un sistema aparte de comunicación, con la implementación de ROIP se quiere logra la interoperabilidad de estos sistemas e intégralos para lograr un mejor rendimiento de la comunicaciones

### **1.3 Justificación**

#### **1.3.1 Justificación teórica**

Durante los últimos años las comunicaciones han crecido paralelamente a la tecnología, dando paso a las redes de nueva generación por lo tanto su costo de infraestructura e implementación resulta poco accesible.

Tener una comunicación de radio frecuencias y VOIP; aporta al desarrollo de entidades públicas y privadas en mantener una alta calidad de comunicación a bajo costo para los trabajadores del Honorable Consejo Provincial de Chimborazo.

De tal forma para cumplir con el objetivo propuesto se integrará un sistema ROIP (Radio frecuencias y VOIP) en el Consejo Provincial de Chimborazo.

### **1.3.2 Justificación aplicativa**

Sin duda alguna, el optar por esta nueva tecnología de integración de comunicación de radio frecuencias y voz sobre Ip, mejorará la forma de trabajar en equipo en las distintas áreas y lugares que sean destinados.

A través de esta integración, ya no existirán excusas de interconectividad entre las diversas tecnologías de comunicación.

La implementación se llevará a cabo con todos los requisitos de hardware como: tarjeta URI, switch, consolas Motorola, radios Motorola, cables directos y cruzados, además el software como: Servidor Asterisk y los respectivos softphone X-lite.

Al tener disponible este servicio en el Consejo Provincial de Chimborazo la calidad del desempeño en el trabajo será más recomendado y aportaremos al desarrollo de la ciudadanía.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementar un sistema de radio frecuencia con VOIP bajo software libre

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las ventajas de la tecnología ROIP en la implementación del sistema de integración.
- Analizar las herramientas de software libre que permitan la implementación de ROIP para facilitar la comunicación entre los trabajadores del Consejo Provincial de Chimborazo.
- Crear un ambiente de trabajo para las respectivas pruebas para el sistema de integración ROIP

## **1.5 Hipótesis**

La integración de Sistemas de radio frecuencias con VOIP mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial de Chimborazo

# CAPÍTULO II

---

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Introducción

En este apartado se recopila la información necesaria que permitirá la realización de nuestro proyecto de investigación, aquí se estudiara todo lo relacionado con el Sistemas de radio frecuencias con VOIP (ROIP), equiposa utilizar, además de una interfaz denominada URI (USB radio interface), los cuales son la base para la realización del presente proyecto de tesis.

## 2.2 RADIO FRECUENCIA CON VOIP

### 2.2.1 Introducción

Radio sobre Protocolo de Internet (RoIP) es un sistema de comunicaciones versátil que se conecta un aparato de radio móvil terrestre a la mayoría de otros dispositivos de comunicación con capacidad de Internet.

Un método seguro de comunicación utilizada en la seguridad pública, aprender a utilizar con éxito la tecnología RoIP.

### 2.2.2 Radio Sobre El Protocolo Internet

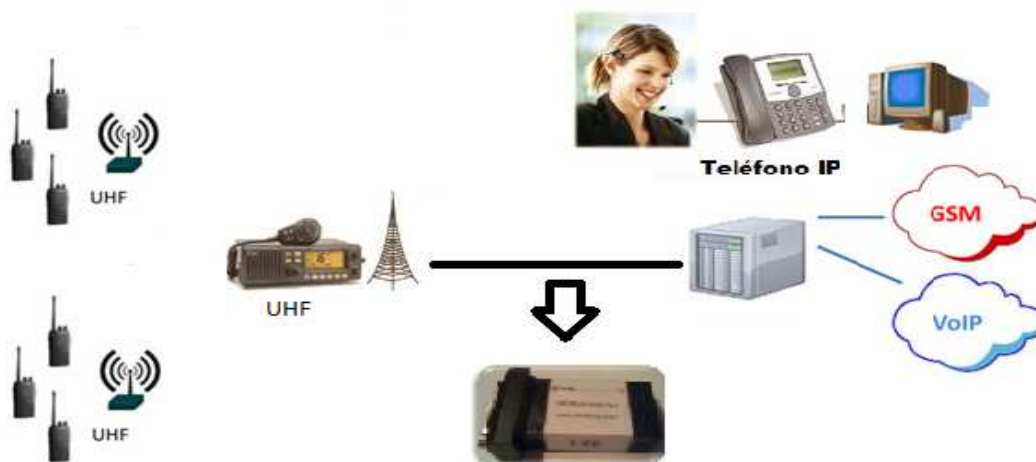


Figura II - 1RoIP - Interoperabilidad

Radio sobre Protocolo de Internet, o RoIP, es similar a la VoIP, pero aumenta la radio de dos vías de comunicación en lugar de las llamadas telefónicas.

Desde el punto de vista del usuario, se trata esencialmente de VoIP con PTT (PushToTalk). Con RoIP, al menos un nodo de una red de radio es un dispositivo de interfaz IP conectado a través de direcciones IP a otros nodos de la red de radio.

Los otros nodos pueden ser radios de dos vías, pero también podría ser cualquiera de las consolas de despacho tradicional (hardware) o moderno (el software en un PC), POTES, teléfonos, aplicaciones de softphone ejecutando en un equipo como teléfono Skype, PDA, smartphone, o alguna comunicaciones accesibles a través de otro dispositivo IP. RoIP se pueden implementar a través de redes privadas, así como el de Internet.

Son útiles en la telefonía móvil los sistemas utilizados por los departamentos de seguridad pública y de las flotas de las utilidades repartidas en una amplia área geográfica.

La motivación para implementar la tecnología RoIP suele ser conducido por uno de tres factores:

Primero la necesidad de abarcar grandes áreas geográficas, en segundo lugar, el deseo de proporcionar más fiable, o al menos más enlaces reparable en los sistemas de radio, y en tercero, para apoyar el uso de muchos usuarios de la estación base, es decir, las comunicaciones de voz de los usuarios fijos en lugar de radios móviles o portátiles.

El enfoque principal fue desarrollar dispositivos para aplicaciones diferentes, las cuales proveerán al usuario soluciones inalámbricas que son rentables, fáciles de utilizar, altamente confiables y seguras.



Geográficamente son a menudo más viables económicamente y más confiables cuando se extendió el uso de la tecnología IP, debido al costo cada vez menor y la creciente funcionalidad de los equipos de red IP y el software de la evolución.

Tradicionalmente, los usuarios alejados de radio estaban vinculados a través de equipos de microondas caros y relativamente frágiles y / o líneas telefónicas arrendadas.

En general, el costo de operar una red de radio se reduce mediante la adopción de IP de tecnología, en sustitución del tradicional horno de microondas y líneas telefónicas arrendadas.

Enlaces distantes económico y confiable de radio, como los que necesitan las policías estatales, empresas públicas de energía, y unidades de emergencia están bien atendidos por la tecnología RoIP.

### 2.2.3 Estándar de RoIP

Radio (control) sobre Protocolo de Internet utiliza las técnicas estándar de VoIP para transferir el audio analógico, utilizado por los sistemas de Land Mobile Radio, de forma digital o analógica a través de Internet (o LAN).

- Además de la voz, RoIP también transfiere las señales que son específicas de las aplicaciones de LMR, tales como PTT y las líneas de control de la COR.
- Actualizable para permitir que muchos más características de control de la radio a través de Internet. Algunas de las características posibles pueden ser:
  - La reprogramación de las características de radio (frecuencia, tono, etc)
  - Monitorización de alarmas (alta ROE, la pérdida de alimentación de CA, etc.)
  - Funciones de control (el cambio a un sistema de LMR secundaria, convirtiéndose en generadores, etc ).

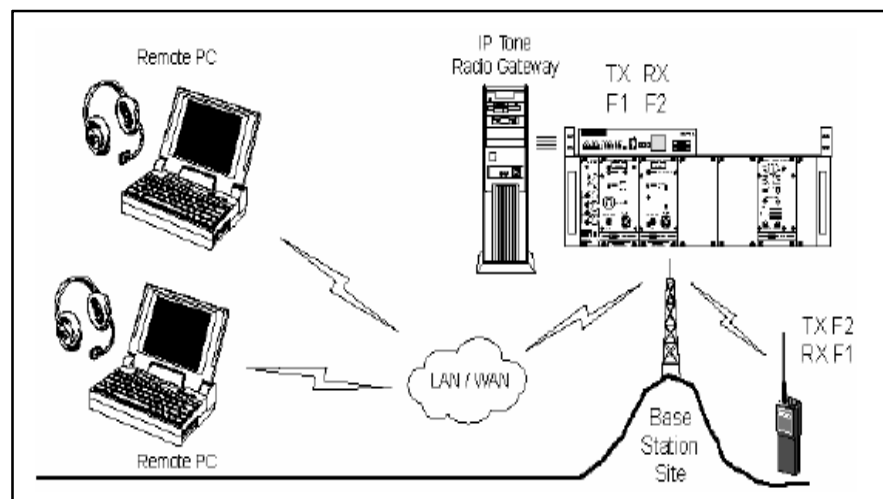


Figura II - 2 Esquema de funcionamiento de RoIP

#### 2.2.4 Alianza de RoIP

RoIP por su naturaleza es interoperable, ya que cualquier dispositivo sea radio, teléfono, computadora, PDA o se hace parte de la red de voz activada por IP, es irrelevante qué tipo de tecnología que utiliza. RoIP habitualmente se combinan los sistemas de VHF, UHF, POTES teléfono celular teléfono, aire-tierra, y otras tecnologías en una conversación de voz única.

Esto lo hace especialmente valioso para los problemas muy documentados con las comunicaciones de la interoperabilidad.

Cabe mencionar que todos los tipos de telefonía móvil, están aptos para poder interactuar con nuestro sistema RoIP.

El sistema de radio frecuencias con VOIP están basados en la tecnología actual IP, nos permite un abanico impresionante de posibilidades y la capacidad de convergencia de distintas tecnologías de tal forma facilitando la interoperabilidad de los diversos sistemas de comunicación actual.

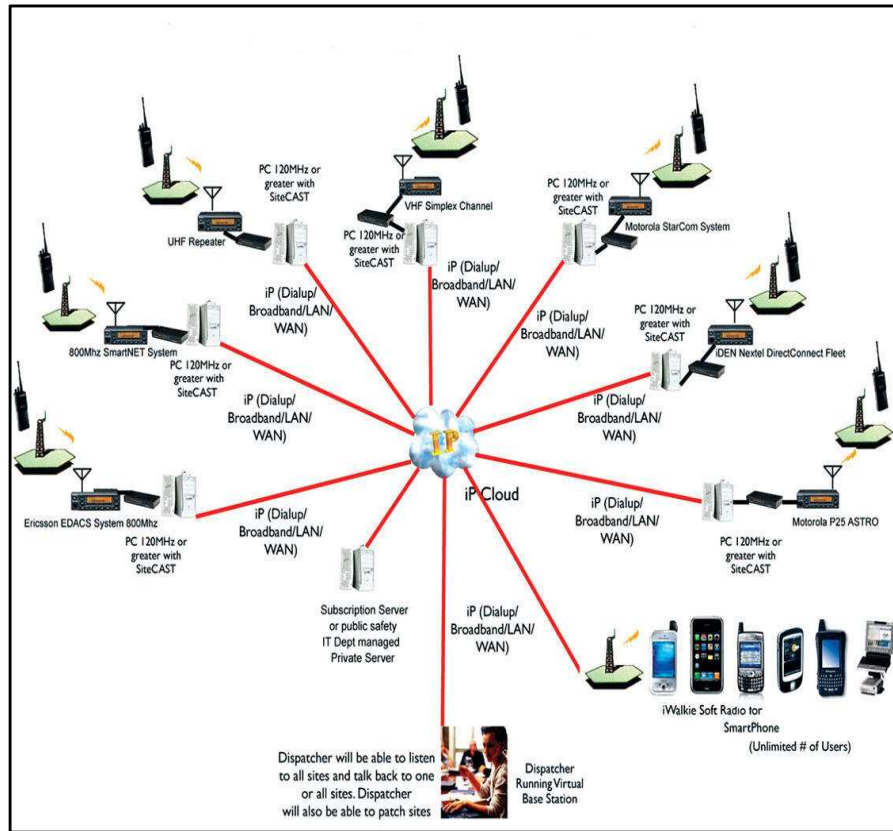


Figura II - 3Alianza de RoIP

### 2.2.5 Funcionamiento de RoIP

Tecnología RoIP en una red TCP, el tráfico de voz de un sistema de radio se convierten en datos de IP y se envían a través de Internet o una privada WAN / LAN a un servidor.

El software de cliente que acompaña a cada dispositivo controla las sesiones de comunicación segura y proporciona, autorización para tener acceso al servidor.

Cada dispositivo crea su propia identificación segura, manejable para el servidor en que está registrado con el administrador del servidor después de completar los procedimientos de autorización de seguridad.

No existen problemas de IP para el final de los puntos debido a la utilización de direcciones IP dinámicas. Los procedimientos de seguridad incluyen una dirección de servidor válido, el puerto y la contraseña.

Una vez conectado al servidor, el usuario puede seleccionar varios grupos de conversación o salas de chat a la experiencia de uno a uno o conversaciones unoamuchos con otros usuarios conectados.

### **2.2.6 Beneficios de RoIP**

#### **Costos más bajos**

Utiliza una infraestructura IP existente. Muchas empresas y organizaciones de seguridad pública ya mantienen su propia IP privada LAN o WAN. Por lo tanto, sin cables adicionales o vías de comunicación son necesarios para la instalación de una nueva radio o la consola.

La mayoría de las áreas también son apoyadas a las redes IP públicas que pueden ser utilizados, a través de VPN, redes de área local privada para aumentar su conectividad.

Una vez que el sistema está en su lugar, más actualizaciones o expansión son fáciles y baratas, ya que el por cableado no se requiere de una nueva reconexión.

La disminución de la disponibilidad y el costo del equipo comerciales fuera de la plataforma de hardware se puede utilizar, en función de los routers y switches que conforman las redes.

Estos pueden ser obtenidos de una amplia gama de fabricantes, en una industria donde los costos son continuamente decrecientes.

Sustituye costosas líneas alquiladas y enlaces de microondas, el mayor ahorro de costos, sin embargo, proviene de la capacidad de la tecnología para reemplazar líneas arrendadas y costosos enlaces inalámbricos.

Ahorro de la eliminación de líneas arrendadas analógicas, solo, debe resultar en el capital de retorno de la inversión dentro de 6 meses.

### **Mayor fiabilidad**

Las interconexiones entre las radios y las consolas son más fiables, ya que forma parte de una red IP de la malla.

Esto proporciona una infraestructura inherentemente resistente que no está sujeto a un único punto de fallo.

### **Una mayor interoperabilidad**

Una vez que está en el dominio IP, audio de radio se pueden dirigir a cualquier tipo de sistema de radio.

Esto permite que las radios UHF, VHF y HF para ser fácilmente interconectadas, sin embargo, los beneficios de la interoperabilidad no sólo en relación con los sistemas de radio, también se aplican a las comunicaciones corporativas, tales como teléfono PABX, computadoras y teléfonos celulares. Esto es posible mediante el uso de la tecnología SIP .

#### **2.2.7 URI para RoIP**

Para interconectar los equipos de radio con la VOIP necesitamos de una interface que permita abrir la comunicación entre la radio Motorola GM 300 y el equipo informático el cual está configurado con el servidor de telefonía Asterisk, esta interface esta denominada como URI (USB radio interface) la cual se encarga de transmitir las frecuencia en tramas IP y viceversa.

### 2.2.7.1 Características

- Conexiones fáciles de radio
- Audio de alta calidad
- CM108 controlador de audio
- Bajo costo
- PTT, COR, CTCSS
- 2 entradas + 3 GPIO
- 6 dB de ganancia del amplificador operacional
- completa de filtrado de RF

### 2.2.7.2 Descripción de la interface

URI tiene un estándar de radio para ser conectado a un ordenador vía USB, la interfaz de Radio USB permite crear Sistemas de radio potenciales para negocio, servicio público, servicios de seguridad, y muchos otros.

La interfaz de Radio USB requiere el software apropiado para ser ejecutado como `app_rpt` con `chan_usbradio`.

Estas aplicaciones se ejecutan en la actualidad Asterisk / Linux. URI puede ser utilizado para el control remoto por radio o pueden unir dos o más radios en el modo de repetidor.



Se puede transmitir audio a través de VOIP / Ethernet. Muchas radios proporcionar un conector de interfaz del acceso externo.

Estas señales pueden ser fácilmente conectadas con la norma del URI del conector DB-25

La interfaz de Radio USB contiene el C-Media CM108 que es el controlador de audio, el cual proporciona una alta calidad de comunicación full-duplex.

La interfaz de Radio USB tiene un canal de audio para la recepción y dos canales de transmisión de audio, incluso las radios separadas de voz y señales de CTCSS pueden ser compatibles, opcionalmente, el segundo canal de audio se puede utilizar como monitor de la línea.

La interfaz de Radio USB ha dedicado los pines de entrada de CTCSS y COR (permite interconectar un radio receptor con un radio transmisor) y un pin de salida de PTT.

Hay tres pines de I/O los mismos que pueden ser controlados por software.

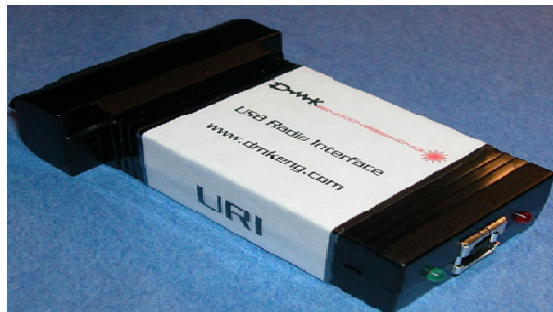


Figura II - 4USB Radio Interface

Si la radio requiere de altos niveles de la unidad de entrada, un amplificador a bordo de ganancia 6dB proporciona una entrada externa de 12 voltios desde la fuente de alimentación de CC, es necesaria para alimentar el amplificador, Si esta ganancia no es necesario, no necesita alimentación externa.

Si lo desea, un 1K-bits 93C46 EEPROM se puede utilizar para almacenar la configuración específica de la radiode datos.

El circuito del URI proporciona espacio para una versión de montaje en superficie de esta parte,pero no se instala normalmente. En cambio, las señales de interfaz de memoria EEPROM se llevaron a cabo en el conectorDB-25, de tal manera que una parte se puede soldar directamente a los pines.

De esta manera si el dispositivo URI es cambiado, los datos de configuración se mantendrán con el cableconectado a la radio.

### 2.2.7.3 Asignación de pines

En la tabla siguiente se detalla cada uno de los pines de la Interfaz de Radio USB (URI).

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
1	PTT	Pulsar para hablar, Salida de audio para transmisor de radio
2	GPIO1	De entrada o salida de propósito general
3	GPIO2	De entrada o salida de propósito general
4	GPIO4	De entrada o salida de propósito general
5	MUTE_REC	entrada no utilizada
6	MUTE_PLAY	entrada no utilizada
7	CTCSS_DET	Entrada, diodo aislado de tono continuo con código de sistema dedetección desilenciamiento
8	COR_DET	Entrada, diodo aislados, detecta relé compañía operadora.
9	MIC_IN	Bajo nivel de entrada de audio para CM108, debe ser acoplado en AC
10	LEFT_OUT	Salida de audio izquierdo, ancho de banda de 4 KHz
11	RIGHT_OUT	Salida de audio derecha, ancho de banda de 4 KHz
12	AOUT	Salida de audio junto al amplificador de ganancia 6dB
13	GND	Tierra

14	+5V	Baja 14 +5 V 5 V DC potencia de salida del bus USB
15	EEP_CS	Control de selección de chip
16	EEP_CK	Reloj de serie
17	EEP_DI	Datos de entrada
18	EEP_DO	Datos de salida
19	GND	Tierra
20	GND	Tierra
21	MIC_AC	Entrada de audio, acoplamiento AC
22	LEFT_AC	Acoplamiento AC de salida de audio izquierdo, ancho de banda de 4 KHz
23	RIGHT_AC	Acoplamiento AC de salida de audio derecha, ancho de banda de 4 KHz
24	AIN	Entrada de amplificador de ganancia 6dB
25	AVDD	12 voltios de entrada de corriente continua que necesita para amplificador de ganancia 6dB

Tabla II - I Pines de la Interfaz de Radio USB (URI)

## 2.3 Asterisk

### 2.3.1 Introducción

Asterisk fue creada en 1999 por Mark Spencer de la empresa Digium y donada a la comunidad con licencia libre tras lo cual se han recibido muchas colaboraciones y mejoras por parte de muchos desarrolladores libres y empresas sin solicitar nada a cambio.

Su nombre se deriva del símbolo Asterisco en inglés y se debe al uso del mismo como comodín para poder representar casi cualquier cosa. Asimismo, Asterisk hace una infinidad de cosas tan impresionantes, que de usted no estar familiarizado con ellas le parecerán imposibles si alguien le contara sobre las mismas.

Poco a poco, esta aplicación se ha convertido en la evolución de las tradicionales centralitas analógicas y digitales permitiendo también integración con la tecnología más actual: VoIP. Asterisk se convierte así en el mejor, más completo, avanzado y económico sistema de comunicaciones existente en la actualidad.

Otro aliciente es su capacidad de ser programada, permitiendo realizar labores que hasta el día de hoy lo llevaban realizando sistemas extremadamente costosos y complicados y, gracias a Asterisk, esta misma labor se realiza de una forma más económica lo que fomenta el uso de sistemas libres como Linux y estándares abiertos como SIP, H323 o IAX.

### 2.3.2 Definición

Al tratar de definir Asterisk siempre nos estaríamos quedando cortos, ya que la amplitud del concepto no puede encerrarse en los estrechos límites de una definición.

Pero para dar una idea de lo que significa, Aventurándonos a una definición, vamos a decir que Asterisk es una central software (PBX) de código abierto. Al ser una central PBX permite interconectar teléfonos IP, análogos, etc., y conectar dichos teléfonos a la red telefónica convencional.



Figura II - 5 Logo Asterisk

Asterisk es una aplicación “servidor” que permite que terminales “clientes” se conecten a él. Una vez conectados, los usuarios pueden transmitir voz y vídeo en tiempo real utilizando cualquiera de los protocolos y códec soportados por Asterisk.

Asterisk es un programa de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios.

Asterisk incluye muchas características que anteriormente sólo estaban disponibles en costosos sistemas propietarios PBX, como buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas, y otras muchas.

Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un dialplan en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado en GNU/Linux.

PROTOSCOLOS	CODECS
IAX2	G.729
SIP	GSM
Skinny	ILBC / Speech
MGCP	G.722 / G.723
H.323	G.711a / G.711u

Figura II - 6 Protocolos y Códecs de Asterisk

### 2.3.3 Protocolos

#### PROTOCOLO H.323



Figura II - 7 Conexión de Asterisk con un Operador IP (Sistema de Voz Ip) a través del protocolo H.323

Primer estándar VOIP, basado en protocolos de la RDSI, desarrollado en 1996 por la UIT como un medio para transmitir voz, video, datos, fax y las comunicaciones a través de una red basada en IP al tiempo que se mantiene la conectividad con la PSTN.

Facilita la introducción de Telefonía IP en las redes existentes de RDSI basadas en sistemas PBX, tomo fama porque era el más usado por los grandes operadores en sus redes troncales. Se usa en el famoso programa NetMeeting.

Ha sido sustituido por el protocolo SIP, no obstante, todavía hay muchos operadores IP que no han portado SIP, muchos sistemas instalados que solo entienden este protocolo y también está presente en algunas aplicaciones de Videoconferencia.



Los roles que nos interesan de este protocolo son los siguientes:

- **Gatekeeper:** Es núcleo de una zona H.323, es utilizado para conocer los diferentes usuarios y servicios de una red H.323.
- **GNUGk:** Gatekeeper de código abierto.
- **EndPoint:** Son los usuarios finales que hacen uso de los servicios proporcionados dentro de la zona H.323.

### **Protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol)**

Este Protocolo es un protocolo muy simple con mucha facilidad para ampliarse y en el que la centralita Asterisk se desenvuelve de forma muy óptima.

Este Protocolo se basa en dos entidades bien diferenciadas, los Agentes de Llamadas y las pasarelas.

En Asterisk la estructura estaría formada por Terminales IP MGCP que actúan como pasarelas y él actúa como Agente de Llamada. Así entonces, el Asterisk siempre tiene el estado en el que se encuentran las pasarelas.

### Funcionamiento con Asterisk



Figura II - 8 Funcionamiento de Asterisk

### Funcionamiento Lógico

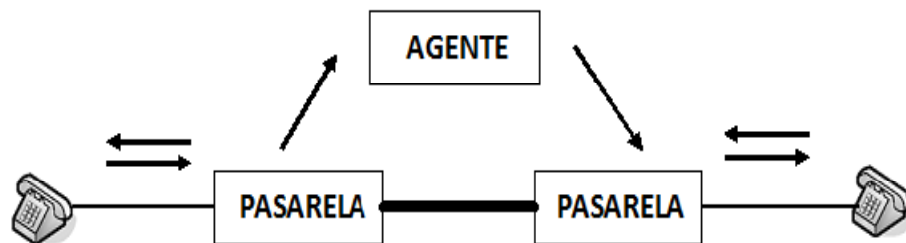


Figura II - 9 Protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol)

## **Protocolo SIP (Session Initiation Protocol)**

El protocolo de señalización de inicio de sesión, del inglés SessionInitiationProtocol(SIP), es una especificación para Internet para ofrecer una funcionalidad similar al SS7 pero en una red IP. Fue desarrollado por el IETF. Se trata de un protocolo de señalización para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes.

Estas sesiones incluyen llamadas telefónicas por Internet, distribución de datos multimedia, y conferencias multimedia, tiene una sintaxis muy similar al HTTP.

Dentro de los Protocolos de Comunicaciones de Voz IP, SIP se posiciona como el más aventajado y conocido que está desbancando a H.323 gracias a su simplicidad.

Ha incrementado su popularidad cuando las tecnologías de VOIP se han hecho más presentes en el "bucle local."(enlace físico que conecta al cliente con la terminación de la red de telefonía del proveedor de servicios de telecomunicaciones).

Ventajas:

- La gran mayoría de teléfonos IP soportan este protocolo.

**Inconvenientes:**

- Son necesarios muchos puertos. Necesita el puerto 5060 para señalización y 2 puertos RTP para cada conexión de audio. Es necesario abrir muchos puertos en el Firewall.

**Protocolo IAX (Inter-Asterisk Exchange)**

Es un protocolo de señalización que fue creado por Mark Spencer, para paliar una serie de inconvenientes y problemas del SIP, lo diseñó para la comunicación entre Asterisk remotos, y actualmente es empleado también entre servidor y cliente VOIP.

Se ha revelado como un protocolo robusto, potente y flexible, numerosos fabricantes de hardware lo implementan en sus equipos.

**Ventajas:**

- Consume mucho menos ancho banda por llamada que el SIP.
- Los mensajes IAX son codificados de forma binaria mientras que los del SIP son mensajes de texto.
- En la forma de enviar tanto las conversaciones como la señalización por el mismo canal se conoce como inband, mientras que el método que usa SIP, el

outofband, enviar la señalización dentro del canal de voz obligando a separar los paquetes de voz de los paquetes de señalización.



Figura II - 10 Protocolo IAX

- Reduce al máximo la cabecera de los mensajes agrupando los paquetes de distintas conversaciones, que van en una misma dirección en la red, en uno sólo consiguiendo que el exceso de información introducido por las cabeceras se reduzca en cada una de las conversaciones. Este mecanismo es conocido como “trunking” reduciendo el ancho de banda aún más en llamadas simultaneas.
- No hay problema de NAT ya que datos y la señalización viajan conjuntamente.
- Sólo necesitamos el puerto, el 4569, para mandar la información de señalización y los datos de todas sus llamadas.

**Inconvenientes:**

No está estandarizado y por tanto no está muy extendido en dispositivos Hardware.

## **IAX2**

IAX2 (por ser la versión 2) está fuertemente influido por el modelo comunitario de desarrollo abierto y tiene la ventaja de haber aprendido de los errores de sus predecesores resolviendo muchos de los problemas y limitaciones de H.323 y SIP.

Aunque IAX2 no es un estándar en el sentido más oficial de la palabra, no sólo tiene el gran reconocimiento de la comunidad sino todos los prerequisites para convertirse en el remplazo de SIP.

El diseño de IAX2 es más adecuado para regiones en desarrollo por tres razones las cuales son las más importantes y destacadas como se observa a continuación:

- Reduce el uso de ancho de banda por llamada.
- Reduce aún más el ancho de banda cuando se realizan varias llamadas simultáneas (como resultado del “trunking”).

En las comunicaciones basadas en IAX, el Asterisk puede operar de dos formas diferentes:

**Servidor:** Como Servidor, Asterisk admite registros de clientes IAX, pudiendo ser estos clientes Hardware, Software u otros Asterisk.

**Cliente:** Como Cliente, Asterisk puede registrarse en otros Asterisk o en Operadores IP que utilicen este protocolo.

### 2.3.4 Códec

Para poder transmitir la voz sobre una red IP, necesitamos codificarla y para ello, empleamos algoritmos de compresión/descompresión de audio, llamados codecs.

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

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

Los códecs más habitualmente empleados son:

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

Figura II - 11 Codecs Asterisk

### 2.3.5 Ventajas

- **Personalización de su sistema:** Asterisk permite diseñar su sistema de telefonía a su medida, en vez de tener que adecuar su empresa a la telefonía.  
  
Podrá implementar una solución que responda a las necesidades de su negocio, mejorando sus tiempos de respuesta y optimizando sus recursos.
  
- **Puede crecer sin límite:** un sistema Asterisk puede crecer con usted, con su negocio. Desde un entorno pequeño es posible aumentar la capacidad y posibilidades sin límite. Se acabó el cambiar de centralita cada pocos años.
  
- **Interconexión de sedes:** Asterisk permite enlazar con costes muy ajustados sedes remotas e incluso ubicar terminales telefónicos remotos. Puede usar su conexión a internet como puerta de enlace entre sedes, reduciendo sus costes de telefonía interna de forma espectacular.
  
- **Ahorro de costes:** Un único cableado para toda su empresa evitando tener cableados separados para voz y datos. Una única red de datos puede gestionar sus teléfonos y sus ordenadores. Simplificar infraestructuras es un modo inteligente de reducir costes.



- **Reduzca su factura telefónica:** El uso de proveedores de VoIP para permitir el envío o la recepción de llamadas a través de Internet puede significar un ahorro en su factura telefónica superior al 40 %.

Las soluciones de telecomunicaciones basadas en Asterisk son económicas, robustas, flexibles y protegen la inversión.

**Económico:**

Asterisk es más económico principalmente por dos motivos, por qué utiliza equipos estándar y está basado en código abierto.

Los servidores y los teléfonos usados son estándar, los producen multitud de fabricantes, que compiten entre ellos en prestaciones y precio.

Asterisk es de código abierto, por lo que se obtienen gratuitamente el código fuente y todas las futuras actualizaciones. Todas las prestaciones que en otra centralita son de pago, en Asterisk vienen incorporadas, sólo hay que configurarlas y ponerlas en producción.

Asterisk puede conectar cuanto teléfonos quiera mientras el servidor tenga potencia para gestionarlos, no pagará ninguna licencia por cada extensión, ni por cada buzón de voz asociado a la extensión, etc.

**Robusto:**

Asterisk se ejecuta sobre servidores Linux, sistema operativo de gran robustez y estabilidad.

**Flexible:**

Asterisk se configura y adapta a la medida de cada organización como ninguna otra centralita del mercado como se ha comentado.

Debido a su sistema de configuración a bajo nivel, la centralita prácticamente se programa a medida para cada cliente, permitiendo adaptarla para cubrir prácticamente todas las necesidades de su empresa, hasta el mínimo detalle.

Gran capacidad de integración con el resto de sistemas y de aplicaciones de su organización, sobre el núcleo de conmutación de Asterisk, se pueden conectar diferentes interfaces de programación que pueden desarrollar aplicaciones a medida, integrarlo con sus sistemas, bases de datos, o integrar aplicaciones comerciales como Call Centers.

**Protege la inversión:**

La elección de una centralita IP basada en Asterisk tiene una ventaja importante más, protege la inversión. La inversión en Software y equipos que se realiza por parte de la

empresa no depende de la continuidad que un fabricante quiera dar al producto que ha comprado. Utilizando Asterisk la empresa puede aprovechar de nuevo los servidores.

### 2.3.6 Desventajas

- Desconocimiento y desconfianza en la telefonía VoIP (miedo a cambios).
- Si no hay Internet no permite realizar comunicaciones.
- Si no hay corriente eléctrica no funciona.
- Uso obligatorio de teléfonos especiales (teléfonos IP) o adaptadores/tarjetas de telefonía para usar los teléfonos analógicos.
- Posibles fallos de programación e implementación por errores humanos.
- Riesgos de seguridad aún desconocidos del SO.

## 2.4 VoIP

### 2.4.1 Introducción

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

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

La idea de la VoIP no es nueva, ya que hay patentes y publicaciones de investigaciones que datan de varias décadas. La VoIP ha tomado un papel central en la autopista de la información (o Internet) para que la red pueda interconectar cada hogar y cada negocio a través de una red de conmutación de paquetes.

Fue la posibilidad de un despliegue masivo de Internet la que volvió a reabrir el interés en la VoIP a partir de esos años.

### **2.4.2 Definición**

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Internet Protocol).

Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla (en forma digital o analógica) a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como una compañía telefónica convencional o PSTN (sigla de PublicSwitchedTelephone Network, Red Telefónica Pública Conmutada).

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

### **2.4.3 Arquitectura VoIP**

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

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

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

Sin entrar en debates sobre un enfoque u otro, en la figura se muestra, a modo de ejemplo, un entorno VoIP.

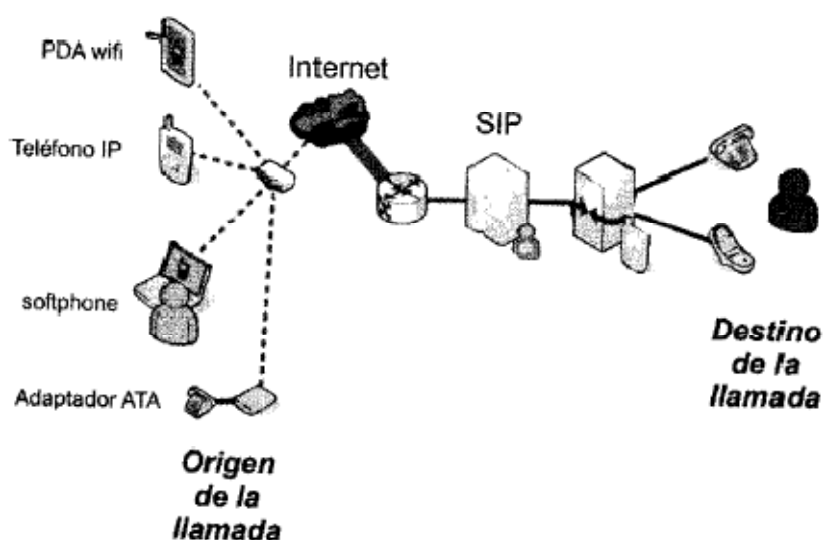


Figura II - 12Arquitectura de VoIP

En la figura anterior se muestra una arquitectura de VoIP muy general, donde podemos ver los distintos dispositivos que la compone:

- **TelefonoIP:** Es un teléfono similar a un teléfono tradicional con la diferencia que está adaptado para ser utilizado en entornos IP.
- **Softphone:** Es un teléfono similar al del punto anterior con la peculiaridad de que este es software.

- **Adaptador ATA:** Es un adaptador que permite conectar un teléfono convencional a una red IP.
- **SIPo:** Es un protocolo usado por los proveedores de VoIP encargado de, entre otras funciones, iniciar y finalizar las llamadas VoIP.
- **B2BUA:** Es una entidad intermediaria encargada de procesar las comunicaciones VoIP y retransmitirlas a su destino.

A continuación se mostrará de manera más detallada los elementos más significativos de un entorno de VoIP.

## **Teléfono IP**

En la Telefonía IP, el teléfono IP (o Terminal IP) es el principal dispositivo utilizado y específicamente diseñado para su uso en VoIP, y que permite realizar una comunicación utilizando una red IP ya sea mediante red de área local (LAN) o a través de Internet.

El teléfono IP convierte y comprime la señal de la voz en paquetes de datos que serán enviados en la red IP, en lugar de utilizar una conexión de red telefónica.

En la actualidad, los teléfonos IP son, en su gran mayoría, muy similares al resto de teléfonos tradicionales. Sin embargo, si nos fijamos detenidamente en su aspecto exterior se puede apreciar que existen ciertas diferencias:

- Disponen de al menos un puerto de conexión RJ-45 en lugar del tradicional RJ-11.
- Suelen disponer de pantalla para mostrar información relevante.
- Incorporan varios botones programables que pueden usarse para diferentes funcionalidades.
- Conector de auriculares.

Los teléfonos IP se pueden encontrar a precios muy asequibles y cada vez bajan más, debido principalmente a que existen una gran cantidad de fabricantes, distribuidores y modelos.

Dependiendo de sus características y posibilidades podríamos clasificar los teléfonos IP en tres categorías:

**Gama baja.** Constituyen la mayoría y son aquellos que recuerdan más a los teléfonos tradicionales.

Éstos proporcionarán un buen servicio para realizar llamadas por VoIP a otros terminales de la red o a través de proxys, aunque disponen de pocas funcionalidades extra. Entre las mismas cabe destacar el soporte para varios idiomas o la personalización de tonos de llamada y melodías.





Figura II - 13 Teléfono de gama baja marca Pheenet

**Gama media.** Son muy parecidos a los teléfonos IP básicos, pero añaden nuevas funcionalidades que los anteriores no poseen.

Además suelen tener una pantalla más avanzada y grande, así como más conexiones hardware de las que tienen los básicos.

Por ejemplo, es habitual que dispongan de pantalla retro iluminada, capacidades de VLAN e incluso la posibilidad de registrar varias líneas con operadores IP diferentes.



Figura II - 14 Teléfono IP de gama media marca Linksys

**Gama Avanzada.** Estos teléfonos suelen incluir pantallas a color y muchas otras funciones extras como la posibilidad de configurar el acceso a un servidor LDAP de una organización o acceso Web a través de la pantalla del teléfono.



Figura II - 15Teléfono IP Nortel IP Phone 2007

## **GATEWAYS y ADAPTADORES ANALÓGICOS**

Un adaptador de teléfono analógico (normalmente conocido como AnalogTelephoneAdaptor o ATA) se puede describir brevemente como un dispositivo que convierte señales empleadas en las comunicaciones analógicas a un protocolo de VozIP.

En concreto, estos dispositivos se emplean para convertir una señal digital (ya sea IP o propietaria) a una señal analógica (o viceversa) que pueda ser conectada a teléfonos o faxes tradicionales. Existen diferentes versiones en función de que desee conectar un puerto FXO o un puerto FXS.



Figura II - 16Adaptador telefónico para analógico y SIP (Linksys PAP2).

## **DISPOSITIVOS GSM/UMTS**

Los teléfonos móviles son dispositivos electrónicos de pequeño tamaño empleados para realizar comunicaciones de voz o datos a través de una conexión a una estación base que pertenecerá a una determinada red de telefonía móvil.

Éstos han supuesto una auténtica revolución en nuestra manera de comunicarnos.

Existen muchos tipos de teléfonos móviles, desde los más básicos hasta los teléfonos que ofrecen mayores funcionalidades, como los smartphones (teléfonos inteligentes), musicphones (teléfonos con posibilidad de reproducir música) o cameraphones (teléfonos con cámara integrada).

Desde el punto de vista de la VoIP se pueden encontrar dispositivos que integran ambas tecnologías, por ejemplo, SIP y GSM.

Estos dispositivos permiten una mayor integración que la tecnología analógica tradicional ya que no dependen de conversiones intermedias a analógico y, por tanto, permiten enviar toda la señalización existente entre ambas redes, de forma transparente y fiable.



Figura II - 17 Gateway GSM-IP para interconexión directa de redes GSM e IP.

## **SOFTPHONES**

Los softphones son teléfonos implementados por software. Éstos proporcionarán a un dispositivo que no sea un teléfono, como un ordenador o una PDA, las funcionalidades de un teléfono VoIP.

Para que esto sea posible, no es necesario que el dispositivo en cuestión sea muy potente. Simplemente se necesita un equipo de audio adecuado y alguna forma de conectarse a una red TCPIIP.

Se pueden encontrar modelos que funcionan bajo diferentes protocolos, aunque el más usado es el SIPo Entre ellos, el más conocido y usado es el X-lite, aunque también existen

muchos otros que presentan buenas funcionalidades. Existe una larga lista en la página wiki del proyecto Asterisk <http://www.voip-info.org>.

El concepto de teléfono está hoy día en constante evolución, lo que hace difícil en ocasiones diferenciar lo que es un softphone de lo que no lo es.

La comunicación por VoIP está presente en programas de mensajería instantánea por poner un ejemplo, pero sólo el tiempo dirá si éstos pueden llegar a ser considerados softphones.

A pesar de ello, cuando nosotros hablemos de un softphone, nos referiremos a un software ejecutable en ordenadores u otros dispositivos que tenga el aspecto de un teléfono, se use como cualquier teléfono y cuya funcionalidad principal sea la de realizar llamadas telefónicas.



Figura II - 18X-lite de CounterPath.

## PROXYS y ENRUTADORES

Dentro de la arquitectura de VoIP es necesario el uso de ciertos elementos que permitan ordenar el tráfico telefónico y a la vez poner en contacto a los diferentes usuarios de las redes implicadas.

Tal y como trabajan los routers con los datos en general, recibiendo y enviando peticiones desde y hacia otras máquinas, los diferentes protocolos IP necesitan igualmente que alguien o algo encamine sus peticiones hacia los usuarios finales, a fin de establecer una conversación.

Esta tarea la realizan los proxys o enrutadores, encargándose de rutar la señalización hacia los sitios adecuados en función de las indicaciones pertinentes que cada protocolo implementa. En la figura 2-11 puede verse un esquema de enrutado en un entorno SIP.

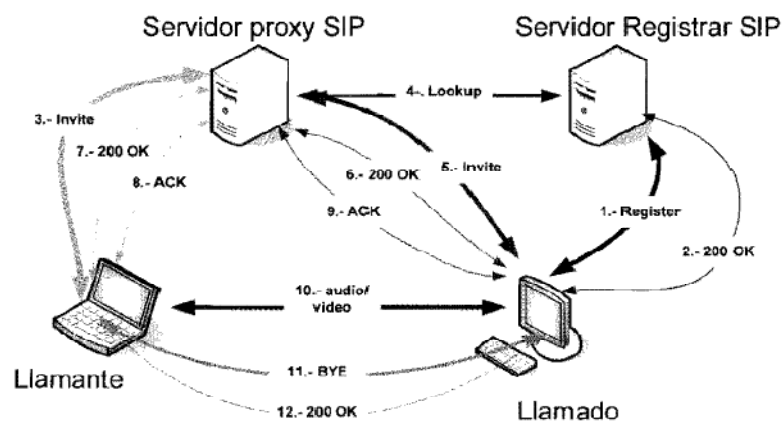


Figura II - 19 Esquema de enrutado en un entorno SIP

#### 2.4.4 Tipos de Comunicación en la Telefonía IP

Utilizando VoIP no existe solo una sola forma de realizar una llamada, vamos a analizar las distintas opciones que nos presenta esta tecnología:

##### **ATA: (analogtelephoneadaptor)**

Esta es la forma más simple, este adaptador permite conectar teléfonos comunes (de los que utilizamos en la telefonía convencional) a su computadora o a su red para utilizarlos con VoIP. El adaptador ATA es básicamente un transformador de analógico al digital.

Este toma la señal de la línea de teléfono tradicional y la convierte en datos digitales listos para ser transmitidos a través de internet. Algunos proveedores de VOIP están regalando adaptadores ATA junto con sus servicios, estos adaptadores ya vienen pre configurados y basta con enchufarlos para que comiencen a funcionar.

##### **Teléfonos IP (hardphones)**

Estos teléfonos a primera vista se ven como los teléfonos convencionales, con un tubo, una base y cables.

Sin embargo los teléfonos ip en lugar de tener una ficha RJ-11 para conectar a las líneas de teléfono convencional estos vienen con una ficha RJ-45 para conectar directamente al

router de la red y tienen todo el hardware y software necesario para manejar correctamente las llamadas VOIP.

Próximamente, teléfonos celulares con Wi-Fi van a estar disponibles permitiendo llamadas VOIP a personas que utilicen este tipo de teléfonos siempre que exista conectividad a internet.

### **Computadora a Computadora**

Esta es la manera más fácil de utilizar VoIP, todo lo que se necesita es un micrófono, parlantes y una tarjeta de sonido, además de una conexión a internet preferentemente de banda ancha.

Exceptuando los costos del servicio de internet usualmente no existe cargo alguno por este tipo de comunicaciones VoIP entre computadora y computadora, no importa las distancias.

#### **2.4.5 Ventajas VoIP**

Aunque VoIP puede definirse de forma abreviada como una tecnología que **aprovecha** el protocolo TCP/IP para ofrecer conversaciones de voz, lo cierto es que es mucho más que esto, VoIP puede ser usada para reemplazar la telefonía **tradicional** en un entorno empresarial, en un pequeño negocio o en casa, o simplemente para añadir ventajas a un sistema de telefonía tradicional.



Consideremos hacer una llamada a una persona que se encuentra en la otra mitad del globo. ¡Lo primero en lo que pensaríamos, sin duda, sería la factura del **teléfono** que tendríamos que pagar! VoIP soluciona este problema y muchos otros.

VoIP tiene también algunas desventajas, sin embargo, las ventajas que puede aportar y superan claramente a éstas. A continuación vamos a nombrar algunos de los beneficios asociados al uso de VoIP y veremos cómo podría mejorar la comunicación por voz.

- **Ahorrar dinero.** Si no se usa VoIP para la comunicación por voz, entonces seguramente se esté utilizando la vieja línea de teléfono. En una línea RTC, tiempo significa dinero. Como VoIP emplea Internet como medio de transporte, el único coste que se tiene es la factura mensual de Internet a tu proveedor de servicio o ISP. Hoy día el servicio de Internet más común es una ADSL que se puede emplear de forma ilimitada y conlleva un coste fijo al mes. De esta forma, si el ADSL tiene una velocidad razonable, podrá hablar a través de VoIP con una buena calidad de llamada y el coste seguirá siendo siempre el mismo.
  
- **Más de dos personas.** En una línea de teléfono corriente, únicamente dos personas pueden hablar al mismo tiempo. Con VoIP, puedes configurar una conferencia que permite a un grupo de personas comunicarse en tiempo real. VoIP comprime los paquetes durante la transmisión, algo que provoca que se pueda transmitir una

cantidad mayor de datos. Como resultado, se pueden establecer más llamadas a través de una única línea de acceso.

- **Hardware y software baratos.** Si eres un usuario de Internet que está deseando usar VoIP para comunicarse por voz, el único hardware adicional que necesitarás además de tu ordenador y tu conexión a Internet será una tarjeta de sonido, unos altavoces y un micrófono. Todo este material es a día de hoy bastante barato.
- Existen diferentes paquetes software descargables de Internet que emplean VoIP y que sirven para establecer comunicaciones por voz. Algunos ejemplos son aplicaciones tan conocidas como Skype o Net2Phone. Lo que debemos tener en cuenta es que para comenzar a emplear VoIP no necesitaremos un teléfono con todo el equipamiento asociado a éste, algo que podría resultar algo más caro. Además en la mayoría de los casos no será necesario hacer nuevas instalaciones de cableado telefónico, ya que VoIP se integra con la red de datos existente en la gran mayoría de empresas y hogares.
- **Prestaciones abundantes, interesantes y útiles.** Usar VoIP también significa beneficiarse de sus prestaciones abundantes, que pueden hacer la experiencia de emplear VoIP mucho más rica y sofisticada, tanto en tu hogar como en tu trabajo. En general, te encontrarás mejor equipado para la gestión de llamadas.

Podrás, por ejemplo, hacer llamadas en cualquier lugar del mundo a cualquier destino del mundo únicamente empleando tu cuenta VoIP. De esta forma, la VoIP pasa a ser un servicio tan portable como el e-mail, es decir, no limita la movilidad del abonado. Otras prestaciones que ofrece VoIP son el reconocimiento de llamada posibilidad de crear números virtuales o el contestador automático, por poner algunos ejemplos.

- **Más que voz.** Al estar basada en una red de paquetes, VoIP puede manejar también otros tipos de datos además de la voz: podríamos transmitir imágenes, video o texto a la vez que la voz. De esta forma, puedes hablar con alguien a la vez que le envías archivos o incluso a la vez que te está viendo a través de una webcam.
  
- **Uso más eficiente del ancho de banda.** Se sabe que el 50% de una conversación de voz es silencio. VoIP rellena estos espacios de silencio con datos de forma que el ancho de banda de los canales de comunicación de datos no sean desaprovechados. La compresión y la posibilidad de eliminar la redundancia cuando se transmite voz serán también factores que elevarán la eficiencia del uso del ancho de banda de la conexión.
  
- **Esquema de red flexible.** La red que encontramos bajo VoIP no necesita tener un esquema o topología en concreto. Esto hace posible que una organización pueda

hacer uso de la potencia de las tecnologías que elijan, como ATM, SONET o Ethernet.

- **Cuando empleamos VoIP**, la complejidad de la red inherente en las conexiones RTC es eliminada, creándose una infraestructura flexible que puede soportar muchos tipos de comunicación. El sistema estará más estandarizado, requerirá menos equipamiento y su tolerancia a fallos será mayor.
- **Teletrabajo**. Si trabajas en una organización que emplea una intranet o extranet, todavía podrás acceder a tu oficina desde casa a través de VoIP. Puedes convertir tu hogar en una parte de la oficina y usar remotamente la voz, el fax o los servicios de datos de tu lugar de trabajo a través de la intranet de la oficina.
- La naturaleza portátil de la tecnología VoIP está provocando que gane popularidad, ya que proporciona una gran cantidad de comodidades impensables hace unos años. La portabilidad tanto de hardware como de servicios se está convirtiendo cada día en algo más normal, y en ese contexto VoIP encaja perfectamente.
- **Fax sobre IP**. Los problemas de los servicios de fax sobre RTC son el alto coste que conllevan para largas distancias, la atenuación de la calidad en las señales analógicas y la incompatibilidad entre algunas máquinas cuando se comunican.

La transmisión de fax en tiempo real sobre VoIP simplemente utiliza una interfaz de fax para convertir los datos en paquetes y asegura que éstos serán entregados completamente y de forma segura.

- Otra ventaja de este sistema es que ni siquiera necesitaremos una máquina fax para enviar y recibir fax.
  
- **Desarrollo de software más productivo.** VoIP puede combinar diferentes tipos de datos, enrotándolos y señalizándolos de forma muy flexible y robusta.
  
- Como resultado de esto, los desarrolladores de aplicaciones de red encontrarán más fácil crear y desplegar aplicaciones que realicen comunicaciones de datos empleando VoIP.
  
- Además, la posibilidad de implementar VoIP en navegadores web y servidores proporciona un filón tanto productivo como competitivo a esta tecnología.

#### 2.4.6 Desventajas VoIP

- Aun hoy en día existen problemas en la utilización de VoIP, queda claro que estos problemas son producto de limitaciones tecnológicas y se verán solucionadas en un corto plazo por la constante evolución de la tecnología, sin embargo algunas de estas todavía persisten y se enumeran a continuación.
  
- VoIP requiere de una conexión de banda ancha Aun hoy en día, con la constante expansión que están sufriendo las conexiones de banda ancha todavía hay hogares que tienen conexiones por modem, este tipo de conectividad no es suficiente para mantener una conversación fluida con VoIP. Sin embargo, este problema se verá solucionado a la brevedad por el sostenido crecimiento de las conexiones de banda ancha.
  
- VoIP requiere de una conexión eléctrica En caso de un corte eléctrico a diferencia de los teléfonos VoIP los teléfonos de la telefonía convencional siguen funcionando (excepto que se trate de teléfonos inalámbricos). Esto es así porque el cable telefónico es todo lo que un teléfono convencional necesita para funcionar.
  
- Llamadas al 911: Estas también son un problema con un sistema de telefonía VOIP. Como se sabe, la telefonía ip utiliza direcciones IP para identificar un número telefónico determinado, el problema es que no existe forma de asociar una dirección

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

- Dado que VOIP utiliza una conexión de red la calidad del servicio se ve afectado por la calidad de esta línea de datos, esto quiere decir que la calidad de una conexión VoIP se puede ver afectada por problemas como la alta latencia (tiempo de respuesta) o la pérdida de paquetes. Las conversaciones telefónicas se pueden ver distorsionadas o incluso cortadas por este tipo de problemas. Es indispensable para establecer conversaciones VOIP satisfactorias contar con una cierta estabilidad y calidad en la línea de datos.
  
- VOIP es susceptible a virus, gusanos y hacking, a pesar de que esto es muy raro y los desarrolladores de VOIP están trabajando en la encriptación para solucionar este tipo de problemas.
  
- En los casos en que se utilice un softphone la calidad de la comunicación VOIP se puede ver afectada por la PC, digamos que estamos realizando una llamada y en un determinado momento se abre un programa que utiliza el 100% de la capacidad de nuestro CPU, en este caso crítico la calidad de la comunicación VOIP se puede ver

comprometida porque el procesador se encuentra trabajando a tiempo completo, por eso, es recomendable utilizar un buen equipo junto con su configuración VoIP.

De todos modos, con la evolución tecnológica la telefonía IP va a superar estos problemas, y se estima que reemplace a la telefonía convencional en el corto plazo.



## **2.5 Radiofrecuencias**

### **2.5.1 Introducción**

Muchos tipos de dispositivos inalámbricos emplean los campos RF, tal es el caso de teléfonos inalámbricos y celulares, radios y televisiones, sistemas de comunicación vía satélite, y servicios de radio con comunicación bi-direccional.

Algunos dispositivos inalámbricos operan en frecuencias infrarrojas o visibles, como la mayoría de los controles remotos de TV, algunos teclados y ratones para computadora y unos cuantos audífonos inalámbricos.

Con las tecnologías de radio frecuencia puede crear de manera sencilla y segura redes inalámbricas para transmitir información incluso de un edificio a otro, de hecho, muchas compañías ya las utilizan para agilizar sus procesos y eliminar las limitaciones y el peligro que representa el uso de cables en actividades industriales, por ejemplo.

Por otra parte, las aplicaciones RF, igual que el resto de la tecnología electrónica, han venido experimentado una reducción de precios en favor de los usuarios, ya no son exclusivas de grandes empresas, hoy son accesibles y rentables incluso para las pequeñas organizaciones.

## 2.5.2 Definición

Radiofrecuencia (abreviada RF, rf o r.f.), es un término que se refiere a la corriente alterna (AC) con características tales que, si ésta es alimentada a una antena, se genera un campo electromagnético adecuado para transmisión de datos de modo inalámbrico.



Figura II - 20Equipo de Radiofrecuencia

Se puede también mencionar que Radiofrecuencia es la transmisión, a través de ondas electromagnéticas, empleando una porción del espectro radioeléctrico

Estas frecuencias cubren un rango significativo del espectro de radiación electromagnética, desde 9 Kilohertz (9KHz), frecuencia que se encuentra todavía dentro del rango captable por el oído humano, hasta miles de Gigahertz (GHz).

Según se incrementa la frecuencia de las ondas electromagnéticas más allá del espectro de RF, su energía toma la forma de ondas infrarrojas (IR), visibles, ultravioletas (UV), rayos X y rayos gama.

### 2.5.3 Espectro Radioeléctrico

Es el conjunto de frecuencias que permiten emitir ondas para transportar información, las bandas de frecuencia que dividen el espectro radioeléctrico son:

- VeryLowFrequency (VLF): 3-30Khz
- LowFrequency (LF): 30-300Khz
- Medium Frequency (MF): 300-3000Khz
- High Frequency (HF): 3-30Mhz
- Very High Frequency (VHF): 30-300Mhz
- Super High Frequency (SHF): 300-3000Mhz
- Ultra High Frequency (UHF): 3-30Ghz
- Extremely High Frequency (EHF): 30-300Ghz

#### 2.5.4 Redes de Radiofrecuencia

Una red de área local por radio frecuencia o wlan (wirelesslan) puede definirse como una red local que utiliza tecnología de radio frecuencia para enlazar los equipos conectados a la red en lugar de los medios utilizados en las LAN convencionales cableadas.

No son algo realmente novedoso ni revolucionario dentro del mundo de la informática ya que sus inicios son de los años ochenta.

Surgieron por la necesidad de tener interconectividad dentro de espacios abiertos en los que no se podía llegar con cables tan fácilmente.

Por el otro lado para las Redes Inalámbricas de Radiofrecuencia, la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia: 902 a 928 MHz, 2,400 a 2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 Mhz.

Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales. Esta banda, a diferencia de la ARDIS y MOBITEK, está abierta para cualquiera.

Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada spread-spectrum modulation, la cual tiene potencia de transmisión

máxima de 1 Watt. Deberá ser utilizada en la banda ISM. Esta técnica a sido utilizada en aplicaciones militares.

Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente:

- **La secuencia directa:** En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, basada en una función de propagación determinada.

El flujo de datos original puede ser entonces recobrado en el extremo receptor correlacionándolo con la función de propagación conocida. Este método requiere un procesador de señal digital para correlacionar la señal de entrada.

- **El salto de frecuencia:** Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada.

Como en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos en base del patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ISM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 Mhz que son utilizadas por hornos de Microondas

En toda telecomunicación existe un emisor y un receptor, y la información que queremos transmitir viaja por un canal, que en este caso, es el propio espacio, en el cual es transmitida la radiofrecuencia.



Figura II - 21 Elementos de una Telecomunicación

Para que la comunicación se lleve a cabo se necesitan de los siguientes 5 elementos:

- 1.- **Codificación:** procedimiento de traducción de un mensaje en la forma más adecuada.
- 2.- **Señales:** consiste en la abstracción humana que está contenida en el mensaje pueden ser analógicas, digitales, continuas o discretas.
- 3.- **Canal de Comunicación:** medio físico de transmisión de datos incluye canales de comunicación.
- 4.- **Protocolo:** conjunto de reglas que define en qué forma debe de efectuarse la comunicación.
- 5.- **Dispositivo:** emite y/o recibe las señales, estas deben de ser tales que el dispositivo receptor reconozca las señales.

## **Modos de Transmisión**

Los sistemas de comunicaciones electrónicas pueden diseñarse para manejar la transmisión solamente en una dirección, en ambas direcciones pero sólo uno a la vez, o en ambas direcciones al mismo tiempo. Estos se llaman modos de transmisión. Cuatro modos de transmisión son posibles:

**Simplex (SX):** Con la operación simplex, las transmisiones pueden ocurrir sólo en una dirección. Los sistemas simplex son, algunas veces, llamados sistemas de un sentido, sólo para recibir o sólo para transmitir. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos.

Un ejemplo de la transmisión simplex es la radiodifusión de la radio comercial o de televisión; la estación de radio siempre transmite y el usuario siempre recibe.

**Half-duplex (HDX):** Con una operación half-duplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A los sistemas half-duplex, algunas veces se les llaman sistemas con alternativa de dos sentidos, cualquier sentido, o cambio y fuera. Una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo.

Los sistemas de radio de doble sentido que utilizan los botones oprima para hablar (PTT), para operar sus transmisores, como los radios de banda civil y de banda policiaca son ejemplos de transmisión half-duplex.

**Full-dúplex (FDX):** Con una operación full-dúplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones al mismo tiempo. A los sistemas de full-dúplex algunas veces se les llama líneas simultánea de doble sentido, dúplex o de ambos sentidos.

Una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente; sin embargo, la estación a la que está transmitiendo también debe ser la estación de la cual está recibiendo, un sistema telefónico estándar es un ejemplo de una transmisión full-dúplex.

**Full/full-dúplex (F/FDX):** Con una operación full/full-dúplex, es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las mismas dos ubicaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo)

Las transmisiones full/full-dúplex se utilizan casi exclusivamente con circuitos de comunicaciones de datos. El Servicio Postal de Estados Unidos es un ejemplo de una operación full/full-dúplex.

### 2.5.5 Radioenlace

Es uno de los medios más empleados en las formas de interconexión de redes más modernas, las redes inalámbricas que emplean parte del espectro para mover información entre los equipos.



Durante esta séptima edición nos dedicaremos a revisar uno de los medios de transmisión de datos empleados en redes de computadoras, veremos los elementos más importantes de la radiocomunicación.



Figura II - 22 Radiocomunicación entre dos puntos geográficamente distantes

La radiocomunicación es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos distantes mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas.

Estas tienen una velocidad de propagación muy cercana a la velocidad de la luz, es decir 300000km/seg, lo que representa una velocidad por demás aceptable. En todo sistema de transmisión por radio, debe existir un transmisor y una antena asociada al mismo.

El transmisor emite entre su potencia de salida a la antena, la que genera una señal hacia el exterior.

El proceso contrario se da cuando una antena receptora captura las señales y las deriva a un equipo capaz de extraer la información contenida en la misma. Entre ambas antenas se propagan las señales electromagnéticas.

### **Propagación de Ondas Electromagnéticas**

Las ondas electromagnéticas son literalmente impulsos eléctricos que se desplazan por el medio ambiente.

Su descubrimiento se debe al científico Heinrich Hertz, por esta razón, las ondas electromagnéticas se conocen con el nombre de ondas de radio o hertzianas. Son bastante similares a las ondas de luz, ya que ambas poseen características electromagnéticas

### **Espectro de radiofrecuencias**

El espectro de radiofrecuencias hace referencia a cómo está dividido todo el ancho de banda que se puede emplear para transmitir diversos tipos de señales.

La relación completa. Existe una reglamentación que asignan determinadas frecuencias a determinados tipos de transmisión de información

### **Naturaleza de las ondas de radio**

El proceso de transmisión es el siguiente: Se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena (una potencia eléctrica modulada).

Los electrones contenidos en el metal de la antena, comienzan a oscilar instantáneamente.

El movimiento de estos electrones genera una corriente eléctrica que se manifiesta de dos formas sobre la antena.

Mediante un campo magnético concéntrico al conductor de la antena, con líneas de fuerza concéntricas al conductor, y un campo electrostático cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de fuerza del anterior campo, es decir centrífugas.

La fuerza o potencia eléctrica que se aplica a la antena tiene una forma senoidal, forma que fielmente reproducen tanto las ondas magnéticas como las electrostáticas. La longitud de onda está directamente relacionada al tamaño de la antena, aspecto que debe ser considerado al momento de instalar la misma.

### **Propagación de las ondas de radio**

Las ondas de radio tienen tres formas de propagarse. La primera es la denominada propagación por onda terrestre, la segunda es la propagación por línea recta o alcance visual, y la tercera es la propagación por onda espacial

### **Propagación por onda terrestre**

En este tipo de propagación, las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora.

Este fenómeno suscita la aparición de corrientes eléctricas al nivel de la tierra que llegan a interferir la onda original, introduciéndose a la misma en la forma de ruido. Adicionalmente, la onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radioreceptor.

### **Propagación en línea recta o alcance visual**

Este tipo de propagación se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno. Este tipo de transmisión es empleado particularmente para las frecuencias más altas como VHF y UHF.

Típicamente los servicios de TV y FM emplean este tipo de transmisión. Bajo esta modalidad de propagación, la altura de las antenas es fundamental para lograr una comunicación eficaz entre ambas antenas.

Se deben entender dos términos relacionados a este tipo de comunicación: distancia al horizonte y distancia de alcance visual

### **Distancia al horizonte**

Es la distancia que se cubre de forma lineal recta desde la antena transmisora hasta rozar tangencialmente la superficie de la tierra. De esta forma, y entre dos antenas existe dos distancias al horizonte.

### **Distancia de alcance visual**

Es la distancia máxima a la que pueden instalarse dos antenas de alturas determinadas en puntos geográficos distantes. Entre las dos antenas existe una sola distancia de alcance visual.

Si consideramos como  $H$  a la altura de cualquiera de las antenas en metros, es posible obtener la distancia al horizonte como  $D$  en kilómetros:  $D=3.61H$ . Sin embargo se ha demostrado que las ondas cercanas a la tierra sufren una inclinación a la misma que permite lograr una distancia de alcance visual mayor, quedando una fórmula como sigue:  $D=4.14H$ .

### **Propagación por onda espacial**

La mayoría de las ondas que están dentro de la frecuencia de 3 a 30MHz se realizan mediante onda espacial, excepto las de radioaficionados. Este tipo de onda es lanzado por la antena transmisora hacia la ionosfera, y rebota retornando a la tierra.

Lamentablemente este tipo de comunicaciones es delicado ya que dependen del estado climatológico, como del estado mismo de esta, susceptible a la radiación ultravioleta del sol, impurezas, etc.

La ionosfera está formada por ondas electromagnéticas provenientes del mismo sol, y está formada por: La región D (59 Km.) la capa E (100Km. desde la tierra), la capa F1 (200Km. desde la tierra), y la capa F2 (340Km. desde la tierra).

Como con todo fenómeno de refracción es conveniente tener la precaución de lograr el ángulo de incidencia adecuado a fin de que las ondas "reboten" hacia otra posición de la superficie de la tierra

#### 2.5.6. Ventajas

- **Movilidad:** Proveen a los usuarios de una LAN acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización.
- **Simplicidad:** Es rápida y fácil de instalar y además elimina o minimiza la necesidad de tirar cables.
- **Flexibilidad en la instalación:** Permite a la red ir donde la alámbrica no puede ir.

- **Inversión rentable:** Tiene un costo de inversión inicial alto, pero los beneficios y costos a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.
  
- **Escalabilidad:** Pueden ser configurados en una amplia variedad de topologías. Las configuraciones son fáciles de cambiar y además es sencilla la incorporación de nuevos usuarios a la red.
  
- **Mayor área de cobertura**  
Las redes de Radio Frecuencias pueden cubrir áreas donde las redes LAN como redes de Celulares no pueden cubrir
  
- **No necesita comunicación “visual” entre dispositivos**  
Los dispositivos que interactúan con este tipo de redes no necesitan estar en un sitio determinado ya que pueden encontrarse en sitios geográficos diferentes

#### 2.5.7. Desventajas

- **Difícil de apantallar Interferencias**  
No solo interferencias entre diferentes dispositivos conectados a una red, sino también entre otro tipo de dispositivos independientes que generen campos electromagnéticos, por ejemplo, microondas.

➤ **Rango de frecuencias limitado**

Hoy día, el espectro radioeléctrico está ocupado casi al 100% así que se buscan huecos, pero como la gestión del espacio radioeléctrico es distinta en cada país, nos encontramos con dificultades en la estandarización del espacio radioeléctrico a utilizar en una determinada tecnología.



# CAPÍTULO III

---

## 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS

### 3.1 Introducción\*

Este capítulo representa la parte más importante de todo el trabajo de investigación que hemos venido desarrollando, es aquí donde convergen y tienen aplicación todos los conceptos y expresiones estudiadas en los capítulos anteriores.

Ese conjunto de expresiones junto con las técnicas empleadas para medir y caracterizar los sistemas de radio frecuencias con VOIP, las cuales hemos obtenido durante la construcción de este proyecto, serán fundamentales para verificar el objetivo principal de esta tesis.

## **3.2. Diseño del prototipo de pruebas**

### **3.2.1. Introducción**

Vamos a diseñar e implementar nuestro sistema de radio frecuencias con VOIP, para lo cual nos enfocaremos en cada detalle de configuración de los diversos equipos que formaran parte de nuestro proyecto, de tal forma establecer un ambiente de pruebas para verificar cuan eficiente resultan las llamadas telefónicas siempre y cuando combinando la telefonía IP con el radio Motorola.

### **3.2.2. Justificación**

En la investigación realizada para cumplir la hipótesis planteada en nuestra tesis se determinó la necesidad de adquirir un radio base Motorola GM 300 para su respectiva integración con VoIP, ya que el Consejo Provincial de Chimborazo sus equipos de radio de comunicación se encuentran obsoletos, es decir que están fuera de funcionamiento, en la actualidad se encuentran realizado estudios para la incorporación de nuevos equipos que les permita tener posicionamiento geográfico.

En nuestra tesis el objetivo principal es realizar la integración de radio frecuencias con VoIP bajo software libre, después de haber analizado se determinó que para cumplir dicho objetivo se realizará la integración de radio frecuencias con VoIP bajo software libre con el servidor Asterisk 4.2 que se ejecuta bajo la versión de Centos 5.6, incluyendo también

extensiones con protocolos IAX, demostrando que este protocolo se comunica con la interfaz URI de tal manera que este dispositivo convierte la señal analógica en tramas IP provenientes de la radio base Motorola GM 300.

Frente a la justificación expuesta, el desarrollo la integración de radio frecuencias con VoIP bajo software libre se diseñó un ambiente de trabajo el mismo que permita cumplir con los objetivos planteados.

### 3.2.3. Diagrama del Sistema a Implementar

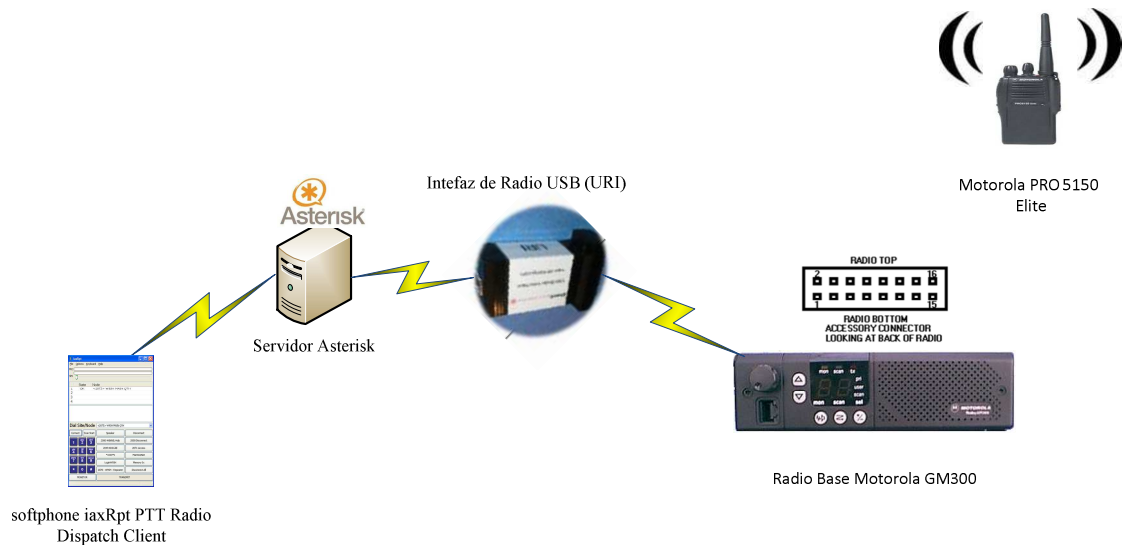


Figura III - 23Diagrama de Implementación ROIP

### 3.2.4. Desarrollo del Prototipo de Pruebas

La etapa de desarrollo es la puesta en marcha del prototipo, adquisición de software, configurando e instalando los programas necesarios, así como también la instalación del hardware adicional.

Una vez que tenemos definidos los servicios que dispone el servidor Asterisk, el plan de numeración de la misma y los componentes, debemos comenzar a instalar el Software para conformar nuestro sistema de Radio Frecuencias con VoIP.



Figura III - 24 Diagrama de la solución del sistema de radio frecuencias con VoIP

### 3.2.5. Adquisición de Hardware y Software

#### Hardware

- Para nuestra solución necesitamos:
- Tarjeta URI (USB Radio Interface)
- SwitchCNetModel CSH-800 con 8 puertos
- Conectores RJ45

- Cables de red UTP
- Cable para USB DB25(conectar Motorola con Tarjeta URI)
- Radio Base Motorola GM 300
- Fuente de alimentación de 110 -12 voltios AC
- Estación portátil Motorola pro 5150 elite
- Antena omnidireccional

3 PCs con las siguientes características:

#### **1 Pc Servidor Asterisk**

- Intel Intel(R) Pentium IV CPU 1100 MHz
- 256 MB de memoria RAM
- 160 GB de espacio en disco
- Tarjeta de red

#### **2 Portátiles para las extensiones**

##### **Características Portátil (Extensión 1)**

- Procesador Athlon Dual Core
- 1GB de memoria RAM
- Velocidad 2.8 GHz
- 160 GB de espacio en disco
- Audio
- Tarjeta de red
- Auriculares

### **Características Portátil (Extensión 2)**

- Procesador Intel Core
- 2 GB de memoria RAM
- Velocidad 1.73 GHz
- 160 GB de espacio en disco
- Audio
- Tarjeta de red
- Auriculares

### **Software**

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

- Asterisk versión 1.4.22
- Sistema Operativo Centos 5.6
- Sistema Operativo Windows 7
- iaxRpt - PTT Radio DispatchClient
- Softphone X-Lite
- SoftphoneZoiper

### 3.2.6. Instalación de softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient

Ver Capitulo IV – Guía de Referencia para la implementación del sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre.- Instalación de iaXRpt PTT Radio DispatchClient

### 3.2.7. Configuración de softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient

iaXRpt: Este software trabaja con extensiones IAX.

Ingresamos a iaXRpt:

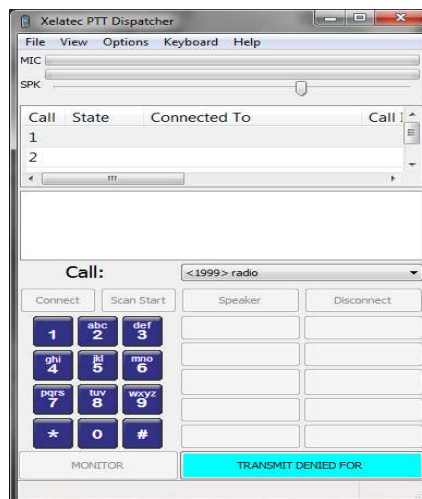


Figura III - 25Ingresando a iaXRpt

Luego procedemos a realizar la configuración de las cuentas, para esto damos clic Options escogemos Accounts.

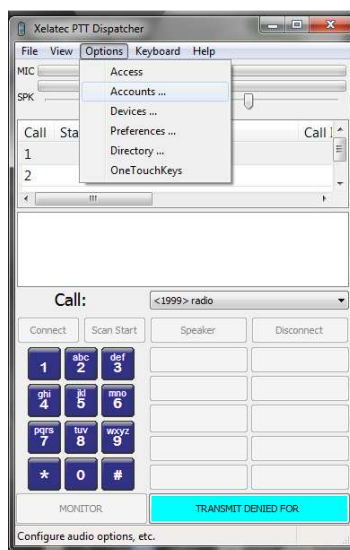


Figura III - 26 Menú de iaxRpt

Posteriormente dar clic en Add para poder añadir una nueva cuenta de usuario que se encuentra en el servidor Asterisk, como se indica a continuación se configura los siguientes parámetros;

Parámetros	Descripción
AccountName	Nombre de la cuenta
Description	Alias del usuario
Host	Dirección IP del servidor Asterisk
Username	Nombre del usuario
Password	Es la clave del usuario secret
Confirm	Se repite la clave
Type	Extensión

Tabla III - II Parámetros de una Cuenta



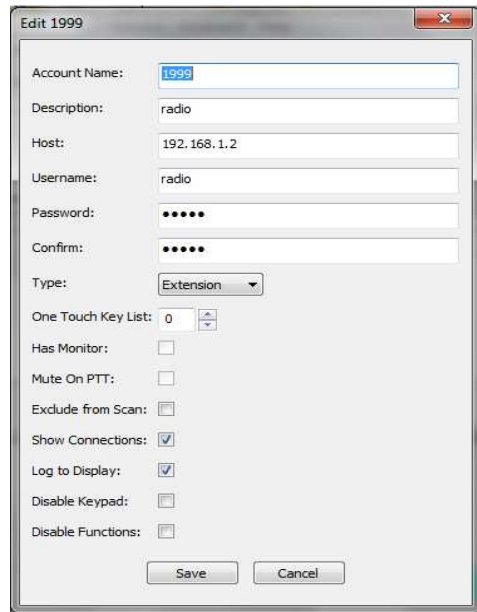


Figura III - 27 Ingresar usuario iaxRpt

Escoger **GSM** como el Códex de preferencia y el Códex permitido para el Audio ya que el radio Motorola trabaja con este tipo de Códex.

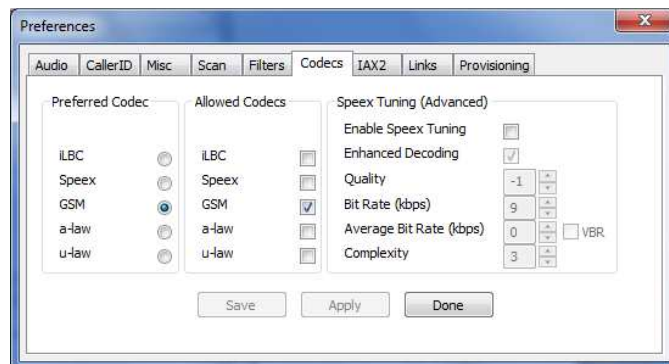


Figura III - 28 Escoger el código GSM

En la pestaña IAX2 verificar que el puerto que este escuchando sea el 4569



Figura III - 29 Verificar el puerto

Verificar que la entrada y salida del auricular este configurado correctamente

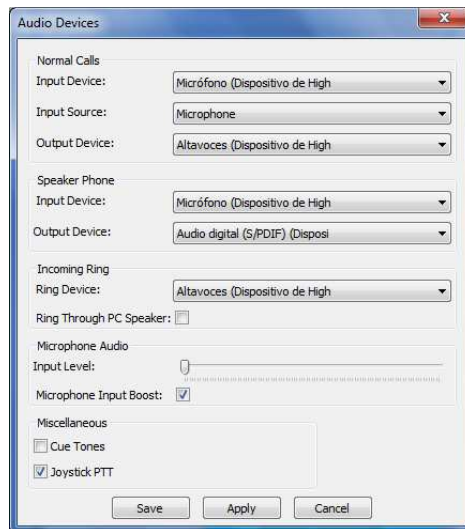


Figura III - 30 Configuración del auricular

La siguiente pantalla muestra el registro del usuario radio en la central Asterisk

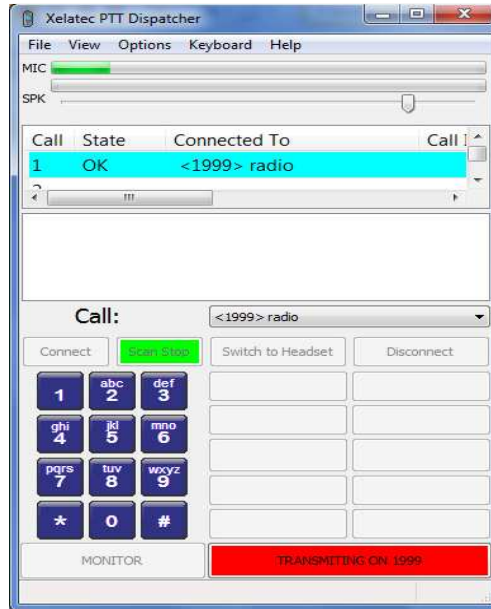


Figura III - 31 Usuario radio conectado

### 3.3. Pruebas Realizadas

#### 3.3.1 Comunicación entre el radio Motorola GM300 con estación portátil Motorola Pro 5150 elite



Figura III - 32 Comunicación entre Motorola GM300 con estaciones portátiles

Para establecer la comunicación entre el Motorola GM300 con la estación portátil Motorola Pro 5150 elite se centra en programar la base Motorola GM300 asignando la frecuencia siguiente 159 en el canal 1, del mismo modo programar la estación portátil Motorola PRO 5150 elite en el canal 1 por el cual vamos a transmitir la señal de voz

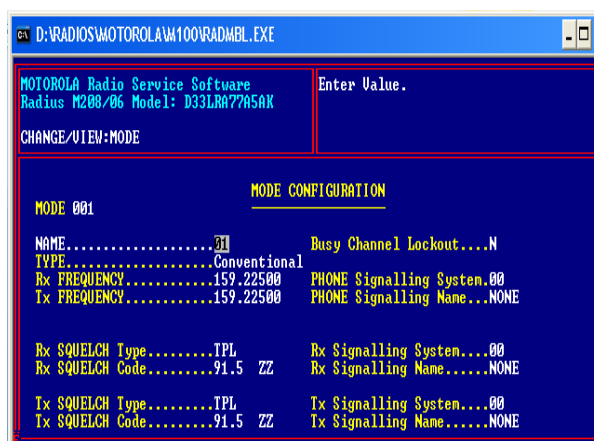


Figura III - 33 Frecuencia programada en el Motorola GM300

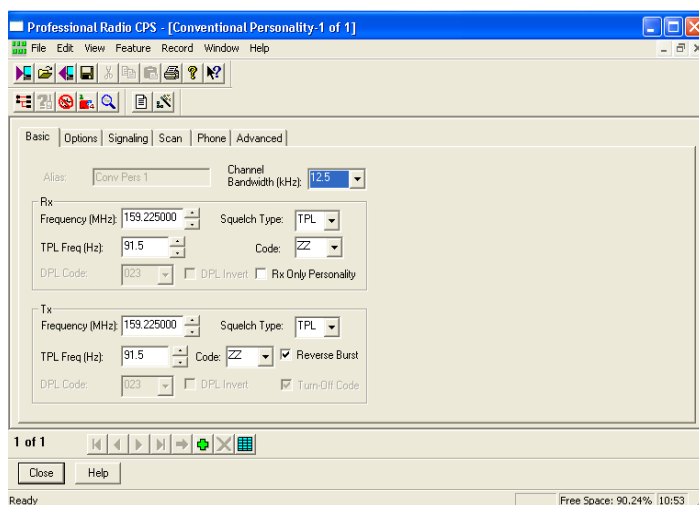


Figura III - 34 Frecuencia programada en el estación Motorola Pro 5150 Elite

De esta manera queda establecida la comunicación del sistema de Radio Frecuencias que utilizaremos para el proyecto de Implementación de un sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre

### 3.3.2 Comunicación entre el radio Motorola GM300 con la interfaz Radio USB (URI)



Figura III - 35 Comunicación entre Motorola GM300 con interfaz URI

Esta fase del ambiente de pruebas comprende la comunicación el radio Motorola GM300 con la interfaz de Radio USB (URI) a través del cable DB25. Ver el diagrama de construcción del cable en Anexo II.



Figura III - 36Cable DB25 para conectar la tarjeta URI con la radio base Motorola GM300

Para la implementación debemos asegurarnos que el Motorola GM300 tenga un conector de 16 pines



Figura III - 37Vista frontal Motorola GM300

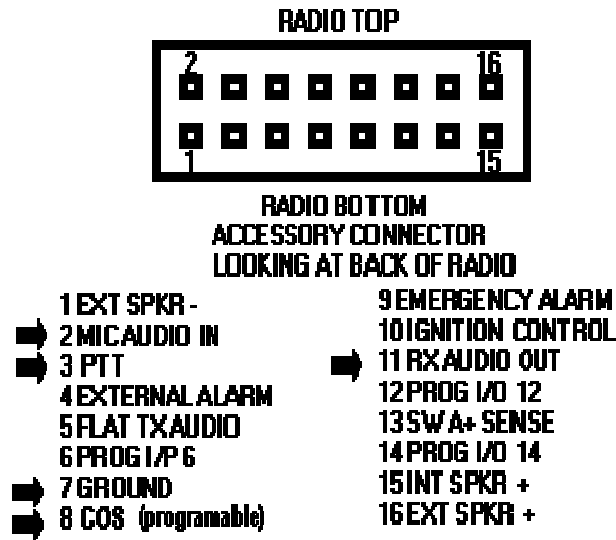


Figura III - 38 Detalle del Accessory Pin del Radio Motorola GM300

Los pines a utilizar del Radio Motorola GM300 son: el pin 3 que corresponde al PTT, el pin 5 a la TRANSMISIÓN DE RADIO, el pin 7 que es TIERRA y el pin 11 que es para la RECEPCIÓN DE AUDIO, al conectar correctamente cada uno de los pines la interfaz URI tendrá conexión con el servidor Asterisk

De esta manera queda establecida la comunicación del Motorola GM300 con la interfaz de Radio USB (URI)

### 3.3.3 Comunicación entre la estación portátil Motorola Pro 5150 elite a través de la interfaz de Radio USB (URI) con la central Asterisk



Figura III - 39 Comunicación entre la central Asterisk con las estaciones portátil

Establecer la comunicación entre una estación portátil Motorola Pro 5150 elite con la central Asterisk a través de la interfaz URI



Figura III - 40 Comunicación entre una estación portátil Motorola Pro 5150 elite con la central Asterisk



Esta fase es la principal de proyecto de Implementación de una de un sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre ya que consiste en establecer la comunicación entre la central Asterisk con una estación portátil Motorola Pro 5150 elite a través de la interfaz de radio USB (URI), teniendo en cuenta que del lado del servidor Asterisk contamos con dos extensiones en las que está instalado el softphoneiaxRpt - PTT Radio DispatchClient que es utilizado para la comunicación con los radio motorolas

De esta manera queda establecida la comunicación entre la estación portátil Motorola Pro 5150 elite a través de la interfaz de Radio USB (URI) con la central Asterisk

### **3.3.3 Pruebas con iaxRpt PTT Radio DispatchClient**

Luego de una profunda investigación de cada uno de los protocolos que soporta Asterisk para la telefonía IP, el softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient es el presta las condiciones y características necesarios para establecer la comunicación, por tal motivo los softphone x-lite y zoiper no son recomendables para este tipo de comunicaciones.

Con la solución presentada se puede realizar las llamadas siguientes:

Para la cual se crea la extensión IAX2 en el servidor Asterisk y se configura el softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient.

**Llamada 1:** Desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient (estación 1) con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite



Figura III - 41 Llamada desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite

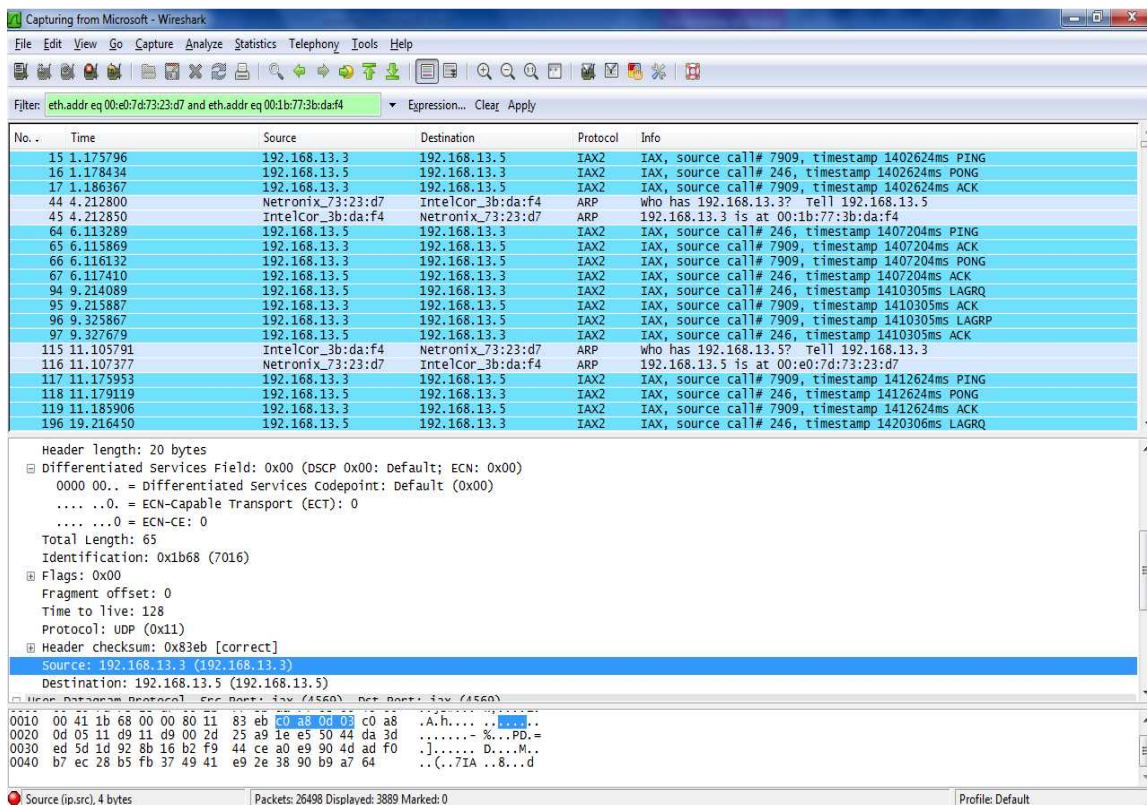


Figura III - 42 Captura del tráfico de la llamada de la extensión 1 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite

**Llamada 2:** Desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient (estación 2) con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite



Figura III - 43 Llamada desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient con protocolo IAX2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite

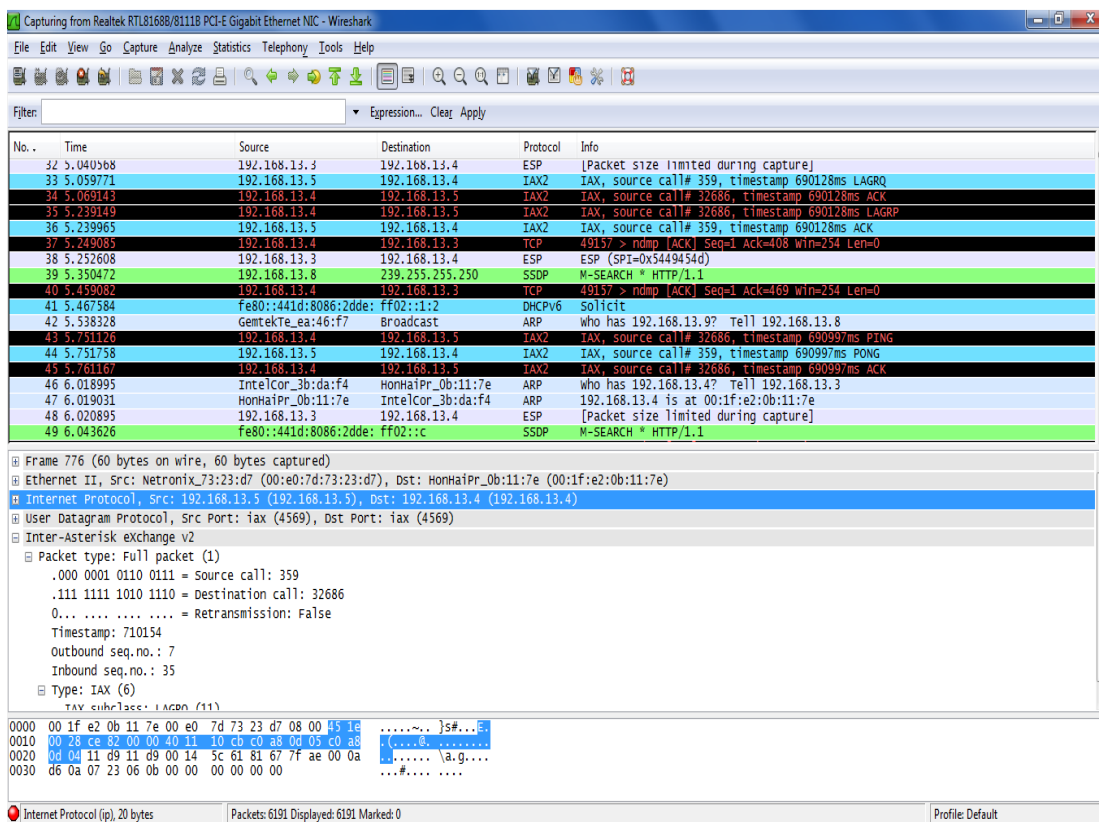


Figura III - 44 Captura del tráfico de la llamada de la extensión 2 a la estación portátil Motorola pro 5150 elite

**Llamada 3:** Desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient (estación 1) con protocolo IAX2 al softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient (estación 2)



**Figura III - 45** Llamada desde softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient a otro softphoneiaxRpt PTT Radio DispatchClient con protocolo IAX2

### 3.4 Comprobación de la Hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis planteada para el desarrollo de la Tesis se utiliza la técnica para obtener datos como es la Encuesta, la misma que permite conocer si se mejoró la cobertura en el sistema de comunicación con las pruebas realizadas en el prototipo de radio frecuencias con VOIP.

#### 3.4.1 Planteamiento de la Hipótesis

La integración de sistemas de radio frecuencia con VOIP mejorará la cobertura del Sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo.

#### 3.4.2 Determinación de las Variables

##### Variable Independiente

La integración de Sistemas de radio frecuencia con VOIP

##### Variable Dependiente

Mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo

#### 3.4.2 Operacionalización de las Variables

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Concepto</b>
La integración de Sistemas de radio	Independiente	Especificación de los recursos Hardware y software

frecuencia con VOIP		necesarios para la implementación del sistema ROIP, así como sus principales características.
Mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo	Dependiente	Usar tecnologías actuales para mejorar la comunicación entre la integración de radio frecuencias con VOIP.  Usar herramienta software wireshark, para realizar el monitoreo de la red y verificar su eficiente funcionalidad.

Tabla III - IIIOperacionalización de las Variables

### 3.4.2Operacionalización Conceptual de las Variables

<b>Variable</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Fuentes de Verificación</b>
La integración de Sistemas de radio frecuencia con VOIP.	Actividad Investigación	Análisis de diferentes técnicas de seguridad	Revisión de documentos	Internet

Mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo	Actividad Investigación	Ruido Retardo Eco Atenuación	Observación directa	Encuestas
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	------------------------------	---------------------	-----------

Tabla III - IVOperacionalización Conceptual de las Variables

### 3.4.5 Población y Muestra

La encuesta se aplicó a los trabajadores del Honorable Consejo Provincial de Chimborazo y personal que se encuentra a cargo del sistema de radio frecuencias.

Para la presente investigación se procede a al cálculo de la muestra contando con una población de 30 trabajadores de la institución.

#### Datos

**N=30** Población

**E=0,2** Limite

**$\sigma =0,4$**  Error

Z= **1.96** Nivel de confianza

Para el nivel de confianza Z utilizamos la distribución Gaussiana

<b>Coficiente de confianza</b>	<b>de</b>	<b>50%</b>	<b>68.27%</b>	<b>90%</b>	<b>95%</b>	<b>95,45%</b>	<b>99%</b>	<b>99.37%</b>
Z		0.647	1.00	1.645	1.96	2.00	2.58	3.00

Tabla III - V Tabla de Distribución Gaussiana

$$n = \frac{N\sigma^2 z^2}{(N - 1)E^2 + \sigma^2 z^2}$$

$$n = \frac{30(0.4)^2(1.96)^2}{(30 - 1)(0.2)^2 + (0.4)^2(1.96)^2}$$

$$n = \frac{30(0.16)(3.84)}{(30 - 1)(0.04) + (0.16)(3.84)}$$

$$n = \frac{18.432}{1.77}$$

$$n = 10.41$$



De esta manera se calculó la muestra obteniendo un valor de 10 para realizar las encuestas. Las mismas que nos servirán para la recopilación de información que están de acorde a los indicadores y a las variables tanto independientes como dependientes.

### 3.4.6 Técnicas para la comprobación de la Hipótesis

**Ho.** “La integración de sistemas de radio frecuencia con VOIP no mejorara la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo”

**Hi.** “La integración de sistemas de radio frecuencia con VOIP mejorara la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial De Chimborazo”

#### 3.4.6.1 Nivel de Significancia

Una vez establecida la hipótesis nula y alternativa, se debe determinar el nivel de significancia, que para el caso del presente análisis se utiliza un nivel de significación estadística de **0.05**, para obtener un nivel de confianza aceptable.

#### 3.4.6.2 Criterio

Para el análisis de los resultados se ha seleccionado la técnica T-Student como estadístico de prueba de la hipótesis planteada. La fórmula es la siguiente:

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

En donde " $\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$ " son los valores de la media y  $S^2_1$  y  $S^2_2$  son la varianzas muestrales.

Se debe determinar el **criterio de decisión**. Entonces se acepta **H1** cuando:

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

Donde el valor de  $t_{\text{tabla}}$  representa el valor proporcionado por la tabla de "distribución t-Student", según el nivel de significación elegido y los grados de libertad.

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

$$gl = \frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1-1}\right)^2}{n_1} + \frac{\left(\frac{S^2_2}{n_2-1}\right)^2}{n_2}} - 2$$

Donde  $n_1$  y  $n_2$  son el tamaño de la muestra de cada grupo.

### 3.4.6.3 Cálculos

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

Pregunta	CON INTEGRACIÓN		SIN INTEGRACIÓN	
	Si	No	Si	No
Retardo	9	0	0	10
Eco	10	0	0	10
Ruido	10	0	0	10
Atenuación	10	0	8	2
<b>TOTAL</b>	39	0	0	32

Tabla III - VI Resultados de la Encuesta

Preguntas	Con Integración	Sin Integración	$X1 - \bar{X1}$	$X2 - \bar{X2}$	$(X1 - \bar{X1})^2$	$(X2 - \bar{X2})^2$
Retardo	9	0	-0,75	-2	0,56	4
Eco	10	0	0,25	-2	0,06	4
Ruido	10	0	0,25	-2	0,06	4
Atenuación	10	8	0,25	6	0,06	36
<b>Total</b>	$\bar{X1}=9,75$	$\bar{X2}=2$			0,74	48

Tabla III - VII Resultados Generales

Valor de las varianzas:

$$S^2_1 = \frac{0,74}{9,75} = 0,07$$

$$S^2_2 = \frac{48}{2} = 24$$

Aplicando t-Student

$$t = \frac{9,75 - 2}{\sqrt{\frac{0,07}{10} + \frac{24}{10}}} = 5,03$$

Valor de grados de libertad

$$gl = \frac{\left(\frac{0,07}{10} + \frac{24}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{0,07}{9}\right)^2}{10} + \frac{\left(\frac{24}{9}\right)^2}{10}} - 2 = 8 - 2 = 6$$

De acuerdo a la tabla estadística de distribución t-Student, con un nivel de significancia 0,05 a 6 grado de libertad, genera un valor de  $t_{\text{tabla}} = 2.44$

#### 3.4.6.4 Decisión

Como:

Valor  $t_{\text{calculado}} = 5,03$  y  $t_{\text{tabla}} = 2,44$

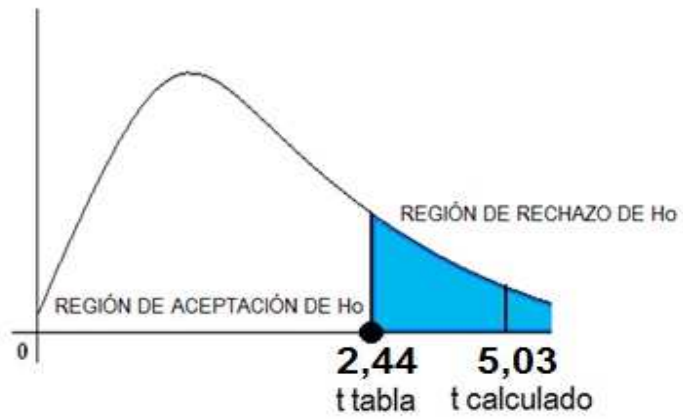


Figura II - 46 Determinación de la Hipótesis

Entonces:

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

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

# CAPÍTULO IV

---

## **4 GUIA DE REFERENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RADIO FRECUENCIA CON VOIP BAJO SOFTWARE LIBRE.**

### **4.1 Introducción**

Cuando se realiza un proyecto de investigación, el proceso seguido para la consecución del mismo debe ser publicado para posteriores implementaciones, es así que en el presente capítulo se presenta una guía de referencia para la Implementación de un sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre.

Cabe destacar que esta guía de referencia es autoría de nuestros de la recopilación de información para que este sistema de radio frecuencia con VoIPse pueda desarrollaron de una manera veraz y eficaz el presente proyecto de investigación.

## **4.2 Desarrollo de laGuía de Referencia**

### **4.2.1 Introducción**

Radio sobre Protocolo de Internet, o RoIP, es similar a la VoIP , pero aumenta la radio de dos vías de comunicación en lugar de las llamadas telefónicas, en este ambiente de trabajo utilizamos un radio de uno sola vía de comunicación, Desde el punto de vista del usuario, se trata esencialmente de VoIP con PTT (PushToTalk) que no es nada más que presiona y habla.

De tal forma el sistema de radio frecuencia con VoIPbrindara a una mejor comunicación y cobertura para las personas que se deseen comunicar desde un computador a la estación de radio Motorola.

### **4.2.2 Descripción de los Materiales**

Para una eficiente implementación de un sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre hemos especificado o considerado cada detalle para una correcta instalación o configuración de cada uno de los dispositivos utilizados.

De esta manera podemos considerar que el dispositivo encargado de la integración de estos dos sistemas es la interfaz de radio USB (URI) fabricado y comercializado por la empresa norteamericana DMK Engineering del mismo país.

Dispositivos utilizados son:

- URI (Interfaz de radio USB)
- Cable USB para conectar URI- PC
- Radio Motorola GM 300
- Estación Motorola pro 5150 elite
- Cable DB 25 para conectar Motorola GM 300 (16 pines)-URI
- Antena omnidireccional
- Computador previamente instalado y configurado

Software utilizado:

- Sistema Operativo Centos 5.6
- Asterisk 1.4.22 (zaptel-1.4, libpri-1.4, asterisk-addons-1.4)
- Módulo APP\_RPT
- Sistema operativo Windows 7 ultimate
- iaxRpt - PTT Radio DispatchClient



## 4.2.3 Instalación de Software

### 4.2.3.1. Introducción

En esta etapa se va a especificar la instalación del software utilizado para el servidor Linux y los módulos para la habilitación del PTTT, también el iaxRpt - PTT Radio DispatchClient, ya que todos estos permiten el correcto funcionamiento del sistema de radio frecuencia con VOIP.

Se puede mencionar que para la realización de la guía se ha escogido como distribución **Centos 5.6** que es un acrónimo de **CommunityENTerpriseOperatingSystem**, el cual es un clon a nivel binario de la distribución Red Hat Enterprise Linux.

Es una alternativa para aquellos que quieren usar la plataforma RHL pero no quiere alejarse de sus principios de software libre, otra ventaja que tiene **Centos** es la gran cantidad de usuarios que trabajan con esta distribución y la cantidad de paquetes en 'rpm' que existen, lo que hace que existan multitud de foros de usuarios que preguntan y responden basados en esta distribución.

### 4.2.3.1 Instalación de Centos 5.6

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

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

<http://ftp.cica.es/CentOS/5.6/isos/i386/CentOS-5.6-i386-netinstall.iso>

Una vez que tengamos listo el cd para la instalación de Centos 5.6 se precede de la siguiente manera:

1. Arrancar la máquina a través del dispositivo USB o el CD-ROM para comenzar la instalación, aparecerá la siguiente pantalla, escribimos “**linuxtext**” para comenzar la instalación en modo texto.

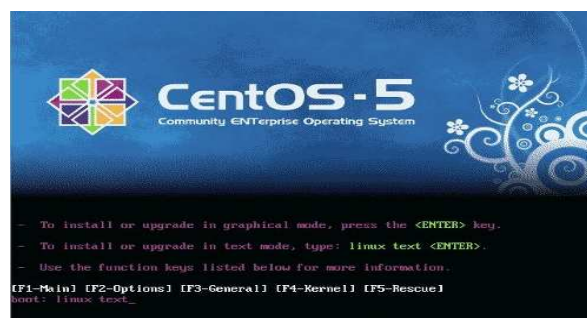


Figura IV - 47Instalador de Centos 5.6

## 2. Seleccionar el idioma para la instalación



Figura IV - 48 Seleccionar Idioma

## 3. Seleccionar el tipo de teclado:



Figura IV - 49 Seleccionar el tipo de Teclado

- Realizar la instalación a través de Internet, con lo que en el siguiente paso es seleccionar HTTP o FTP para el tipo de dispositivo que contiene los paquetes para ser instalados:



Figura IV - 50 Seleccionar http para la instalación a través de Internet

- Configurar las interfaces de red, si se trata de una máquina particular, normalmente la red la tendremos configurada por DHCP, por lo que la configuración por defecto funcionará correctamente, en caso contrario, hemos de seleccionar configuración manual, y especificar los valores de IP, Máscara de Red, DNS, Puerta de enlace, etc.



Figura IV - 51 Configuración Interfaces de Red

6. En este momento se está recuperando la imagen para proseguir con la instalación



Figura IV - 52 Recuperación de la imagen

7. Tras el mensaje de bienvenida, procedemos a la configuración de particiones en el/los discos. Ahora es el momento de la configuración del particionado de los discos. Esto depende de las necesidades de cada uno, ante la duda podéis dejar que sea el propio sistema quien cree un particionado estándar.



Figura IV - 53 Particionar de disco

8. Observamos que se crea un particionado básico con espacio de intercambio (swap), partición /boot para el arranque y la raíz / para albergar el sistema. En este punto si lo desea puede modificar cualquier punto del particionado, modificar el LVM, crear un RAID por Software, etc.:



Figura IV - 54 Particionamiento básico de un disco

9. Elegir el gestor de arranque, utilizamos GRUB por si queremos instalar más sistemas, modificar parámetros de kernel o seleccionar cual utilizar en el arranque, etc.



Figura IV - 55 Seleccionar el gestor de arranque

10. La configuración del gestor de arranque la dejamos tal cual, sin realizar modificaciones:



Figura IV - 56Gestor de arranque

11. Si quiere especificar una contraseña para el grub, si decide hacerlo, cada vez que arranque el equipo, el sistema no pasará del grub hasta que introduzca la contraseña, para la presente instalación no introducimos contraseña al grub



Figura IV - 57Configuración del gestor de arranque

12. Selección de partición para instalar el gestor de arranque (primer sector de partición de inicio o MBR):



Figura IV - 58 Partición para instalar el gestor de arranque

13. Ahora configuramos el hostname de nuestra máquina:



Figura IV - 59 Configurar el hostname



#### 14. Configuración horaria



Figura IV - 60 Configuración de la Zona Horaria

#### 15. Introducir contraseña para el usuario **root**



Figura IV - 61 Contraseña al root

16. Finalmente tenemos que elegir los paquetes y aplicaciones a instalar. En este caso, al ser una instalación mínima desmarco todo, llegados a este punto puede seleccionar el software que estime oportuno, pinchando en “Personalizar la



#### 4.2.3.2 Instalación de Asterisk

##### Descarga y Compilación de Asterisk

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

```
mkdirasterisk  
cdasterisk
```

y ejecutamos las instrucciones de descarga de la última versión de los paquetes necesarios desde la página web de la empresa Digium (creadora e impulsora de Asterisk)

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

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

```
cd /usr/src/asterisk  
  
tar -vxxzf zaptel-current.tar.gz  
  
tar -vxxzflibpri-current tar.gz  
  
tar -vxxzf asterisk-current.tar.gz  
  
tar -vxxzf asterisk-addons-current.tar.gz
```

### 3. Instalar zaptel

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

yejecutar:

```
./configure
```

```
make clean
```

```
make install
```

```
makeconfig
```

### 4. Instalar libpri

```
cd libpri-1.4.0
```

y ejecutar:

```
make
```

```
makeinstall
```

5. Instalar asterisk

```
cd asterisk-1.4.26.1/ cd asterisk-1.4.26.1/
```

yejecutar:

```
./configure
```

```
makemenuselect
```

```
make
```

```
make install
```

6. Instalar asterisk-addons-1.4

```
cd asterisk-1.4.26.1/ cd asterisk-1.4.26.1/
```

y ejecutar:

```
./configure
```

```
makemenuselect
```

```
Make
```

```
makeinstall
```

De esta manera podemos verificar que está correctamente instalado cada uno de los componentes para que la central telefónica ip funcione de acorde lo establecido anteriormente, hay que destacar que se procede a configura los respectivos archivos de configuración.

#### 4.2.3.4 Instalación de iaxRpt - PTT Radio DispatchClient

Iaxrpt es el softphone que es utilizado para la interconexión entre el sistema de radio frecuencias y el servidor asterisk, facultando diferentes opciones, desde la creación de usuarios que estén creados previamente en la central de telefonía ip, de esta manera interactuar con las llamadas postulantes.

Para seguir con esta guía detallaremos paso a paso desde la descarga del software hasta su correcta funcionalidad.

El siguiente link se puede apreciar el link para la descarga del software

[www.xelatec.com](http://www.xelatec.com)

Luego de descargar se procede a la instalación como se indica a continuación:

1. Descomprimir el archivo setup\_iaxrpt\_xippr\_010146.zip



setup\_iaxrpt\_xippr\_010146.zip

Figura IV - 64 Archivo .zip de software iaXrpt

2. Ejecutar el instalador setup\_iaxrpt\_xippr\_010146.exe



setup\_iaxrpt\_xippr\_010146.exe

Figura IV - 65 Instalador de iaXrpt

3. Pantalla de Bienvenida del software iaXrpt, posteriormente dar clic en Next para trasladarnos al siguiente paso de la instalación.

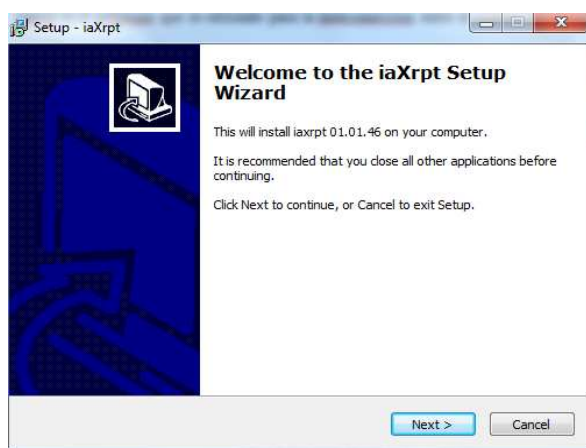


Figura IV - 66 Pantalla de Bienvenida del software iaXrpt

4. Seleccione la ruta donde se va a instalar como estamos en ambiente Windows escogemos la dirección por defecto como es c:\.

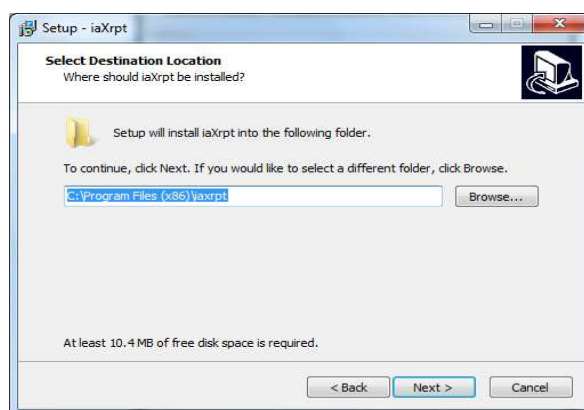


Figura IV - 67 Selección de la ruta de Instalación

## 5. Selección de la carpeta de inicio de iaXrpt

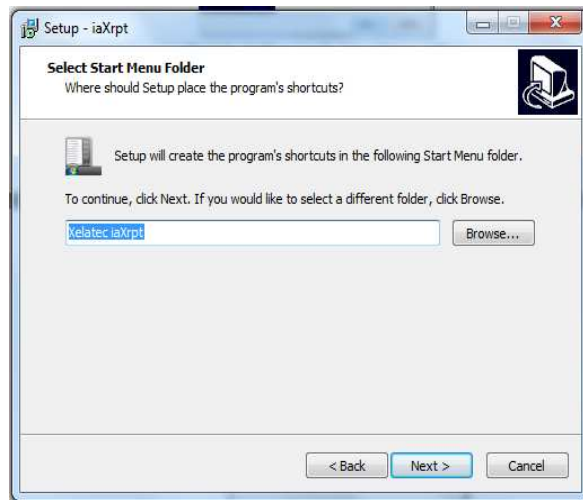


Figura IV - 68 Selección de la carpeta de Inicio

## 6. Informe previo acerca de la instalación de iaXrpt

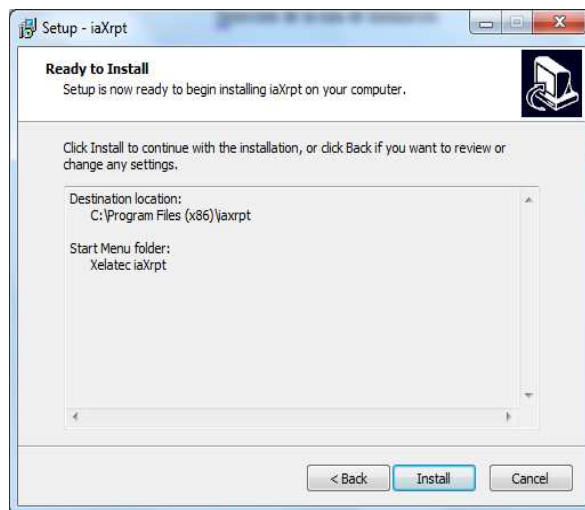


Figura IV - 69 Informe de la instalación de iaXrpt



## 7. Finalización de la Instalación de iaXRpt

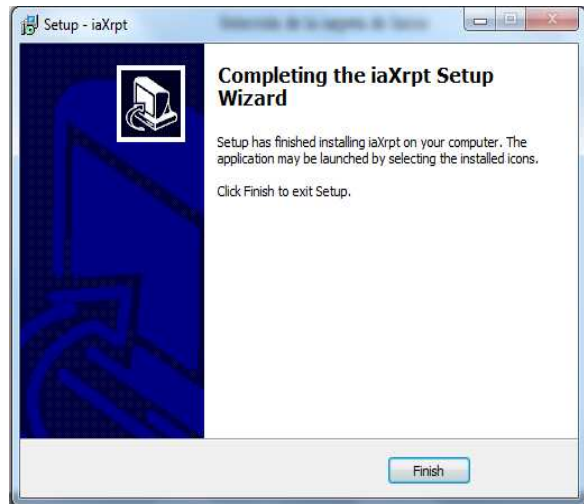


Figura IV - 70 Finalización de la instalación de iaXrpt

## 8. Ejecutar el software Xelatec PPT Dispatcher



Figura IV - 71 Pantalla inicial de xelatec PPT Dispatcher

#### 4.2.4 Archivos a configurar en ROIP

Archivos de Configuración	Función
/etc/asterisk/extensions.conf	AsteriskDialplan (callrouting)
/etc/asterisk/iax.conf	IAX (interasteriskexchange) Configuration
/etc/asterisk/rpt.conf	Repeater/NodeConfiguration
/etc/asterisk/usbradio.conf	USB fobConfiguration
/etc/zaptel.conf	ZaptelDeviceConfiguration

Tabla IV - VIII Archivos a Configurar en RoIP

#### Configuración de extensions.conf

extensions.conf se utiliza principalmente para conexiones entrantes de los nodos remotos al nodo correcto número de app\_rpt. También se utiliza para conexiones de ruta autopatch de salida a varios.

Aquí está un ejemplo de cómo extensions.conf se utiliza para manejar las conexiones entrantes de un solo radio Motorola:

**[radiosecure]**

**exten => 1999,1, rpt, (1999/X)**

En el caso anterior, dos nodos (radio Motorola) se definen como extensiones de asterisk en un "contexto" llamado radiosecure definida por una estrofa [radiosecure].

```
[general]
static=yes ; These two lines prevent the command-line interface
writeprotect=yes ; from overwriting the config file. Leave them here.

[globals]
HOMENPA=619
NODE=1999

;telefonía ip

[local-iax]

exten => 3419,1,Dial(IAX2/3419,10,tTr)
exten => 3419,2,Hangup()

exten => 3130,1,Dial(IAX2/3130,10,tT)
exten => 3130,2,Hangup()

[default]
;
exten => 1,1,Hangup

[radio-secure]
exten => 1999,1,rpt(1999|X)
exten => ${NODE},1,rpt,${NODE}

; Comment-out the following clause if you want Allstar Autopatch service
[pstn-out]
exten= NXXXXXXX,1,playback(ss-noservice)
exten= NXXXXXXX,2,Congestion

; Un-comment out the following clause if you want Allstar Autopatch service
; [pstn-out]
; exten= NXXXXXXX,1,Dial(IAX2/allstar-autopatch/${EXTEN})
; exten= NXXXXXXX,2,Busy

[invalidnum]
exten=s,1,Wait,3
exten=s,n,Playback,ss-noservice
```

Figura IV - 72Imagen archivo extensionés.conf

Una conexión de entrada dirigida a la extensión 1999 terminará llamando app\_rpt (rpt) con un valor de 1999 que si un número de nodo o radio definido en rpt.conf.

### Configuración de iax.conf

Como podemos considerar este archivo es para definir los usuarios de nuestra central telefónica IP, con la diferencia que crearemos un usuario el cual va representar al radio Motorola GM300.

Controles iax.conf define cómo registrar un radio de enlace con un contexto de conexiones entrantes reciben por las declaraciones que existen en extensions.conf, se puede dirigir el conexión con el nodo local correcta. iax.conf contiene dos secciones correspondientes a app\_rpt.

Ponemos en consideración cada una de estas secciones que nos ayudaran para una buena comunicación, existen varios parámetros para una debida configuración de este archivo, teneindo en cuanta que cada parámetro resulta fundamental y eficaz para un desenvolvimiento adecuado del sistema de radio frecuencia

### **[general]**

La sección [general] contiene la configuración global de iax.conf, y también se utiliza para mantener el registro declaraciones de cada nodo se define en el sistema. Una declaración de registro es la siguiente:

```
Inter-Asterisk eXchange driver definition
[general]
bindaddr=0.0.0.0
disallow=all
allow=gsm
allow=g726aal2
allow=ulaw
jitterbuffer=yes
forcejitterbuffer=yes
dropcount=2
maxjitterbuffer=4000
maxjitterinterps=10
resyncthreshold=1000
maxexcessbuffer=80
minexcessbuffer=10
jittershrinkrate=1
cos=0x1E
autokill=yes
delayreject=yes
maxthreadcount=30
maxmaxthreadcount=150
register=1999:1234567@register.allstarlink.org
```

Figura IV - 73Sección General archivo iax.conf

La sección [radio] controla los tipos de códec que pueden ser utilizados, la forma en que se eligen y el contexto en extensions.conf para llamar cuando se produce una conexión entrante desde un nodo remoto.

Para la sección [radio] [3419][3130] para iax.conf debe tener este aspecto:

```
; Incoming radio connections

[radio]
type=user
context=radio-secure
auth=md5
secret=radio
host=dynamic

;secret=radio
;callerid="motorola" <1111>
disallow=all
;allow=ulaw
;allow=alaw
;allow=g726aal2
allow=gsm
;codecpriority=host
;context=radio-secure
nottransfer=yes

[3419]
type=friend
secret=3419
callerid="cristian" <3419>
host=dynamic
context=local-iax
qualify=yes
autokill=yes

[3130]
type=friend
secret=3130
callerid="eduardo" <3130>
```

Figura IV - 74Cuentas creadas en el archivo iax.conf

## rpt.conf

rpt.conf contiene información de configuración para app\_rpt, la aplicación repetidor Asterisk. Se trata de un complejo archivo de configuración, con un gran número de opciones. No vamos a definir las opciones de configuración aquí a menos que requieren una mayor clarificación de lo que está documentado en rpt.conf.sample. Será de gran ayuda tener una copia de rpt.conf.sample.

```
;
; Your Repeater
;

[1999]

rxchannel = Radio/usb
erxgain=-3

etxgain=3

;controlstates=controlstates
;scheduler=schedule;
functions=functions
phone_functions=functions
link_functions=functions
telemetry=telemetry
wait_times=wait-times
context = radio
;callerid = "Repeater" <0000000000>
callerid="Repeater" <1999>
idrecording = |i1999
accountcode=RADIO
hangtime=1000
alhangtime=4000
totime=170000
idtime=540000
```

Figura IV - 75 Archivo rpt.conf

## usbradio.conf

El archivo usbradio.conf mantiene las opciones de configuración para una o más interfaces de radio USB. Hay dos tipos de secciones en este archivo. Una la sección general, y una o más secciones de interfaz de radio.

```
;  
; Usbradio channel driver Configuration File  
;  
[general]  
[usb]  
no,usb,usbinvert,dsp,vox  
; no - no carrier detection at all  
; usb - from the COR line on the modified USB  
sound fob  
; usbinvert - from the inverted COR line on the  
modifye$  
; dsp - from RX noise using dsp techniques  
; vox - voice activated from RX audio  
hdwtype=0  
; Leave this set to 0 for USB sound fobs modified using  
; the instructions from usbfob.pdf. Use a setting of  
; 1 is for Dingotel/Sph interfaces.  
rxboost=1  
; 0 = 20db attenuator inserted, 1= 20db attenuator removed  
; Set to 1 for additional gain if using a low-level receiver output  
rxctcssrelax=1  
; reduce talkoff from radios w/o CTCSS Tx HPF  
; Do not change this, leave this as a 1  
txctcssdefault=100.0  
; default tx ctcss freq, any frequency permitted  
rxctcssfreqs=100.0  
; rx ctcss freqs in floating point. must be in table  
txctcssfreqs=100.0  
; tx ctcss freqs, any frequency permitted  
;rxctcssoverride=0  
; Set to 1 or yes to start out in carrier squelch mode
```

Figura IV - 76 Archivo usbradio.conf

Dentro de los parámetros a configurar dentro de este archivo tenemos los más destacados

<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>
Hwtype	Define el tipo de interfaz de hardware. 0 especifica una versión modificada de USB FOB o URI. 1 especifica una interfaz de tipo Dingotel.
Rxboost	Define si 20dB de ganancia se añade a la entrada de audio de recepción o no.  El valor 0 indica que no se agrega ganancia El valor 1 indica que 20 dB de la ganancia se va a agregar
Rxctcssrelax	Esto siempre debe ser 1. Reduce Talkoff.  Casi todas las radios FM no tienen un filtro de paso alto para atenuar las frecuencias CTCSS en el audio TX
Txctcssdefault	Este es el valor predeterminado TX tono CTCSS, cuando no hay ninguna señal en la entrada.  Este tono es transmitido durante el tiempo de suspensión, telemetría, mensajes, etc



Rxctcssfreqs	<p>Lista de tonos CTCSS para recibir con un decimal de precisión. Es necesario un tono EIA válida. Especifica una o más frecuencias de tono separados por cuanto el Decodificador CTCSS está habilitada, si un tono se detecta en esta lista, el silenciamiento se abrirá. Si se opera en modo full duplex, y el tono CTCSS está también en la lista de frecuencia de transmisióntxctcssfreqs, luego el tono se transmitirá cada vez que hay un tono de la señal recibida.</p> <p>Si se opera en modo full duplex, y el tono sólo se especifica 1, entonces se debe coincidir con la configuración txctcssdefault</p>
Txctcssfreqs	<p>Lista de tonos CTCSS para transmitir. Especifique una o más frecuencias de tono separados por comas. Estos tonos se transmiten cada vez que hay unapetición con un tono recibido en la lista de rxctcssfreqs. Si se opera en su totalidad</p>

	<p>dúplex. y un solo tono se especifica, debe coincidir con la especificada por <code>txctcssdefault</code></p>
<code>Carrierfrom</code>	<p>Portador de la fuente de detección. Opciones (<i>no,dsp, usb, usbinvert</i>).</p> <p><i>No</i> es de ninguna detección de portadores, <i>dsp</i> es portadora de ruido derivado de discriminador,</p> <p><i>Usb</i> de transporte derivados de la entrada USB fob COR,</p> <p><i>usbinvert</i> es para un inversión de la entrada USB fob COR</p>
<code>Ctcssfrom</code>	<p>CTCSS fuente de detección. Opciones (<i>no,dsp</i>).</p> <p><i>No</i> desactiva el CTCSSrequisito y solo se basa en el portador de silenciador.</p> <p><i>dsp</i> utiliza el software CTCSS decodificador para decodificar los tonos CTCSS</p>

Rxdemod	<p>Selecciona el tipo de recepción de audio del software.</p> <p>Opciones: <i>(no,plano)</i></p> <p><i>no</i> se apaga el audio recibir completamente <i>plana</i> selecciona discriminador de audio</p>
Txprelim	<p>TX de procesamiento de audio.</p> <p>Opciones: <i>(no,sí)</i>.</p> <p>Elegir si se convierte en el transmisor</p> <p>La opción <i>Sí</i> se utiliza cuando se conduce un transmisor de FM directamente mediante la inyección de la derecha de audio en el modulador.</p> <p>La opción <i>no</i> ofrece audio que se debe inyectar en la entrada de micrófono de la emisora o en algún momento en el transmisor discurso del amplificador antes de preénfasis y limitante</p>
Txtoctype	<p>Transmitir el manejo CTCSS.</p> <p>Opciones: <i>(no,fase, noTone)</i>.</p> <p>La opción de <i>no</i> ofrece ningún tipo de manipulación CTCSS tono especial, el tono</p>

	<p>CTCSS de transmisión va a permanecer en el tiempo que se tecléa el transmisor.</p> <p>La opción de <i>fase</i> es "Inversa ráfaga" y se invierte la fase del generador de tono justo antes de la unkeys transmisor. Una pequeña cantidad de tiempo de suspensión se agrega para permitir que el tono CTCSS fase inversa para ser enviados.</p> <p>La opción <i>noTonese</i> añade una pequeña cantidad de tiempo en el aire a la emisora durante el cual no el tono CTCSS no es transmitida</p>
Txmixa Txmixb	<p>TX mezclador de salida A / B de control.</p> <p>Hay dos salidas de la URI o modificador USB como el CM108 es un chip de música. txmixa es de salida del mezclador el canal izquierdo y txmixb es el mezclador de salida para el canal derecho.</p> <p>Estos mezcladores puede ser configurado independientemente con diferentes opciones de salida.</p>

	<p>Las opciones son: (no, la voz, el tono, composite, auxvoice).</p> <p>La opción <i>no</i> desactiva la salida del mezclador concreto.</p> <p>La opción de <i>voz</i> configura la salida de la voz sin ningún tono de CTCSS.</p> <p>La opción de <i>tono</i> configura la salida para que sea el tono CTCSS solamente.</p> <p>La opción de <i>composite</i> se configura para que la salida de la voz sea una combinación con el tono CTCSS.</p> <p>La opción <i>auxvoice</i> configura la salida a un nivel de auriculares.</p>
Invertptt	<p>TX PTT polaridad.</p> <p>Opciones: (0, 1).</p> <p>La opción 0 configura la salida del PTT para una baja cuando hay PTT y abierto cuando no hay PTT.</p> <p>La opción 1 es cuando la salida sea baja cuando no hay PTT y se abren cuando hay PTT</p>

<p>Duplex</p>	<p>Procesamiento de doble cara.</p> <p>Opciones (1,0).</p> <p>El valor de 1 permite a los DSP adicionales procesamiento para el soporte de audio de dúplex completo.</p> <p>Un valor de 0 desactiva el adicional Procesamiento DSP y permite al administrador ahorrar ancho de banda de la CPU en aplicaciones donde se requiere sólo de audio halfduplex.</p> <p>Tenga en cuenta que este dúplex ajuste no se hace lo mismo que el que se encuentra en el archivo de configuración <i>rpt.conf</i>.</p> <p>Si usted tiene directamente la interfaz con un repetidor, o full-duplex, esta opción se debe establecer en 1</p>
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla IV - IXParámetro Archivos usbradio.conf

#### 4.2.5 Iniciar y detener Asterisk

##### Parar Asterisk:

/ Root / ácido / astdn.sh

##### Asterisk de partida:

/ Root / ácido / astup.sh

##### Reiniciar Asterisk:

/ Root / ácido / astres.sh

Asterisk se inicia automáticamente cuando el sistema se completa el proceso de arranque.

El CLI de Asterisk

Acceso

De un tipo de root:

asterisk -r

Usted debe obtener el símbolo del sistema:

prueba \* CLI>

Comandos de la CLI

Hay una serie de comandos útiles Asterisk CLI enumerados en la tabla de abajo

Asterisk CLI Command	Funcion
core set verbose <code>level</code>	Establece el nivel de detalle de los mensajes de consola en Asterisk. El parámetro de <code>nivel</code> es un número entre 0 a 7 que indica el nivel de detalle del informe. Nivel 0 <b>apaga todos los nivel de detalle</b>

dialplanreload	Actualiza archivo <i>extensions.conf</i> .
Exit	Forza la salida de asterisk y el control vuelve al <code>shell de sistema</code>
iax2 reload	Actualiza archivo <i>iax.conf</i>
radio active interface	Selecciona la participación activa de la interfaz USB de radio. Para ejemplo, si usted tiene dos interfaces USB llamado usb y usb1 en usbradio.conf, puede seleccionar cuál esta activa de las interfaces tecleando radio active <code>usb</code> o la radio active <code>usb1</code>
radio key	Activa el canal PTT unido a la interfaz de radio
radio unkey	Desactiva el canal PTT unido a la interfaz de radio
Reload	Actualiza todos los archivos de configuración
rptfunnodenumfunction	Ejecuta una función de DTMF en un nodo especificado como si se ha hecho de la radio. Este comando toma dos argumentos <i>nodenum</i> y <i>función</i> . La <i>nodenum</i> parámetro es el nodo que desea enviar la orden de, y es el parámetro de la función <code>función DTMF</code>



	real para llevar a cabo
<code>rptlstatsnodenum</code>	Devuelve la vinculación estadísticas de un nodo específico número <code>nodenum</code>
<code>rptreload</code>	Actualiza archivo <code>rpt.conf</code>
<code>rpt set debug level level</code>	Establece el nivel de depuración para los mensajes de depuración <code>app_rpt</code> .  El parámetro de <code>nivel</code> es un número de 0 a 7 lo que indica el nivel de detalle de informe.  Nivel 0 apaga todos los mensajes de depuración
<code>rptstatsnodenum</code>	Devuelve las estadísticas de <code>nodenum</code> especificado

Tabla IV - XComandos útiles Asterisk CLI

#### 4.2.6 Ajuste de los niveles de audio

Esta guía se describe cómo configurar adecuadamente los niveles de audio en un sistema de RoIP.

Modificar los archivos de configuración para el tipo de radios que tiene (o repetidor halfduplex) y el tipo de soporte detección que quieres hacer.

Asegúrese de que su radio está conectada a la interfaz USB y encendido antes de proceder.

## Procedimiento

Desde el CLI de Asterisk, (para entrar en el Asterisk CLI teclee Asterisk -r en el intérprete de comandos) para establecer el línea de base de ruido del receptor (no hay señal en la frecuencia del receptor) de la siguiente manera:

### radio tune rxnoise

```
test*CLI> radio tune rxnoise
tune rxnoise maxtries=12, target=27000, tolerance=2750
tries=0, setting=2, meas=21123
tries=1, setting=3, meas=23686
tries=2, setting=3, meas=23257
tries=3, setting=3, meas=23979
tries=4, setting=4, meas=25774
tries=5, setting=4, meas=25803
tries=6, setting=4, meas=25806
DONE tries=6, setting=250, meas=25806, sqnoise=9947
INFO: RX INPUT ADJUST SUCCESS.
Rx noise input seems sufficient for squelch.
WARNING: RSSI=710 SQUELCH=500 and is set too loose.
        Use 'radio tune rxsquelch' to adjust.
test*CLI> █
```

Figura IV - 77Comando radio tune rxnoise

Configurado el nivel de entrada de audio de abastecer una señal de FM a 1 kHz con 3 KHz de desviación (sin CTCSS) en la frecuencia del receptor. entonces una vez que la señal está presente.

### radio tune rxvoice

```
test*CLI> radio tune rxvoice
INFO: RX VOICE ADJUST START.
target=7200 tolerance=360
tries=0, setting=1.000000, meas=13441
tries=1, setting=0.535674, meas=7105
tries=2, setting=0.542837, meas=7233
tries=3, setting=0.540360, meas=7016
tries=4, setting=0.540360, meas=7146
tries=5, setting=0.540360, meas=7401
DONE tries=5, setting=0.540360, meas=7401.000000
INFO: RX VOICE GAIN ADJUST SUCCESS.
```

Figura IV - 78Comando radio tune rxvoice

Establecer el nivel de tono CTCSS que aporta un tono de CTCSS a una desviación de 600 Hz la frecuencia deseada (con sin modulación), y el tipo:

### radio tune rxtone

```
test*CLI> radio tune rxtone
INFO: RX CTCSS ADJUST START.
target=2400 tolerance=100
tries=0, setting=1.000000, meas=2624
tries=1, setting=0.914634, meas=2433
tries=2, setting=0.902229, meas=2633
tries=3, setting=0.822388, meas=2165
tries=4, setting=0.911654, meas=2469
tries=5, setting=0.911654, meas=2466
DONE tries=5, setting=0.911654, meas=2466.00
INFO: RX CTCSS GAIN ADJUST SUCCESS.
INFO: RX RSSI=707
```

Figura IV - 79Comando radio tune rxtone

Guardar los niveles de receptor, escriba:

### **radio tune save**

```
test*CLI> radio tune save
Saved radio tuning settings to usbradio_tune_usb.conf
[Sep 14 12:59:56] NOTICE[2329]: chan_usbradio.c:1759 hidthread: USB Parameters written to EEPROM on usb
```

Figura IV - 80Comando radio tune save

Establecer el nivel de tono CTCSS que cero, escriba

### **radio tune txtone 0**

```
test*CLI> radio tune txtone 0
Changed Tx CTCSS modulation setting to 0
```

Figura IV - 81Comando radio tune txtone 0

Para establecer el nivel de transmisión de audio, monitor del transmisor con un medidor de desviación y comenzar con el establecimiento de 500 (que es el punto medio), escribiendo:

### **radio tune txvoice 500**

```
test*CLI> radio tune txvoice 500
Changed txvoice setting on Channel A to 500
Changed Tx Voice Output setting to 500
Tone output starting on channel usb...
Tone output ending on channel usb...
```

Figura IV - 82Comando radio tune txtone 500

Esto hará que el transmisor, que se va, y un tono breve se enviará para que usted pueda medir el nivel de transmisión de audio con el medidor de desviación o monitor de servicio.

El último parámetro es un nivel de audio configuración con una gama de 000 a 999. Establecer el número al que le da 3 KHz de desviación. Repetir la emisora de radio txvoice de comandos con diferentes números (aproximaciones sucesivas) hasta obtener el deseado de 3 KHz de desviación.

Ajuste el nivel del tono CTCSS TX escribiendo lo siguiente:

**radio tune txtone 500**

```
test*CLI> radio tune txtone 500
Changed Tx CTCSS modulation setting to 500
```

Figura IV - 83Comando tune txtone 500

Esto hará que el transmisor, que se va, y un tono de CTCSS breve se enviará para que usted pueda medir el TX CTCSS nivel con el medidor de desviación o monitor de servicio. El último parámetro es un nivel TXCTCSS configuración con una gama de 000 a 999. Establecer el número al que le da 0,6 KHz de desviación.

Repita el comando emisora de radio con diferentes números hasta que llegue el deseado 0,6 KHz de desviación.

Guardar la configuración escribiendo

**radio tune save**

```
test*CLI> radio tune save
Saved radio tuning settings to usbradio_tune_usb.conf
[Sep 14 13:08:46] NOTICE[2329]: chan usbradio.c:1759 hidthread: USB Parameters written to EEPROM on usb
```

Figura IV - 84Comando radio tune save

Ahora se puede probar la configuración para ver si los niveles de audio son aceptables.

## CONCLUSIONES

Los Sistemas de Radio sobre IP, no pueden estar ampliamente difundidos en el mercado nacional, sin embargo, mantener varias características en común con los sistemas de VoIP, salvo por los elementos de señalización propios de las radios, se pueden volver una alternativa viable para vincular, por tal razón que ROIP disminuye costos, otorgando una mayor fiabilidad y mayor interoperabilidad de los sistemas.

Dentro del análisis de las herramientas de software libre se consideró trabajar con el sistema operativo Centos 5.6, por presentar un 100 % de compatibilidad con el módulo APP\_RPT y la interfaz de radio USB, los mismos que se encargan de transformar las señales analógicas en tramas IP.

Se logró establecer un ambiente de trabajo para las respectivas pruebas en el Consejo Provincial de Chimborazo, en la cual se configuro todos los equipos tanto el servidor Asterisk como la base de radio Motorola, y se estableció llamadas desde el softphone hacia el radio portátil Motorola, facultando la medición de los parámetros de ruido, eco, atenuación y retardo desde el punto de vista del usuario.

.

Durante las pruebas realizadas se logró determinar el códec GSM el cual es adecuado para las llamadas desde un softphoneiaxRpt - PTT Radio DispatchClient a radio portátil Motorola, además trabaja con el protocolo IAX2 utilizando el puerto 4569.

Asterisk se utiliza generalmente para la instalación de centralitas PBX de VoIP, pero con la inclusión de canales especiales RPT se utiliza iaxRpt - PTT Radio DispatchClient para controlar repetidoras de radio.

## RECOMENDACIONES

Los sistemas convergentes son vitales hoy en día para satisfacer las necesidades de todo tipo de empresa, por tal razón es importante estar bien informado sobre las diferentes tecnologías que permiten ofrecerlos, así como manejar los conocimientos fundamentales involucrados en el funcionamiento de estos.

Al momento de seleccionar el protocolo se debe considerar cada una de las características de soporte, es por esta razón que IAX2 es compatible con usuario de radio Motorola, a lo contrario de SIP que no ofrece soporte para trabajar con este tipo de tecnología.

La realización del proyecto de titulación deja un mensaje claro, y es que la formación integral de un ingeniero debe amalgamar, la claridad en los conceptos aprendidos en la universidad con unas prácticas profesionales de calidad que permitan ir consolidando el accionar y desenvolvimiento que un ingeniero debe presentar frente a los retos que vaya asumiendo en el ejercicio de sus labores.

Para la implementación del servidor PBX se recomienda el uso de la distribución CentOS 5.6, debido a la gran cantidad de usuarios que trabajan con Linux.

Si el motivo de ahorrar costos en teléfonos IP se recomienda utilizar Softphones Xlite (Windows), Sipp (Linux/Windows), Kiix (Linux), Zoiper (Linux/Windows) entre otros.



## RESUMEN

Se implementó un sistema de radio frecuencia con VoIP bajo software libre para el Honorable Consejo Provincial de Chimborazo con la finalidad de mejorar la cobertura en el sistema de comunicación de los trabajadores del área de construcción vial.

Para el desarrollo de esta integración de los sistemas de comunicación se aplicó el método analítico y deductivo los cuales nos permiten establecer una secuencia ordenada de acciones como la identificación del problema, establecimiento de la hipótesis, recolección de información, análisis de resultados y la comprobación de la hipótesis, de esta forma establecer nuestras conclusiones sobre la implementación realizada, además se utilizó la distribución de estadísticas t Student basado en parámetros para medir la aceptación de la hipótesis.

Se utilizó: una interfaz de Radio USB (URI), un Radio Base Motorola GM300, un cable DB25 (conectar la tarjeta URI con el accessory pin del Radio Motorola), una estación portátil Motorola Pro 5150 elite, un servidor Asterisk1.4.22 con Sistema Operativo Centos5.6 precargado el módulo APP\_RPT.

Para la recopilación de la información se utilizó la encuesta para evaluar parámetros como el ruido, retardo, eco y atenuación luego se procedió al cálculo estadístico mediante la distribución de t Student facultándonos el siguiente resultado 2.44, cuyo valor corresponde a la aceptación que la integración del Sistemas de radio frecuencias con VOIP mejoró la

cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial y por esta razón se rechaza la hipótesis nula.

En conclusión se logró integrar el sistema de Radio Frecuencias con VoIP (RoIP) en el Prototipo de Pruebas planteado el mismo que permite una transmisión confiable, segura y en tiempo real.

Se recomienda verificar la comunicación cada vez que se vaya a utilizar el sistema de Radio Frecuencia, así como también leer la respectiva Guía de Referencia para la correcta operación de la misma.

## SUMMARY

A radio frequency system was implemented with viop under a free software for the Honorable Provincial Council of the Chimborazo to improve the coverage in the communication system of the workers of the vial construction area.

For the development of this integration of the communication systems, the analytical and deductive methods were applied which permit to establish an ordered sequence of actions such as, the problem identification, and stating the hypothesis, information collection, result analysis and the hypothesis testing, so as to establish our conclusions on the performed implementation; moreover, the statistics distribution t Student base don parameters to measure the hypothesis acceptance.

Is used.. the following were used: a radio interface USB(URI), a Motorola GM300 Radio Base, a cable DB25 (connect the card to the accessory pin if the Motorola Radio), a portable Motorola Pro 5150 elite station and an Operative System Centos 5.6 with the pre-charged module APP-RPT.

For the information collection the questionnaire was used to evaluated parameters such as, noise, retardation, echo and attenuation; then the statistical calculus was made through the distribution of the T Student resulting in 2.44, whose value corresponds to the acceptance that the radio Frecuency Systems integration with VOIP improved the communication system

coverage of the workers of the Honorable Provincial Council, and, for this reason the null hypothesis is discarded,

As a conclusión, it was possible to integrate the radio Frecuency System with VoIP (RoIP) in the test prototype, which permits a reliable, secure and in-real time transmission.

It is recommended to verify the comunication the time the radio Frecuency is going to be used as well as read the corresponding References guide fir its correct operation

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

### **RoIP**

Radio sobre Protocolo de Internet, o RoIP, es similar a la VoIP , pero aumenta la radio de dos vías de comunicación en lugar de las llamadas telefónicas. Desde el punto de vista del usuario, se trata esencialmente de VoIP con PTT (PushToTalk). Con RoIP, al menos un nodo de una red de radio es un (o una radio con un dispositivo de interfaz IP) conectados a través de IP a otros nodos de la red de radio.

Es útil en la tierra de telefonía móvil los sistemas utilizados por los departamentos de seguridad pública y de las flotas de las utilidades repartidas en una amplia área geográfica

### **ASTERISK**

Asterisk es una aplicación para controlar y gestionar comunicaciones de cualquier tipo, ya sean analógicas, digitales o VoIP mediante todos los protocolos VoIP que implementa.

Asterisk es una aplicación OpenSource basada en licencia GPL y por lo tanto con las ventajas que ello representa, lo que lo hace libre para desarrollar sistemas de comunicaciones profesionales de gran calidad, seguridad y versatilidad.

### **IAX**

IAX (Inter-AsteriskExchangeprotocol) es uno de los protocolos utilizado por Asterisk, un servidor PBX (central telefónica) de código abierto patrocinado por Digium. Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX.

**DMK EngineeringInc**

DMK EngineeringInces una empresa experta en soluciones de alto valor tecnológico ofrece servicios de diseño de productos y soluciones de ingeniería para una amplia gama de consumidores, clientes industriales, médicas y militares.

DMK sirve a clientes en la amplia gama de campos, incluyendo: detección industrial, robótica y control de movimiento, aeroespacial y de defensa, la fotografía aérea, infrarrojo, visible, y la óptica ultravioleta, la inspección automatizada, las comunicaciones de fibra óptica, guía láser, productos médicos

### **PTT**

El Pulsar para Hablar, en inglés PushtoTalk, comúnmente abreviado como PTT o PPH, es un método para hablar en líneas half-duplex de comunicación, apretando un botón para transmitir y liberándolo para recibir. Este tipo de comunicación permite llamadas de tipo uno-a-uno o bien uno-a-varios (llamadas de grupos).

El PTT es una característica que está disponible en casi todos los equipos de radio, ya sean portátiles o móviles, además en ciertos modelos de teléfono móvil.

### **VoIP, VoiceOver Internet Protocol**

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

**Jitter**

Es un termino utilizado para indicar fluctuaciones momentarias en la señal de transmisión. Esto ocurre en computación cuando un paquete de datos llega a destino a destiempo con respecto al standard de tiempo. En telecomunicaciones, esto puede resultar en una variación abrupta de las características de la señal, como el intervalo entre pulsos sucesivos.

**LAN, Local Area Network**

Una LAN es un grupo de computadoras y dispositivos asociados que comparten una misma línea de comunicación tanto alambica como inalámbrica, también pueden compartir los recursos de un server generalmente en un área geográfica pequeña (por ejemplo, una oficina)

**PBX, PrivateBranch Exchange**

Es un sistema telefónico para convertir las llamadas de Telefonía IP hacia el sistema telefónico tradicional TDM. Soporta tanto teléfonos analógicos como digitales.

**RTP, Real-Time TransportProtocol**

Comúnmente usado con redes IP, RTP fue diseñado para proveer al transporte de redes funciones para transmisión de aplicaciones y datos en tiempo real tales como audio, video, simulación de datos, y servicios de multicast o unicast. RTP también brinda servicios de sequencenumbering, time stamping y sistemas de monitoreo en tiempo real de aplicaciones.

**Softphone, Software Phone, Webphone**

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



## BIBLIOGRAFÍA

1. CARRANZA LUJAN, J; Redes de Computadores;2a ed.; México DF – México; Megabyte;2008. Pp. 490-550.
2. GONCALVES, F; AsteriskPBXGuía de configuración;2a ed.; trad. PÉREZ, Oscar; Rio de Janeiro – Brasil;Independiente; 2008.Pp. 362-370.
3. GONZALEZ PEREZ, M;Redes de Comunicaciones;3a ed.; Bogotá – Colombia; Banco de la República, 2010. Pp. 98-99.
4. SHEPARD, S;Guía completa de Protocolos de Telecomunicaciones;2aed.; Madrid-España; McGraw – Hill;2007.Pp. 503-528.
5. SCHRODER, C;Redes en Linux: Guía de Referencia; 2a. ed.;Madrid - España. Anaya Multimedia;2008. Pp. 520-580.
6. GOMEZ LOPEZ, J; Voz IP y Asterisk;2aed.;Bogotá-Colombia; Alfaomega; 2009. Pp. 348-365.

## **7. RADIO FRECUENCIA CON VOZ IP**

<http://www.bicubik.net/2009/12/29/>

<http://omnitronicsworld.com/products-services/voip-connectivity>

<http://www.slideshare.net/alexbogus/asterisk-roip-radio-over-ip>

2011/04/04

## **8. CATÁLOGOS DE DISPOSITIVOS PARA ROIP**

[http://dmkeng.com/URI\\_Order\\_Page.htm](http://dmkeng.com/URI_Order_Page.htm)

<http://www.xworks.co.nz/>

<http://www.uricables.com>

2011/04/06

## **9. ASTERISK Y VOIP**

<http://www.asteriskdocs.org/modules/tinycontent/index.php?id=11>

<http://www.voipinfo.org>

<http://www.asterisk.org>

<http://wiki.asterisk-es.org/tiki-index.php?page>

[http://voip.megawan.com.ar/doku.php/asterisk\\_archivos\\_de\\_configuracion](http://voip.megawan.com.ar/doku.php/asterisk_archivos_de_configuracion)

<http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/>

2011/04/07

## **10. CREAR UNA GUÍA DE REFERENCIA**

<http://guia.mercadolibre.com.mx/hacer-una-red-casera-22664-VGP>

<http://universoguia.com/guia-para-crear-una-red-hogarena/>

2011/06/14

## **11. RADIOS MOTOROLAS**

<http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Productos>

<http://www.radiocomunicacion.com.pe/radio-motorola->

[xtl1500.htmhttp://www.scribd.com/doc/15361013/Presentacion-Espectro](http://www.scribd.com/doc/15361013/Presentacion-Espectro)

2011/06/15

## **12. SOFTWARE LIBRE BAJO LINUX – CENTOS 5.6**

<http://www.regoremor.com/share/linux/comandos-linux.htm#B.02>

<http://debianlinux.blogcindario.com/2007/10/00008-comandos-en-ian.html>

2011/07/12

# Anexos

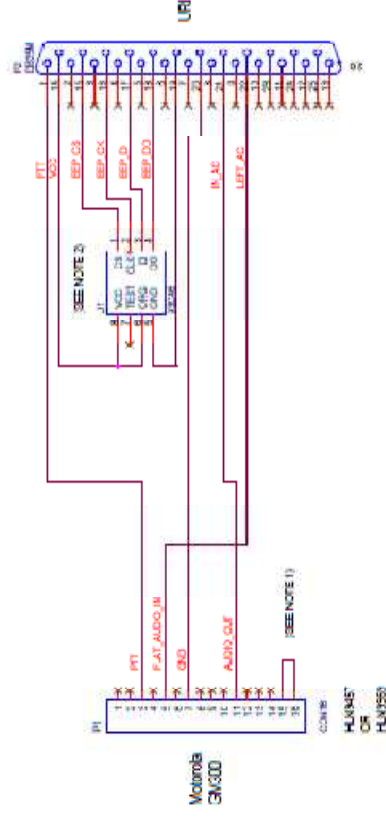
# **Anexo I**

**Planificación inicial**



# **Anexo II**

**Esquema Construcción del cable  
DB25 (Conectar Motorola GM300  
con la Interfaz de Radio USB- URI)**



- NOTES:
1. OPTIONAL JUMPER PINS 15-16 REMOVED LOCAL SPEAKER
  2. USE 6EET VERSION ONLY, DO NOT USE 6EET EFFRON 1504A

This schematic is distributed  
WITHOUT ANY WARRANTY  
MERCHANTABILITY or FITNESS

DMK Engineering, Inc.  
URI-GM300 Itr



# **Anexo IV**

## **Encuesta – Evaluación**

**Encuesta realizada al personal del Consejo Provincial de Chimborazo sobre la Integración de Sistemas de Radio Frecuencias con VoIP (ROIP)**



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

**Objetivo:** La presente encuesta tiene como objetivo la comprobación de la hipótesis de la tesis titulada **“La integración de Sistemas de radio frecuencias con VOIP mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial de Chimborazo”**

Por favor complete la encuesta con la mayor franqueza, señale sus respuestas con una “X”.

1. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe RETARDO bajo?**

**El retardo se define como el tiempo que tarda en llegar un paquete desde la fuente al destino.**

Si

No

2. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe ECO bajo?**

**El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original**

Si

No

3. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe RUIDO bajo?**

**El ruido se define como un sonido molesto bien sea por su incoherencia, por el volumen o por ambas cosas.**

Si

No

4. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe menos ATENUACIÓN de la señal?**

**La atenuación es cuando la energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión**

Si

No

5. **¿Cree Ud. Que la integración de sistemas de Radiofrecuencias con VoIP es necesaria para la comunicación entre los trabajadores del Consejo Provincial de Chimborazo?**

Si

No

6. **¿Considera Ud. Que al utilizar la infraestructura del Sistema de Radio Frecuencias con VoIP garantiza disponibilidad de la red en situaciones de emergencia?**

Si

No

**Firma \_\_\_\_\_**

**Gracias por su colaboración**



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

**Objetivo:** La presente encuesta tiene como objetivo la comprobación de la hipótesis de la tesis titulada **“La integración de Sistemas de radio frecuencias con VOIP mejorará la cobertura del sistema de comunicación de los trabajadores del Honorable Consejo Provincial de Chimborazo”**

Por favor complete la encuesta con la mayor franqueza, señale sus respuestas con una “X”.

1. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe RETARDO bajo?**

El retardo se define como el tiempo que tarda en llegar un paquete desde la fuente al destino.

Si

No

2. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe ECO bajo?**

El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original

Si

No

3. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe RUIDO bajo?**

El ruido se define como un sonido molesto bien sea por su incoherencia, por el volumen o por ambas cosas.

Si

No

4. **¿Considera Ud. Que en la Integración de Radio Frecuencias con VoIP existe menos ATENUACIÓN de la señal?**

**La atenuación es cuando la energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión**

Si

No

5. **¿Cree Ud. Que la integración de sistemas de Radiofrecuencias con VoIP es necesaria para la comunicación entre los trabajadores del Consejo Provincial de Chimborazo?**

Si

No

6. **¿Considera Ud. Que al utilizar la infraestructura del Sistema de Radio Frecuencias con VoIP garantiza disponibilidad de la red en situaciones de emergencia?**

Si

No

**Firma** \_\_\_\_\_

**Gracias por su colaboración**