



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE TECNOLOGIAS

Programa de Especialización Tecnológica
en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones

SEMINARIO DE GRADUACION

**“Implementación de Voz Sobre IP en la Universidad de Machala
Usando como Central Telefónica Servidores con Sistema
Operativo Libre y Software Libre”**

TESINA DE SEMINARIO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
Tecnólogo en Sistemas de Telecomunicaciones

PRESENTADO POR

Elvis Steven Santillán De La A.
Andy Santiago Calva Alvarado

**Guayaquil - Ecuador
2012**

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento y gratitud en primer lugar a Dios por haberme concedido la vida, la capacidad y sabiduría necesaria, para cumplir con éxito este proyecto con el cual da inicio mi vida profesional.

A todos los familiares que me apoyan y me llevan en su corazón, especialmente, a mi padre Víctor por enseñarme a disfrutar del trabajo, a mi madre Roció por escucharme en todo momento, y a mi hermano Alexander por ayudarme en las etapas anteriores de mi vida, y todos por haberme dado su apoyo incondicional durante el proceso de desarrollo de la tesis.

Al M.T. Iván Ruiz Peña Director de tesis por la ayuda técnica brindada, y por su gran sentido de responsabilidad al guiarme con sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de este trabajo investigativo.

A las autoridades y profesores de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, quienes impartieron su sabiduría y forjaron en mí el conocimiento necesario para responder de la mejor manera en mi vida profesional, en especial agradezco a los docentes relacionados con mi tema de tesis, quienes dedicaron en varias ocasiones su tiempo ya sea compartiéndome sus conocimientos o ayudándome con algunas actividades indispensables para cumplir con los objetivos de este trabajo.

A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera, formaron parte del desarrollo de este proyecto de investigación.

Elvis Santillán De La A.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que me ayudaron de alguna manera al desarrollo de la tesis.

A mis padres y hermanos, por darme siempre la mejor educación que haya podido tener y su apoyo incondicional siempre que los necesito.

Al M.T. Iván Ruiz Peña Director de tesis, por confiar en mí y darme toda la logística necesaria para poder realizar este trabajo de investigación, por darme la oportunidad de enseñar lo poco que sé y lo que he ido aprendiendo, y por apoyarme en todas las correcciones de la Tesis y en el planteamiento de la misma.

A mis compañeros de promoción, sin su ayuda y consejos no hubiera podido terminar a tiempo.

Por último, quisiera agradecer a todas aquellas personas que sin querer olvido, muchas gracias de todo corazón.

Andy Calva Alvarado.

DEDICATORIA

Nosotros dedicamos nuestra Tesis a Dios por darnos la fortaleza y sabiduría en cada acto de nuestras vidas.

A nuestros queridos y admirables padres y demás familiares por su apoyo incondicional día a día, que ayudaron a incentivarlos por este camino de superación.

Para las personas que hagan uso de esta tesis en sus labores investigativas relacionado con el tema.

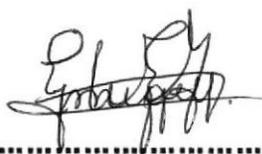
Elvis Santillán De La A.

Andy Calva Alvarado.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



.....
M.T. Iván Ruiz Peña
DIRECTOR DE TESIS



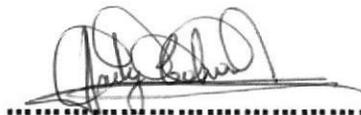
.....
Msc. Washington Enríquez Machado
PROFESOR DELEGADO POR EL DIRECTOR DEL INTEC

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, corresponden exclusivamente al autor; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

ELVIS SANTILLAN D.

Elvis Steven Santillán De La A



Andy Santiago Calva Alvarado



ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA
DEL LITORAL

RESUMEN

En el ámbito educativo el tema de las telecomunicaciones toma un interés especial cuando se trata de precios y calidad, la razón es el correcto funcionamiento de las estructuras.

Hoy por hoy es bien sabido que si no hay una correcta comunicación entre los niveles que conforman cualquier estructura educativa, simplemente no funciona como se espera, es por esto que las universidades actualmente necesitan de una estructura de comunicación a bajo precio, eficiente y acorde a sus necesidades.

Muchas empresas del ramo de las telecomunicaciones ofrecen productos que satisfacen estas necesidades, pero sus soluciones comerciales son cerradas, propietarias, y frecuentemente costosas. Con el Asterisk cambia todo: es una tecnología abierta que proporciona un estándar de comunicaciones VoIP, por lo que no se está sujeto a las limitaciones de ningún fabricante, se está en libertad para desarrollar las innovaciones que se requieran y en general no se impone ningún límite.

Este proyecto de investigación estudia la implementación de un sistema de voz sobre IP en la Universidad de Machala, empleando para ello un estándar de comunicación y el uso de alternativas de software libre y Open Source. El presente proyecto además tiene como principal objetivo proponer una solución a un problema de comunicación existente entre las extensiones de la Universidad ubicada en Machala y sus extensiones situada en la ciudad de Guayaquil y Quito.

Actualmente la Universidad de Machala tiene un enlace de radio con el cual se conecta con sus extensiones solo para la transmisión de datos; posee su propio sistema telefónico y red de datos separados, provocando un gasto en consumo de comunicaciones, altos costos y demás gastos innecesarios. Con la implementación de este proyecto se reducirán los costes que se generan por la intercomunicación entre las facultades y extensiones.

El desarrollo de la tesis se divide en tres capítulos de cuales en forma secuencial abarcan los conceptos básicos que debemos conocer sobre la voz sobre IP; luego se hablara sobre cómo actualmente se encuentra la red de voz y datos de la universidad. A continuación se mostrara el planteamiento del problema, con su solución y con el software, códec, protocolos y equipos que implantaremos en nuestra nueva red de voz sobre IP

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	3
ÍNDICE DE TABLA	4
ABREVIATURAS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO 1.....	8
1.1 Definición de VoIP.....	8
1.2 Funcionamiento.	8
1.3 Componentes principales de la VoIP.....	9
1.4 Codificación de la voz	10
1.5 Factores que intervienen para una buena calidad de voz.....	10
1.5.1 Latencia.....	10
1.5.2 Jitter.....	10
1.5.3 Pérdida de Paquetes.....	11
1.5.4 Eco.....	11
1.6 Asterisk.....	11
CAPITULO 2.....	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Situación Actual de la Universidad.....	12
CAPITULO 3.....	15
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.1.1 Deficiencias percibidas en los procesos de comunicación de voz actual usados en la universidad.	15
3.2 Objetivos del proyecto	16
3.2.1 Objetivo principal.....	16
3.2.2 Objetivos específicos.....	16
3.3 Justificación del proyecto	16
3.4 Solución.....	17
3.4.1 Elección del Códec.....	18

3.4.2 Elección del Protocolo de señalización	18
3.4.3 SERVIDOR SIP	19
3.4.4 Equipos Terminales.....	20
3.4.5 Gateway de voz analógico	21
3.5 Cotización del proyecto	22
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA	26



BIBLIOTECA
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1.- Definición de VoIP	8
Ilustración 2.-Componentes Principales de la VoIP	9
Ilustración 3.- Red de voz de la Universidad	13
Ilustración 4.- Red de datos de la Universidad.....	14
Ilustración 5.- Implementación de la VoIP	17
Ilustración 6.- Terminal Digium D40	21
Ilustración 7.- Gateway Analógico Patton.....	22



ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.- Características de Asterisk.....	19
Tabla 2.- Característica del Terminal Digium D40	20
Tabla 3.- Comparación de Gateways Analógicos.....	22
Tabla 4.- Cotización del Proyecto.....	23



ABREVIATURAS

VoIP.- Voice Over Internet Protocol – Voz sobre el Protocolo de Internet.

IP.- Internet Protocol – Protocolo de Internet.

LAN.- Local Area Network – Red de Area Local.

WAN.- Wide Area Network – Red de Area Amplia.

PBX.- Private Branch eXchange – Ramal Privado de Conmutación Automatica.

SIP.- Session Initiation Protocol – Protocolo de Inicio de Sesión.

IAX.- Inter – Asterisk eXchange.

GPL.- General Public License – Licencia Publica General.

TCP.- Transmission Control Protocol – Protocolo de Control de Transmisión.

DSP.- Digital Signal Processor – Procesador Digital de Señal.

RTC.- Red Telefónica Conmutada.

CODEC.- Codificador/Decodificador .

PSTN.- Red Telefónica Pública Conmutada.

FXO.- Foreign Exchange Office.

SNMP.- Simple Network Management Protocol - Protocolo de Administration de Red Simple.

HTTP.- Hypertext Transfer Protocol – Protocolo de Transferencia de Hipertexto.

DHCP.- Dynamic Host Configuration Protocol – Protocolo de configuración dinámica de host.

TFTP.- Trivial file transfer Protocol - Protocolo de transferencia de archivos trivial.

TELNET.- Telecommunication Network – Redes de Telecomunicaciones



INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología informática, ha alcanzado increíbles avances, permitiéndonos desde almacenar una pequeña carta en un dispositivo de almacenamiento hasta enviarnos datos, voz y video a través de medios alámbricos, inalámbricos y porque no decirlo comunicaciones satelitales, que permiten comunicar a individuos y/o instituciones ubicadas en cualquier parte del planeta y fuera de este.

Es así, como hoy en día algunos servicios como la telefonía convencional (por conmutación de circuitos), han pasado a otro entorno, nos referimos a la telefonía IP (por conmutación de paquetes), que aprovechando la tecnología sobre IP, implementa la comunicación de voz sobre el protocolo de Internet. Gracias a esta novedosa tecnología, se pueden brindar servicios de comunicación de voz entre redes de datos (LAN, WAN, Internet), que se encuentren en lugares geográficamente distantes. Así como también implementarlo en telefonía fija en hogares y empresa.

La Tecnología VoIP, junto con nuevas aplicaciones Web, son para muchos la tecnología del futuro en las comunicaciones. De igual forma y en paralelo a estos avances, se han desarrollado herramientas de software, que permiten implementar servicios de telefonía a través de una PBX virtual basada en IP, mediante el empleo de protocolos como H.323, SIP, IAX (los más utilizados en el medio), entre otros. Es así como hoy en día encontramos software como Asterisk con soporte para VoIP.

La Voz sobre IP permite digitalizar la voz utilizando dispositivos electrónicos para poder ser enviados en pequeños paquetes IP y así transportar la voz, utilizando protocolos de inicio de sesión, control, digitalización, codificación y decodificación que permite aprovechar los beneficios que ofrecen las redes de datos.

Al parecer un proceso bastante sencillo, pero en el fondo tiene temas que no son tan visibles para el usuario final, tales como la calidad de servicio, calidad de la voz, manejo eficiente del ancho de banda utilizado para transmitir por las redes de datos y otros más los cuáles serán tratados en el presente documento.

La telefonía sobre IP es un método de comunicación masiva y de gran avance en la actualidad es importante realizar un estudio y análisis de esta tecnología que es una infraestructura la cual podría llegar a sustituir a las PBX tradicionales.

Para estos se implementará un servicio de Voz sobre IP sobre la plataforma de código abierto Asterisk.

Esto se logrará utilizando solamente herramientas con licenciamiento GPL de software libre, donde el sistema operativo será Linux sobre la cual se montará un IP PBX basado en el software Asterisk, que es un PBX con soporte para VoIP que se puede administrar vía web.

El desarrollo de la tesis se divide en tres capítulos de cuales en forma secuencial abarcan los conceptos básicos que debemos conocer sobre la voz sobre IP; luego se hablara sobre cómo actualmente se encuentra las redes de voz y datos de la universidad. A continuación se mostrara el planteamiento del problema, con su solución y con los software, códec, protocolos y equipos que implantaremos en nuestra nueva red de voz sobre IP.



BIBLIOTECA
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

CAPITULO 1

1.1 Definición de VoIP.

El principio básico del funcionamiento de la tecnología de VoIP, consiste en transportar señales de voz, a través de redes de conmutación de paquetes basadas en los protocolos TCP/IP.

El proceso se inicia cuando la señal de voz analógica se digitaliza utilizando un proceso de codificación para luego ser comprimidas en paquetes de datos los cuales son transmitidos a través de las redes de datos, utilizando el Protocolo de Internet. Estos paquetes son re-ensamblados en el receptor para recuperar la señal de voz original.

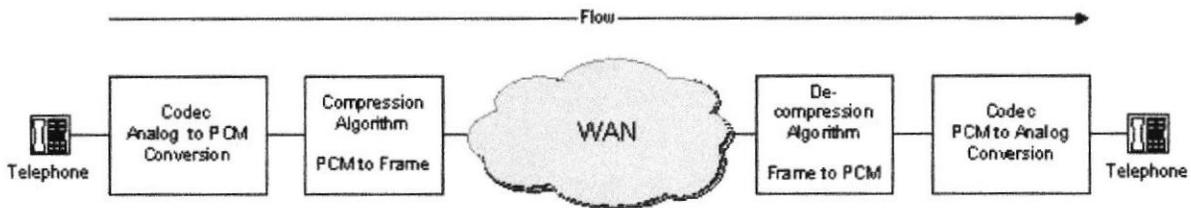


Ilustración 1.- Definición de VoIP

Las razones del porque esta nueva forma de comunicación se está difundiendo de una manera tan veloz son variadas, sin embargo resaltan dos de ellas:

- Las comunicaciones resultan muchas más económicas.
- Los costos de mantenimiento son muchos menores, y los equipos involucrados en este tipo de comunicaciones, están disminuyendo continuamente sus costos; haciendo la tecnología mucho más accesible para el público.

1.2 Funcionamiento.

En el transporte de voz sobre protocolo IP, la voz se convierte en paquetes de datos de voz comprimida, adoptando la forma de una datagrama IP, los cuales son transmitido a través de la red como si fueran datos; la transmisión de voz sobre protocolo IP requiere de un elemento que transforme la voz a datos y realice la división en paquetes IP, este se conoce

como DSP, los cuales se incorporan comúnmente en los gateways los cuales son los encargados de transmitir los paquetes IP.

En un nodo destino se encuentra otro gateway en donde se produce el proceso inverso. Para ser más preciso, los gateways en el caso de comunicación entre teléfono y un PC poseen una conexión hacia la RTC y una hacia internet, digitaliza la voz si es que no le esta, comprime, empaqueta, y realiza la traslación entre direcciones IP y números de la RTC, realizando el proceso simultáneamente en ambos sentidos. Cuando la llamada se realiza entre teléfonos a través de la red IP (por ejemplo Internet) pertenecientes a la RTC, el proceso se realiza de forma similar, empleando en este caso dos gateways, uno en cada extremo.

1.3 Componentes principales de la VoIP

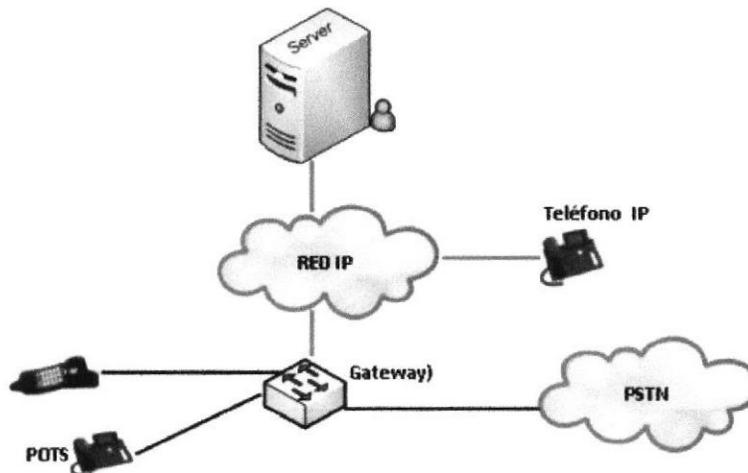


Ilustración 2.-Componentes Principales de la VoIP

- El gateway convierte las señales desde la interfaces de telefonía tradicional a VoIP. Se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario.
- Un teléfono IP es un terminal que tiene soporte VoIP nativo y puede conectarse directamente a una red IP. Se pueden implementar tanto software como hardware. El término terminal es usado para referirse a un gateway, un teléfono IP, o una PC con una interfaces VoIP.
- Red IP es la que permite conectividad entre las diferentes sucursales, puede ser una red IP privada, una Intranet o el internet.
- Servidor provee el manejo y funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red. Son el centro de toda la organización VoIP, y serian el sustituto para las actuales centrales.

Normalmente implementadas en software, en caso de existir, todas las comunicaciones pasarían por él.

1.4 Codificación de la voz

La voz tiene que codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso del Códecs que garanticen la codificación y compresión del audio o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el Códec utilizado en la transmisión, se utilizara más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

1.5 Factores que intervienen para una buena calidad de voz.

1.5.1 Latencia.

A la latencia también se la llama retardo. Es un problema general de las redes de telecomunicaciones. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo en que se demora un paquete en llegar desde la fuente a su destino.

El retardo de extremo a extremo debe ser inferior a 150 ms, esta recomendación se encuentra ligada a la capacidad auditiva de los humanos, que son capaces de detectar de 200 a 250 ms.

1.5.2 Jitter.

Es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información viaja en paquetes, cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino.

El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

El valor recomendado para el jitter es menor a o igual a 100 ms para tener una comunicación sin molestias.

1.5.3 Pérdida de Paquetes.

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquete no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor.

La pérdida de paquetes puede ser ocasionado por errores producidos en algún equipo que permite la conectividad de la red, o por la congestión que se puede dar en el tráfico de la misma.

Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se produce pérdida de paquetes en ráfagas.

La tolerancia a la pérdida de paquetes varía de acuerdo al códec que se utilice. Sin embargo se recomienda en general que la pérdida sea menor de 1%.

1.5.4 Eco.

El Eco se produce por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y regresa por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación.

El eco también se define como una reflexión retardada de la señal acústica original. El eco es especialmente molesto cuanto mayor es el retardo y cuanto mayor es su intensidad, con lo cual se convierte un problema en VoIP puesto que los retardos suele ser mayores que en la red de telefonía tradicional.

En este caso se recomienda que el eco sea menor a 65 ms pero lo más importante es la atenuación de 25 a 30 dB para que no sea molesto para el oído humano.

1.6 Asterisk.

Es una PBX completa en software. Funciona en Linux, BSD, Windows y OS X y proporciona todas las características que usted esperaría de una PBX y más. Puede inter-operar con casi todo equipo de telefonía basado en estándares usando hardware relativamente barato.

Asterisk te da una conectividad de tiempo real en las redes PSTN y VoIP.

CAPITULO 2

2.1 Antecedentes

La Universidad de Machala fundada en el año 1969 en la Provincia del El Oro con sede principal en la ciudad de Machala y sus extensiones en la ciudad de Guayaquil y Quito. La Universidad de Machala es una institución de Educación Superior reconocida en su área de influencia formadora por profesionales, con capacidades científico-técnicas, ética, solidaria, con identidad nacional, que aporta, creativamente, a través de la docencia, investigación, vinculación y gestión, a la solución de los problemas del desarrollo sostenible y sustentable.

La Universidad de Machala es una institución de educación superior que no puede brindar una comunicación de calidad debido a que carece de los recursos necesarios para lograrlo por el uso ineficiente de recursos económicos, debido a que se debe usar una o más líneas telefónica por cada facultad o extensión, con lo cual se debe pagar además de renta fija los minutos utilizados durante la comunicación.

También tiene dificultad para comunicarse con los catedráticos que se encuentran fuera de las facultades y extensiones los cuales se tienen que comunicar mediante celular para realizar coordinaciones, sin embargo el costo de la telefonía celular es muy elevado.

La Universidad por no contar con un sistema de telefonía que le permita mantener una comunicación directa con las distintas facultades y extensiones que tiene la Universidad, provocaba muchas molestias a los directivos de la Universidad y a las autoridades de todas las facultades y extensiones que debían de destinar un día para ir a la sede universitaria para presentar algún informe o manifestar alguna necesidad o inconveniente que se presente en dicha facultad.

La proliferación de universidades que ofertan carreras universitarias y el crecimiento de la demanda por la educación superior en especial de la tecnología de la información obligan a la Universidad de Machala a ser más competitiva.

2.2 Situación Actual de la Universidad

La Universidad de Machala presenta una infraestructura de voz y datos por separado, cada facultad posee su propio rack de datos y su PBX respectiva, a

la cual llegan directamente las líneas externas o troncales de la CNT, causando un aumento en los gastos de comunicaciones ya que para realizar llamadas de una facultad a otra (internamente) se utilizan líneas externas.

La universidad presenta un cableado externo poco o nada organizado, generando una mala imagen de los sistemas de comunicaciones que se utilizan en la actualidad, además que si se llegase a presentar algún problema o conflicto con las líneas, detectar el mismo presenta cierto grado de dificultad.

Las Centrales telefónicas Panasonic que se utilizan en estos momentos en sede principal (Machala) y las extensiones (Quito, Guayaquil) no presentan herramientas de seguridad y de control. Lo cual significa que si en algún momento se desea detectar alguna irregularidad cometida, no se va a poder realizar por la falta de dichas medidas de seguridad y control. En caso de que las troncales presenten problemas, no existiría comunicación interna entre facultades ya que la única salida son dichas troncales. Además de que no existe algún equipo o sistema de contingencia.

Actualmente la Universidad cuenta con 3 centrales telefónicas repartidas en cada sede con sus respectivas troncales o líneas externas.

A continuación mostraremos la figura que ilustra cómo se encuentra la red de voz de la universidad

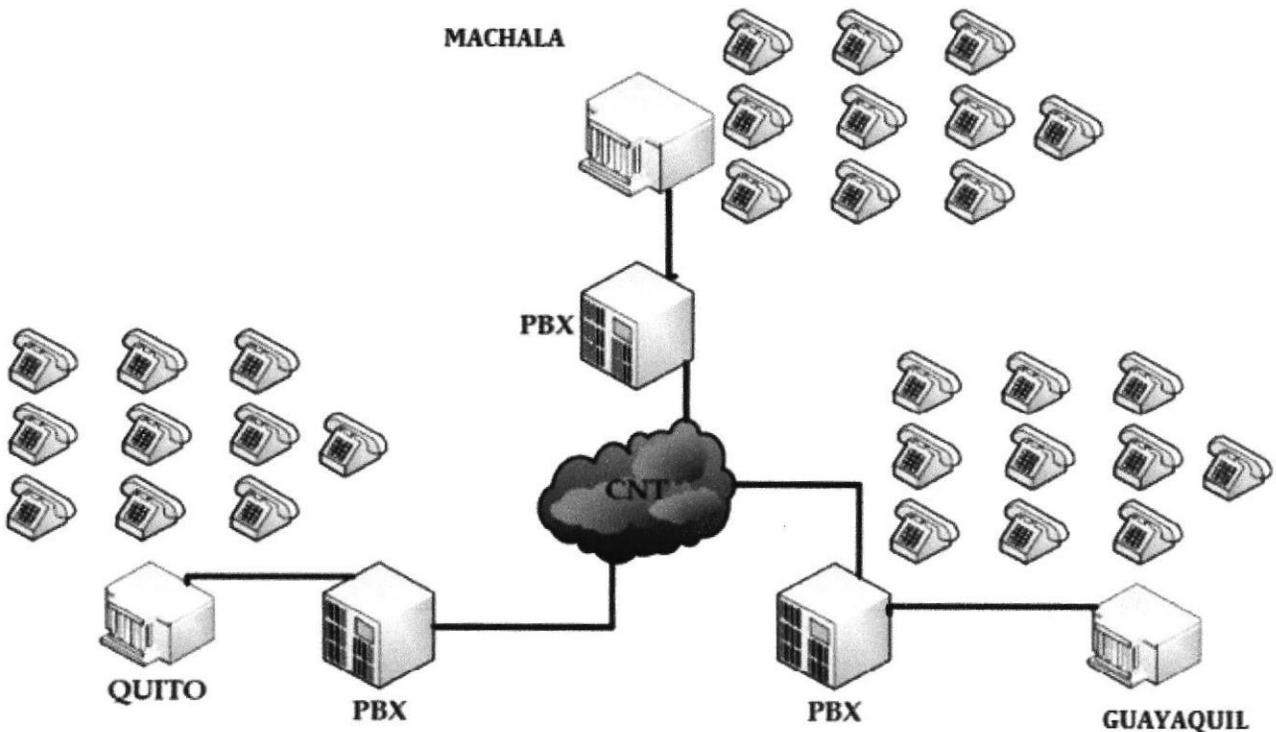


Ilustración 3.- Red de voz de la Universidad

En la ciudad de Machala tienes 10 extensiones, mientras que en la ciudad de Guayaquil utilizan 10 y en Quito 10 extensiones.

La Universidad de Machala posee una infraestructura de red propia, instalada, administrada y supervisada por el Departamento de IT (Tecnología de la Información), que es el encargado de manejar todos los recursos informáticos de la universidad tanto de la red de datos como resolver problemas menores con la red telefónica.

Para la comunicación de datos cuenta con un enlace de radio privado, con una velocidad de 1 Mbps, la matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Machala y sus sucursales en la ciudad de Quito y Guayaquil.

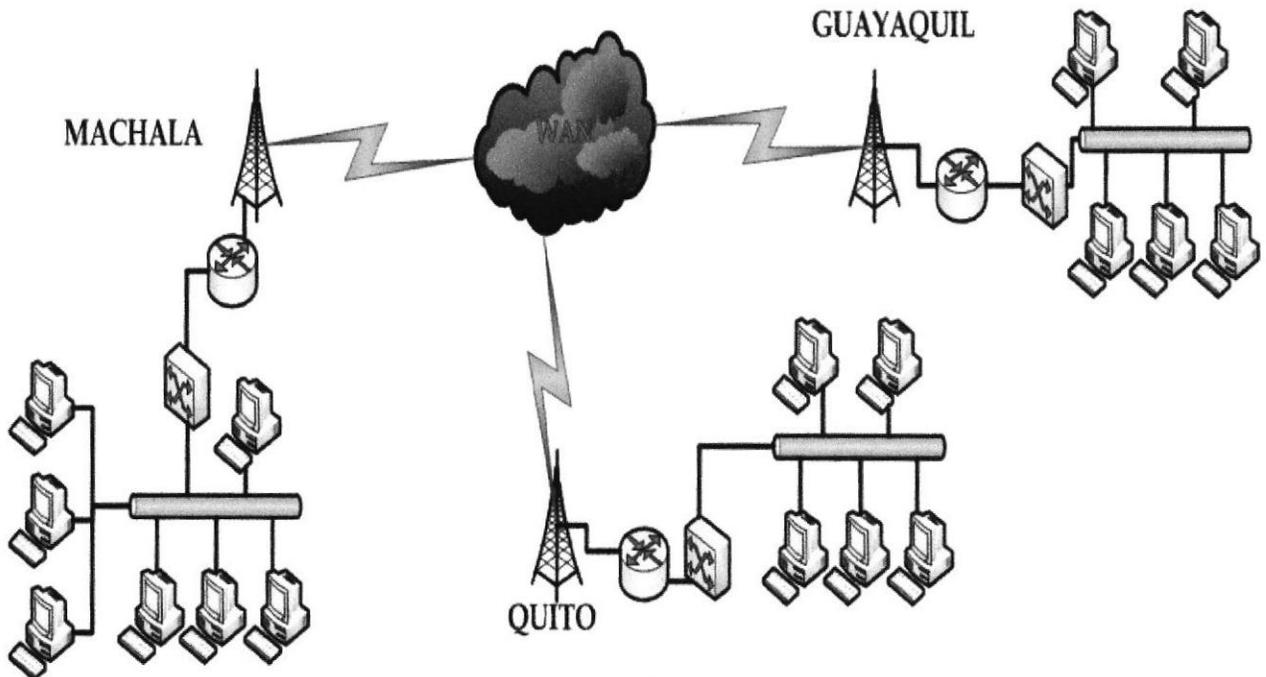


Ilustración 4.- Red de datos de la Universidad

CAPITULO 3

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, las circunstancias laborales, han hecho que las universidades se vean en la necesidad de estar bien comunicadas para lograr la eficiencia en los objetivos de su organización, este hecho ha llevado a la necesidad de implementar medios de comunicación que resulten eficientes y económicos. Es por esto que actualmente encontramos diferentes medios de comunicación, tal es el caso de la telefonía tradicional, las redes de internet, etc.

Los procesos de comunicación más utilizados por los empleados de las diferentes facultades de la Universidad de Machala, es la telefonía básica por ser la forma más cómoda rápida e interactiva.

Al tener una regular afluencia de llamadas entre las facultades, que se encuentra en redes totalmente aislada, el costo que se abona mensualmente por la comunicación entre empleados es un costo redundante ya que contando con una red de datos se puede aprovechar para transmitir voz y anular dicho costo del presupuesto mensual. El horario de la Universidad es de 9 a.m. a 6 p.m. podemos observar que no existe tarifa preferencial para estas Universidad para estas llamadas al encontrarse dentro de los horarios donde se genera mayor cantidad de tráfico.

Además de esto, se suma la baja eficiencia que cumple la Central PBX adquirida ya que solo permite la comunicación sin costo entre los empleados de local principal, mas no con los empleados mas no con las otras facultades.

3.1.1 Deficiencias percibidas en los procesos de comunicación de voz actual usados en la universidad.

- a. Uso frecuente de la comunicación.- A pesar de las rebajas de tarifas de la telefonía tradicional, los costos por usar una red dedicada exclusivamente a transmitir voz son más altos debido a que se utiliza mayores recursos de hardware.
- b. Necesidad de comunicarse con empleados que se encuentran fuera de las oficinas.
- c. Comunicación constantes entre locales, el uso ineficiente de recursos económicos, debido a que se debe usar una línea telefónica (por lo

menos) por cada local, con lo cual se debe pagar además de renta fija los minutos utilizados durante la comunicación.

- d. Personal debe dejar de lado sus labores para contestar las llamadas telefónicas, el personal de área de administración son los encargados de contestar las llamadas telefónicas lo cual provoca que dejen de lado sus labores para poder contestar las llamadas trayendo como consecuencia menor productividad.

3.2 Objetivos del proyecto

3.2.1 Objetivo principal

“Diseñar una red de Voz sobre IP que pueda soportar tráfico de voz entre las facultades de la universidad a costo cero, ofreciendo una buena calidad de servicio y que tenga interoperabilidad con la Red Telefónica Pública”.

3.2.2 Objetivos específicos.

- Diseñar una red de área local (LAN) que posea calidad de servicio para que puedan transmitir datos y voz juntos por dicha red.
- Dimensionar el ancho de banda necesario en la red de área amplia (WAN) en cada facultad, para poder atender flujo de llamadas en la hora de mayor tráfico.
- Configurar un servidor de Voz sobre IP que pueda ser capaz de establecer llamadas entre terminales que se encuentran en diferentes redes.

3.3 Justificación del proyecto

Dado que se requiere mantener una comunicación constante entre los empleados de las diferentes facultades, entonces, implementar una red de Voz sobre IP traerá beneficios a la universidad tanto en el aspecto económico como en la optimización de las comunicaciones en la universidad.

La convergencia de la red de voz y datos, nos permitirá obtener una sola red ordenada, facilitando las labores de administración y mantenimiento que en adelante será para una sola red. Al lograr que la comunicación entre las facultades ya no utilice la red telefónica pública, se puede llegar a obtener una reducción del número de líneas telefónicas rentadas necesarias.



3.4 Solución.

Nos enfocamos en el estudio de los elementos involucrados en el diseño de la red, tal que se lleguen a cumplir los objetivos propuestos.

Se reutilizará el enlace de radio privado, en la telefonía tradicional se eliminarán líneas innecesarias gracias a la implementación de equipos con tecnología de VoIP.

Se implementarán sistemas IP PBX, teléfonos IP para todo personal de la universidad, e implementando la tecnología Asterisk.

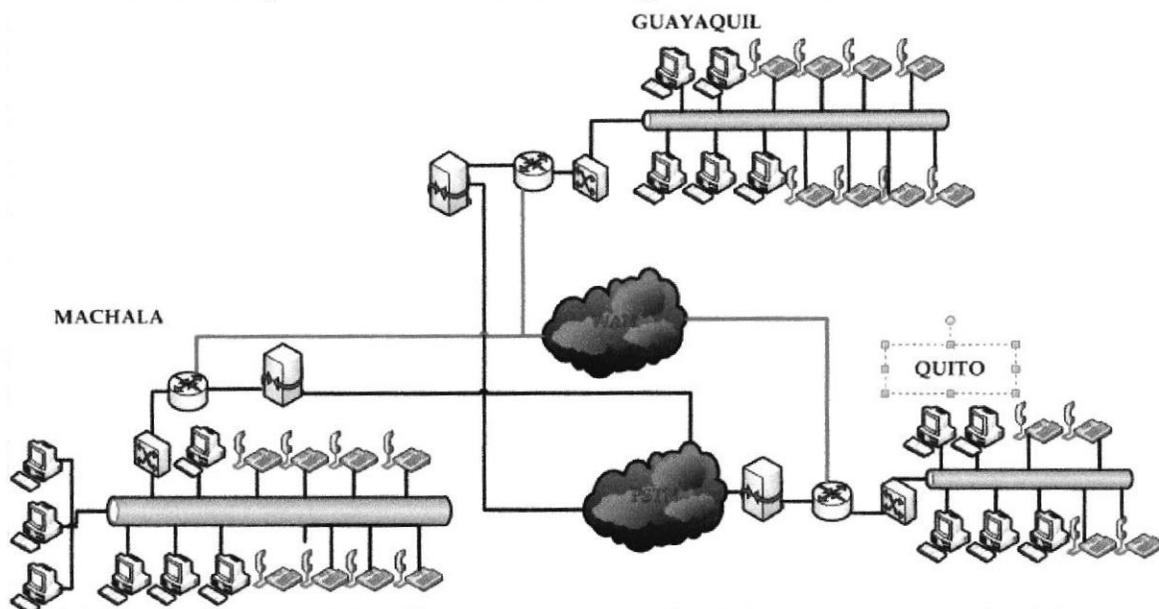


Ilustración 5.- Implementación de la VoIP

Al tener definidos los objetivos, nos enfocaremos en el estudio de los elementos involucrados en el diseño de la red, tal que se lleguen a cumplir los objetivos propuestos. El diseño de la red comprende los siguientes pasos: elección de protocolos, códecs, elección y distribución de equipos.

La facultad que se encuentra en Machala contará con 3 líneas externas de CNT, las extensiones internas se distribuirán de la siguiente manera:

- 10 teléfonos IP:

Rector (1)

Sub-decano (1)

Jefe Administrativo (1)

Vicerrector (1)

Administración (1)

Recepción (2)

Secretaría (1)

Sala de Profesores (1)

Decano (1)



Las extensiones contarán con 3 líneas externas de CNT cada una , las extensiones internas se distribuirán de la siguiente manera:

- 10 teléfonos IP:

Decano (1)	Sala de profesores (1)
Sub-decano (1)	Recepción (2)
Administración (1)	Mantenimiento (1)
Secretaría (1)	Jefe Administrativo (1)

3.4.1 Elección del Códec

Con el número de líneas obtenido, ahora procedemos a calcular el ancho de banda de la red en kbps. Este cálculo depende únicamente del códec de voz que utilicemos para muestrear la voz analógica y comprimirlos en paquetes para ser enviados por la de red de datos.

Inicialmente el códec G.729 es uno de los más destacados, pero la desventaja es que este códec se encuentra patentado y se debe pagar una licencia por su uso, por cada canal que se utilice. Dado que uno de los objetivos del diseño de la red es reducir los costos de operación, no es conveniente decidarnos por este códec.

El códec G.711 ofrece una calidad de voz muy buena, sin embargo el gran uso de ancho de banda no lo hace recomendable ya la empresa por ser pequeña no posee una red de datos corporativa lo cual nos restringe el ancho de banda ha utilizar.

Finalmente la elección se limita a dos códecs, G.723.1 y G.726. El primero utiliza un ancho de banda bastante reducido con una calidad de voz regular, sin embargo G.726 tiene una buena calidad de voz, y un consumo de ancho de banda aceptable; por lo que elegiremos este último (G.726) para nuestro diseño y en consecuencia para el cálculo de ancho de banda necesario para cada extensión. Cabe resaltar que los equipos que se elegirán deberán contar con la opción de Voice Activity Detection para aminorar el ancho de banda.

3.4.2 Elección del Protocolo de señalización

La elección de los equipos se realiza de acuerdo al protocolo de señalización elegido. Para nuestro caso se elige utilizar el protocolo de señalización SIP.

Existen tres protocolos que son muy utilizados en la VoIP (H.323 y SIP), podemos descartar en primer lugar al protocolo H.323; por ser el conjunto

de protocolos más completo, su operación es más compleja, lo cual lo hace ideal para redes con grandes cantidades de usuarios, los componentes que utiliza también son más costosos debido a que poseen mayor funcionalidad que SIP. Por lo tanto, el protocolo recomendado para el diseño de la red es el protocolo SIP debido a su simplicidad y bajo costo de implementación.

Al tener elegido el protocolo de señalización, procedemos a elegir el servidor de registro, los equipos terminales y el gateway requerido, para los servicios de voz, así como los equipos de networking utilizados para la transmisión de datos.

3.4.3 SERVIDOR SIP

Para implementar el servidor SIP necesitamos tener las características del hardware y el software que se instalará sobre él.

La elección del software de comunicaciones no es un proceso que nos presente mayores inconvenientes. Al momento de realizar la presente tesis el software Asterisk es el más usado en lo que se refiere a aplicaciones de Voz sobre IP.

CARACTERÍSTICAS	ASTERISK
Protocolo que soporta	H.323, SIP, IAX, etc.
Tipo de Software	Libre.
Funcionalidad	Todas las funciones disponibles.
S.O. sobre el que trabaja	Linux
Configuración	Dificultad media. Programación por comando de línea.
Costo	Libre

Tabla 1.- Características de Asterisk

Además de ser un software libre, cuenta con todas las funcionalidades propias de una centralita basada en hardware (conmutación, transferencia de llamada, llamada en espera, identificación de llamadas, buzón de voz, etc.).

El siguiente paso, ahora que tenemos elegido el software de la central, será elegir la distribución del sistema operativo Linux que se utilizará.

Algunas características adicionales para la distribución de Debian Linux hacen que sea más eficiente para utilizar con el software de comunicaciones Asterisk. Algunas características adicionales de esta distribución son:

- La instalación es sencilla

- Los paquetes necesarios para el funcionamiento de Asterisk son tan estables que existe una mínima posibilidad de tener problemas con el servidor.
- La instalación mínima para tener un servidor Asterisk, apenas ocupa 400Mb de disco duro.
- No instala librerías que no se vaya realmente a utilizar
- Compatibilidad total con tarjetas de telefonía

Por todas estas razones se elige la distribución de Linux Debian como sistema operativo sobre el cual se instalará el software Asterisk.

3.4.4 Equipos Terminales

Para la elección de los teléfonos IP debemos tener en cuenta que soporten el códec G.726 que elegimos para el cálculo de ancho de banda de la red, así como también la opción de VAD (Voice Activity Detection).

El teléfono IP que se ajusta a nuestras necesidades es el del fabricante Digium, modelo D40 ya que posee el códec que necesitamos y posee también alimentación de energía sobre la red (Power over Ethernet) lo cual nos evita el uso de tomas eléctricas y nos facilita la protección en caso de falla de la energía eléctrica. Por lo tanto, estos serán los terminales seleccionados para uno de las facultades.

Características	Digium D40
Códecs	G.722, G.726, G.729 a/b, G.711
Protocolos que soporta	SIP, IAX
Conectividad Ethernet	SI, 2 PUERTOS RJ45
Funcionalidad	Call waiting, Call transfer, Call forward, Call hold, Call parking, Call pickup, Intercom / Paging, Message Waiting Indication (MWI), Busy Lamp Field (BLF) ,3-way conferencing, Do Not Disturb (DND), Redial ,Call timer, Caller ID display
Alimentación	PoE (Power Over Ethernet)
Costos	\$120

Tabla 2.- Característica del Terminal Digium D40



Ilustración 6.- Terminal Digium D40

3.4.5 Gateway de voz analógico

A continuación se muestra en el cuadro con las diferentes opciones de gateways y sus principales características.

MARCAS	MEDIATRIX 1204	PATTON SMARTNODE 4520	AUDIO CODES MP -114	GrandStream GXW - 4104
Puertos	4 FXO 1WAN	4 FXO 1 WAN / 1 LAN	4 FXO 1 WAN	4 FXO 1 WAN / 1 LAN
Señalización	H.323 SIP	H.323 SIP	H.323 SIP MGCP	SIP
Códecs	G.711 G.729A G.729AB G.726 G.723	G.711 G.729AB G.726 G.723	G.711 G.729A G.726 G.723	G.711 G.729A G.729B G.726 G.723 GSM
Calidad de servicio	802.1P 802.1Q	802.1P -Lista de Control de Acceso - Calidad de servicio avanzado y administrador de trafico - Prioridad de voz	802.1P 802.1Q	802.1P 802.1Q
Administración	SNMP HTTP TFTP DHCP	SNMP HTTP TFTP CLI, TELNET	HTTP TFTP DHCP	HTTP, HTTPs TFTP TELNET
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Fax over IP • Call Forward on Busy or on No Answer 	<ul style="list-style-type: none"> • Fax over IP • IP routing and Services, NAT/PAT, 	<ul style="list-style-type: none"> • Fax over IP • Caller ID • Short and long Haul Dynamic 	<ul style="list-style-type: none"> • Fax over IP • Caller ID • Flexible DMTF Transmission

	<ul style="list-style-type: none"> • Call Transfer • 3-way Conference Call • Call Waiting • Caller ID on Call Waiting • Call on Hold • H.245 and Outof-Band DTMF • H.450 basic services • Voice Activity Detection 	DHCP Server, PPPoE, IP Filter Lists provide full Internet access capabilities and security <ul style="list-style-type: none"> • Caller ID • Hook-Flash • Sending, Hook-Flash relay, DTMF send, detect, and relay • Off-hook and ring detection, Automatic line gain, 	Programable Jitter Buffer <ul style="list-style-type: none"> • Voice Activity Detection • Confort Noise Generation • Echo Cancellation 	method. <ul style="list-style-type: none"> • Short and long haul • Echo Cancellation
--	--	--	---	--

Tabla 3.- Comparación de Gateways Analógicos

Teniendo en cuenta las opciones propuestas en tabla se llega a la conclusión que el Gateway adecuado para nuestro diseño, es el SmartNode 4520 del fabricante Patton. Este dispositivo además de ser un Gateway Analógico, también incorpora la función de Router, con prioridad para los paquetes de voz, lo cual nos ahorrará el tener dos dispositivos (Router con gestión de ancho de banda + Gateway) y aumentar el retardo que en el caso de transmisión de voz en tiempo real es un tema crítico.

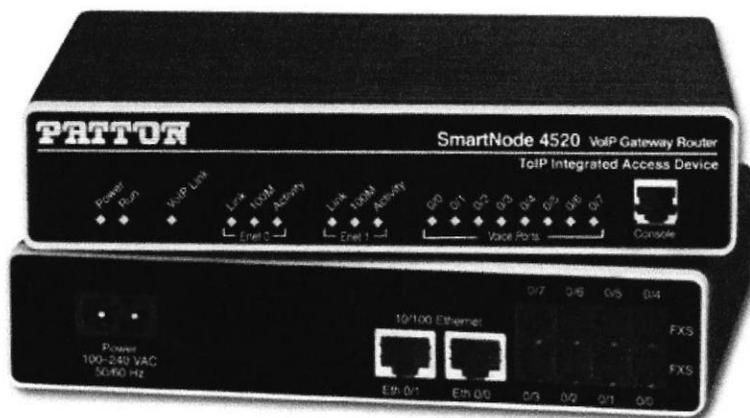


Ilustración 7.- Gateway Analógico Patton

3.5 Cotización del proyecto

En la siguiente tabla se detalla cada uno de los precios por las actividades a realizar. Cabe recalcar que en el precio de cada punto están incluidos los valores de canalización (canaletas, ductos, electro canales) así como la conexión en el cuarto de comunicaciones en el campus principal y en sus extensiones.

Cotización	CLIENTE: UNIVERSIDADDE MACHALA		
EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
PBX IP	3	600	1800
Teléfonos IP	27	100	2700
Gateway	3	200	600
Instalación de servicio Asterisk	3	100	300
Configuración de central Asterisk	1	3000	3000
		TOTAL	8400

Tabla 4.- Cotización del Proyecto

CONCLUSIONES.

Con la implementación de la nueva tecnología de la VoIP se reducirá los costos en llamadas, se contará con nuevas herramientas en videoconferencia y se contará con una red segura entre la universidad de Machala y sus extensiones.

Tanto como rector, profesores, estudiantes y personal administrativo gozaran satisfactoriamente de un servicio que abarca con sus necesidades.

Los equipos implementados constan con una plataforma que permite aplicar actualizaciones futuras y ofrece la facilidad de poder hacer crecer en un futuro su abastecimiento si esta lo requiere.



DE 200801

RECOMENDACIONES

Al contar con una gran tecnología ya implementada en la universidad, se recomienda lo siguiente para un buen funcionamiento del sistema y equipos.

- Contar con equipos de respaldo eléctrico de última tecnología.
- Tener un personal de mantenimiento altamente capacitado en todos los equipos.
- Llevar un control de los equipos si llegase a presentar alguna anomalía.
- Darle las seguridades necesarias al cuarto de enlace con controles de humedad, de incendio y control de acceso.
- Capacitar al personal administrativo, docente y estudiantes del nuevo sistema implementado en la universidad.



BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.voipsupply.com/digium-d40>
4 de Octubre del 2012
2. <http://www.voipsupply.com/sn4522-jo-eui>
4 de Octubre del 2012
3. <http://www.asterisk.org/>
3 de Octubre del 2012
4. <http://www.digium.com/en/>
2 de Octubre del 2012
5. http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet
2 de Octubre del 2012
6. <http://www1.digium.com/en/products/asterisk/phones>
1 de Octubre del 2012
7. <http://www.utmachala.edu.ec/portalweb/>
29 de Septiembre del 2012