

DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE PARA LA INDUSTRIA FLORALP S.A DE LA CIUDAD DE IBARRA

Edgar A. Maya, Mayra A. Martínez

Resumen— El presente documento da a conocer el diseño del sistema de telefonía IP bajo una plataforma de software libre para la industria FLORAL S.A. El diseño comprende la elección del software para telefonía, le dimensionamiento de troncales, plan de marcado, recomendaciones de equipos de telefonía y el análisis costo beneficio para el sistema.

Términos Indexados— Telefonía IP, Elastix, Asterisk, IEEE 830.

I. INTRODUCCIÓN

El servicio de telefonía tradicional ha sido remplazada parcialmente por el uso de llamadas que hacen uso del Internet como una alternativa económica. La industria FLORALP S.A utiliza la telefonía tradicional analógica para realizar las comunicaciones con las demás sucursales dentro del país, trabaja de manera independiente en cada una de sus sucursales con una red de datos, sub utilizando recursos para la comunicación.

Documento recibido el 08 de junio de 2015. Esta investigación se realizó como proyecto previo para obtener el título profesional en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica del Norte.

E.A. Maya, trabaja en la Universidad Técnica del Norte, en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, Av. 17 de Julio sector el Olivo, Ibarra-Ecuador (teléfono: 5936-2955-413; e-mail: eamaya@utn.edu.ec).

M.A. Martínez, egresada de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación (teléfono: 5936-2616-250; e-mail: aracelymc26@hotmail.com).

El sistema de telefonía IP proporciona beneficios principalmente económicos puesto que economiza las llamadas al tan solo usar los servicios de Internet y mas no los de telefonía; otros servicios adicionales que la telefonía IP brinda es de mejorar las comunicaciones internas pues la red se vuelve flexible y escalable al tener servicios de mensajería instantánea, llamadas en espera, buzón de voz entre los principales.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Definición de VoIP

El envío de paquetes de voz en tiempo real utilizando redes que trabajen sobre el protocolo IP se denomina VoIP (Federal Communications Commission, 2009), la misma que permite la comunicación, entre dos o más usuarios que se encuentren haciendo uso de la misma red de Internet, sin requerir ningún cable único dedicado, es decir no necesita de una ruta fija y no se limita a la ampliación de una red.

B. Arquitectura

De las características principales de la VoIP es manejar dos tipos de arquitectura desde el punto de vista de distribución, estas son arquitectura distribuida y centralizada. Permitiendo así que el usuario

adapte la red actual a los servicios que proporciona la VoIP.

Arquitectura centralizada

Desde algunos puntos de vista la arquitectura centralizada es considerada como aceptable, pues la administración está concentrada al igual que el control de llamadas, simplificando el flujo de llamadas repitiendo las características de la voz.

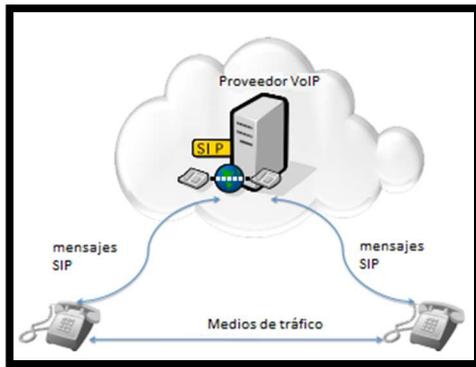


Figura 1. Arquitectura centralizada SIP
Referencia: Modificado de Distributed Media Server Architecture for SIP using IP Anycast. Recuperado de: <http://goo.gl/MTTtQ1>

Arquitectura distribuida

Este tipo de arquitectura está asociada a los protocolos H.323 y SIP, los mismos que permiten la inteligencia a la red por medio de los terminales como: teléfonos IP, servidores de medios, cualquier dispositivo que pueda iniciar una llamada de VoIP.

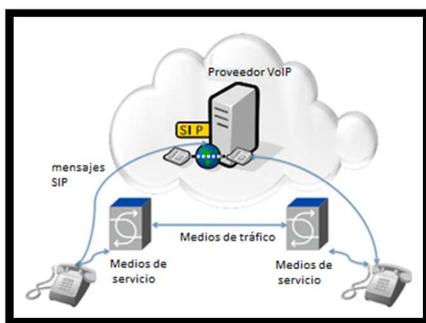


Figura 2. Arquitectura distribuida SIP
Referencia: Distributed Media Server Architecture for SIP using IP Anycast. Recuperado de: <http://goo.gl/MTTtQ1>

C. Codecs de audio para VoIP

Un códec se define como un conjunto de algoritmos encargados de la compresión y descompresión de un sonido analógico a bits digitales, con la finalidad de comprimir las señales para ocupar menor espacio dentro de una transmisión y así ser usados en una computadora, dispositivos electrónicos y redes IP consiguiendo una buena calidad de sonido (EcuRed, 2014)

Tabla 1. Características principales de códec de audio

Códec	Bit rate (Kbps)	Bit por trama	Tipo de compresión	MOS	Retardo de compresión (ms)
G.711	64	8	PCM	4.1	0.75
G.722	64	14	SAD- PCM	5	0.0625
G.723	5.3	189	ACELP	3.8	30
	5.3	189	ML-MLQ	3.6	30
G.726	32	4	ADPCM	3.85	0.125
G.729	8	80	ADPCM/CS-ACELP	3.92	10
ILBC	13.3	400	LRC	3.8	30
	15.2	308			30
GMS	13.3	260	RPE-LTP	3.6	20

Referencia: VoipForo (2014) Codecs. Recuperado de: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>

D. Protocolos VoIP

Al igual que las red de datos se manejan en base a una pila de protocolos y aplicaciones, la VoIP trabaja sobre protocolos que se ajustan a la tecnología y a las necesidades de los usuarios. Existen dos tipos de protocolos principales relacionados con VoIP: transporte y control de datos, estos trabajan sobre la capa de transporte.

Protocolo SIP

Session Initiation Protocol (SIP) es un protocolo desarrollado por la IETF especificado en el RFC 3261, desarrollado en lenguaje ASCII es un protocolo abierto, utilizado para el establecimiento de una sesión en una red IP, simple e

independiente por lo tanto se convierte en escalable y posee la capacidad para acoplarse a diferentes arquitecturas.

Métodos y respuestas SIP

Métodos

- **REGISTER:** usado por un UA para registrar su dirección SIP y dirección IP en el servidor de registro.
 - **INVITE:** usado para establecer una sesión SIP entre dos agentes usuarios, contiene información de quien genera la llamada, su destinatario y el tipo de flujo que se intercambiará.
 - **ACK:** utilizado para aceptar una sesión y de igual manera confirmar que se puede iniciar el intercambio de mensajes de forma fiable.
 - **OPTION:** utilizado para conocer características de capacidad y estado de un UA o de un servidor, con lo que se puede iniciar una sesión entre los dos.
 - **SUBSCRIBE:** utilizado para solicitar información actualizada sobre el estado de otro UA, la finalidad de todo esto es conocer si un usuario está en línea, ocupado, fuera de línea, etc.
 - **CANCEL:** usado para pedir el abandono de la llamada que está en curso, de una solicitud pendiente sin necesidad de determinar la sesión.
 - **BYE:** usado para finalizar una sesión activa, puede ser generado por el usuario que inicio la llamada o de quien está siendo llamado, el comando BYE es el único que puede finalizar por completo una sesión.
- **Informational (1xx)** la solicitud ha sido recibida y está en proceso.
 - **Success (2xx)** la solicitud antes recibida es reconocida y es aceptada.
 - **Redirection (3xx)** la solicitud no puede ser completada y no es necesario de pasos adicionales.
 - **Client error (4xx)** la cuenta con la que se desea iniciar sesión presenta errores, por lo tanto el servidor no puede continuar con la solicitud.
 - **Server error (5xx)** la solicitud es recibida pero el servidor no puede procesarla, por ser problemas del propio servidor.
 - **Global failure (6xx)** la solicitud es recibida pero el servidor no puede procesarla, este tipo de errores se pueden producir en cualquier servidor, por lo que las solicitudes no se desvían a otro servidor para ser procesadas.

E. Protocolo UDP

Protocolo de datagrama de usuario (UDP), es un protocolo no orientado a conexión que no proporciona una detección de errores ni conformación de ACK correspondiente a la capa transporte del modelo TCP/IP.

F. Protocolo RTP

Protocolo de transporte que trabaja sobre UDP porque le brinda características necesarias para así ganar velocidad, aunque se tenga que sacrificar la fiabilidad de los datos, no garantiza la entrega de los paquetes a su destinatario final ni la entrega en el instante adecuado de los mismos. Usa puertos pares asignados desde el 1025 y 65535 pero el más conocido es el puerto 5004 (Gil Cabezas, 2009).

Respuestas

G. Encapsulamiento de la VoIP

Mientras dos usuarios desean establecer una llamada, se realiza un proceso interno de encapsulación de tramas para posteriormente ser transmitidas por el protocolo IP, este proceso se lo realiza después de que una llamada ha sido establecida exitosamente. Las señales analógicas una vez convertidas a señales digitales son encapsuladas por el protocolo RTP y posteriormente por el protocolo UDP.



Figura 3. Trama encapsulación de VoIP
Referencia: Editado de Telefonía VoIP

Encapsulamiento de una trama VoIP. Recuperado de:
<http://goo.gl/A5SSDs>

H. Análisis del tráfico de llamadas

La principal característica que una red de VoIP debe prestar es calidad en sus llamadas, para lo cual es necesario el cálculo de troncales y el ancho de banda necesario para que el transporte de los datos se los realice de tal manera que no exista ningún tipo de inconvenientes al establecer una llamada.

Análisis del tráfico saliente

El flujo de tráfico puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{C}{A}$$

T: Flujo de tráfico

C: Número de ocupaciones

A: Tiempo duración de llamadas

Ecuación 1. Cálculo de flujo del tráfico.

Referencia: (Culqui, 2013)

Dentro de la semana del 2- 6 de junio se da a conocer que el día con más flujo de llamadas para la ciudad de Ibarra es martes 3 de igual manera el mismo día para la sucursal de la ciudad de Quito.

Tabla 2. Tráfico de voz saliente por días matriz Ibarra

Fecha	6/2/2014	6/3/2014	6/4/2014	6/5/2014	6/6/2014
Ocupa.	21	18	32	25	25
Duración	1883	1967	3065	2009	2857
T(s/ocupa.)	89.67	109.28	95.78	80.36	114.28

Referencia: Planillas de CNT EP.

Tabla 3. Tráfico de voz saliente por días en oficinas Quito

Fecha	6/2/2014	6/3/2014	6/4/2014	6/5/2014	6/6/2014
Ocupa.	116	119	77	94	106
Duración	7550	13356	5781	9346	9534
T(s/ocupa.)	65.09	112.24	75.08	99.43	89.94

Referencia: Planillas de CNT EP.

Hora pico de llamadas

Es necesario conocer la hora durante las horas laborables que tenga mayor tráfico y así dimensionar la red.

$$C = \frac{\text{Número de ocupaciones}}{3600 \text{ s}}$$

Ecuación 2. Cálculo de llamadas originadas.

Referencia: (Culqui, 2013)

En base a las tabulaciones y los cálculos en la ciudad de Ibarra la hora pico se tiene en el horario de las nueve de la mañana y en la ciudad de Quito en el horario de diez de la mañana.

Tabla 4. Hora pico de la primera semana de junio en la matriz Ibarra.

Fecha	Horario	Ocupaciones	T(s/ocup)	A(Erl)
6/2/2014	12:00:00	2	89.67	0.05
6/3/2014	18:00:00	4	109.28	0.12
6/4/2014	9:00:00	12	95.78	0.32
6/5/2014	8:00:00	6	80.36	0.13
6/6/2014	16:00:00	5	114.28	0.16

Referencia: Tabulación manual de planillas, basado en planillas telefónicas CNT EP.

Tabla 5. Hora pico de la primera semana de junio en la oficina de Quito

Fecha	Horario	Ocupaciones	T(s/ocup)	A(Erl)
6/2/2014	16:00:00	20	65.09	0.36
6/3/2014	12:00:00	30	112.24	0.94
6/4/2014	9:00:00	17	75.08	0.35
6/5/2014	15:00:00	14	99.43	0.39
6/6/2014	10:00:00	25	89.94	0.62

Referencia: Tabulación manual de planillas basado en planillas telefónicas CNT EP.

Análisis del tráfico entrante

Para el análisis del tráfico entrante se usa el método de la tabulación de encuestas realizadas a los empleados de FLORALP S.A. de la matriz Ibarra y las oficinas en Quito. De acuerdo a los datos obtenidos se toma como un tiempo promedio de llamadas 3 minutos de duración.

El cálculo de los Erlangs por cada día de la semana se los realizará con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\text{número de llamadas} * \text{duración (s)}}{3600s} \text{ (Erlangs)}$$

Ecuación 3. Cálculo de flujo del tráfico entrante en Erlang.

Referencia: (Culqui, 2013)

Como resultado se obtiene la siguiente tabla de resumen:

Tabla 6. Resultado de Erlangs para una semana.

	Ibarra	Quito
Día	Erlang	Erlang
Lunes	0.40	0.25
Martes	0.30	0.20
Miércoles	0.30	0.20
Jueves	0.40	0.10
Viernes	0.35	0.10

Referencia: Encuesta en google docs. Basado en cálculo de hoja de Excel.

Hora pico de llamadas entrantes

De acuerdo a la encuesta realizada, las llamadas entrantes tienen mayor tráfico los días lunes en el horario de la mañana

comprendido entre 8:30 y 11:00, con menor frecuencia se presentan los días de miércoles a viernes de igual forma en el horario de la mañana y la tarde comprendida de 14:30 a las 16:00.

I. Estudio de la plataforma de software libre para ToIP

El estándar IEEE 830 de la versión del año 1998 y conjuntamente con su actualización ISO/IEC/IEEE 29148 del año 2011 para la Especificación de Requisitos de Software, permite la elección de un software para la central telefónica IP-PBX, mediante la evaluación de un sin número de parámetros y requisitos específicos.

- REQ01: Administración
- REQ02: Interfaces
- REQ03: Compatibilidad
- REQ04: Memoria RAM
- REQ05: Soporte de protocolos
- REQ06: Soporte de codecs de audio
- REQ07: Control de llamadas
- REQ08: Llamadas simultaneas
- REQ09: Administración y reportes
- REQ10: Reporte de llamadas
- REQ11: Base de datos
- REQ12: Versión
- REQ13: Arquitectura
- REQ14: Licencia
- REQ15: Número de usuarios
- REQ16: Rendimiento
- REQ17: Interoperabilidad
- REQ18: Escalabilidad
- REQ19: Seguridad y fiabilidad

Elastix a presentando buenas características en aspectos como: no depender de otro software para presentar al usuario una interface gráfica fácil de manipular y que permita la administración remota, tener la capacidad de soportar variados codecs de audio para evitar restringir el funcionamiento bajo a

determinados codecs, el número de llamadas simultáneas es de gran importancia pues la industria está en constante comunicación y debe soportar el mayor número de conversaciones en línea sin que estas pierdan su calidad, el reporte de llamadas detallado para conocer el uso de la red y mejorar la administración, el número de usuarios que se pueden registrar en la base de datos es claramente importante pues se maneja una industria con tendencias a crecer en el transcurso de los próximos años; por estas características Elastix califica para ser la mejor opción a usar.

III. DISEÑO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP

A. Requerimientos de administración

En base a las solicitudes del administrador del área de sistemas se requiere las siguientes características para el sistema de telefonía IP:

- Se debe proveer el servicio de VoIP a los usuarios dentro de cada una de las sucursales, de tal manera que se tenga una red interna de comunicación.
- Las prioridades de llamadas deben ser dadas según el cargo de la persona que va a hacer uso de la misma.
- Mantener una línea telefónica para uso en el caso de fallas del sistema de telefonía IP.
- El uso alternativo de teléfonos IP y de softphones para los usuarios de la red.
- Brindar un servicio de telefonía confiable, estable y escalable para un futuro crecimiento de la red.
- Mantener la privacidad de las llamadas realizadas entre las diferentes sucursales.

B. Selección del codec de audio

Para la selección del codec se realiza cálculos con el codec G.723, para la transmisión de voz, que tiene una carga útil de datos de voz 24bytes, con 20ms de payload en transmisión.

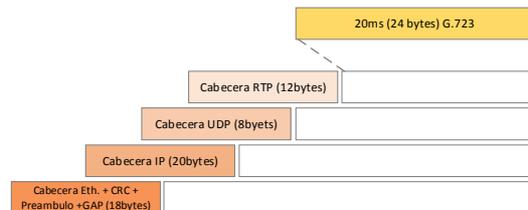


Figura 4. Carga útil de código G.723
Referencia: (Vasco, 2010). Recuperado de:
<http://goo.gl/0PzuPz>

A continuación se muestra un cuadro de resumen con los datos obtenidos al realizar los mismos cálculos para los demás codecs de audio.

Tabla 7. Resultados de cálculos.

Códec	Carga útil (ms)	Tramas x segundo	Ancho de banda (Kbits/s)	Llamadas simultáneas	Bits/trama
G.723	24	28	18.11	1389.74	656
G.711	160	50	87.20	288.60	1744
GSM	32.5	50	36.20	695.19	724
G.729	20	50	31.20	806.60	624

Referencia: Hoja de cálculo de Excel. Basado en cálculos obtenidos.

El codec de audio GSM permite la creación de archivos de audio .wav, que comprimidos ocupan 16.000 bytes por cada 10 segundos de audio. Se trata de un tipo de codec que opera a 13kbits/s. La señal de la voz se encuentra dividida en 20ms, cada bloque contiene 260 bits.

C. Cálculo del ancho de banda para el sistema

Al momento de dimensionar un sistema de telefonía se debe tomar en cuenta que

debe ocupar un porcentaje considerable del total de la red de tal manera que permita la transmisión de la voz y de los demás servicios que cruzan por la red sin ningún tipo de inconvenientes.

- El 20% de la capacidad le corresponde a la voz para un día de trabajo de ocho horas.
- El 30% para hora que tenga el peor tráfico.
- El 50% para los peores quince minutos del día.

Ancho de banda del Códec GSM = 36.20 kbps

Número de llamadas simultaneas = 12 llamadas (Ibarra)

Número de llamadas con proyección de crecimiento = 16 llamadas

*Ancho de banda del sistema = 16 llamadas * 36.20Kbps*

Ecuación 4: Ancho de banda para el sistema
Recuperado de: (Vasco, 2010)

Ancho de banda del sistema = 579.2Kbps

D. Cálculo de troncales

El cálculo de las troncales necesarias para el tráfico de VoIP en base a la tabla de tráfico del modelo Erlang B, pues los cálculos matemáticos son complejos existe a disposición este tipo de tablas de referencia. Se establece como un valor de GoS, que significa la probabilidad de pérdida de llamadas, de un 1% que corresponde a la relación de si se regeneran 100 llamadas una de ellas se pierde, de igual manera de 100 llamadas entrantes una de ellas se pierde. (Garduño, 2007)

➤ Troncales para llamadas entrantes

Al tomar en cuenta que se provee un 20% de crecimiento de número de empleados, el valor de Erlangs para el mayor número de llamadas simultaneas entrantes inicialmente es de 0.4 Erlangs

para la ciudad de Ibarra y de 0.25 Erlangs para las oficinas de Quito obtenidos de la sección 2.7.2.2.

Tabla 8. Número de troncales para tráfico entrante

Ciudad	Erlang + 20% de crecimiento	Número de troncales entrantes
Ibarra	0.48	3
Quito	0.30	3

Referencia: Tabla de Erlang, basado en tabla de tráfico del modelo Erlang B

➤ Trocales para llamadas salientes

De igual manera se mantiene un 20% de crecimiento del número de empleados, el valor de Erlangs para el mayor número de llamadas simultaneas salientes inicialmente es de 0.32 Erlangs para la ciudad de Ibarra y de 0.94 Erlangs para las oficinas de Quito, datos obtenidos de las Tablas 24 y 25 respectivamente.

Tabla 9. Número de troncales para tráfico saliente

Ciudad	Erlang + 20% de crecimiento	Número de troncales salientes
Ibarra	0.384	4
Quito	1.128	5

Referencia: basado en tabla de tráfico del modelo Erlang B

E. Requerimientos del sistema

Requerimientos generales

- La plataforma telefónica debe usar recursos de las últimas tecnologías en cuanto a servicio de llamadas se refiere, con la finalidad de brindar un servicio de calidad.
- El protocolo de señalización para la comunicación debe ser SIP.
- La central de telefonía IP debe proporcionar un sistema híbrido que

manejo tanto extensiones SIP como extensiones analógicas.

- Tener la capacidad de trabajar con diferentes plataformas y brindar servicios adicionales a futuro.
- El sistema debe poseer una perspectiva de crecimiento para los siguientes cinco años.
- Debe contar adicionalmente con un sistema de mensajería interna, propia de FLORALP S.A.

Requerimientos específicos

Técnicos

- Capacidad para más de 200 usuarios.
- Capaz de soportar 4 troncales analógicas.
- Soporte de códec de audio GSM.
- Soporte de troncales SIP.
- Soporte de extensiones SIP.
- Soporte de VPN.

Administrativos

- Administración del sistema por medio de una interfaz gráfica totalmente amigable para el administrador.
- Configuración de extensiones SIP de una forma fácil por medio de interfaz gráfica.
- Administración remota, capaz de acceder desde cualquier lugar dentro de la red LAN y WAN la configuración y programación de la central telefónica.
- Reporte del consumo de llamadas telefónicas.

Seguridad

- Soporte de VPN para la encriptación de llamadas por la red pública.
- Acceso al sistema por SSH y Telnet.
- Solo el administrador debe conocer los password de la central IP.

F. Servicios a implementarse en la red de FLORALP S.A.

Elastix proporciona un sin número de servicios antes enlistados en la descripción del software, y en base a el inventario de equipos multimedia que posee la red de FLORALP S.A se propone brindar los siguientes servicios:

- **Llamadas telefónicas:** en lo que incluye llamadas internas en las oficinas y llamadas entre las diferentes sucursales.
- **Buzón de voz:** el servicio será integrado para facilitar a los usuarios recibir, enviar y escuchar mensajes de voz o recibirlos a la cuenta de correo electrónico.
- **Detalle de llamada:** mediante la cual se podrá conocer un informe de llamadas entrantes y salientes, duración de llamadas, incluso la identificación de llamadas.
- **Llamada en espera:** con la finalidad de indicar a un usuario por medio de un tono corto que existe una llamada entrante y que tiene la posibilidad de contestarla.

G. Diseño del plan de marcado para extensiones de FLORALP S.A.

Para integrar los servicios y mejora la comunicación de las sucursales, se pretende asignar un rango específico de extensiones para cada una de las oficinas para las llamadas internas, a continuación se muestra el cuadro del rango de extensiones asignadas.

Tabla 10. Rango de extensiones para FLORALP S.A.

Primer dígito		Segundo dígito		Tercer dígito
Depende de la sucursal		Depende de la ubicación física		Depende del número de empleados
Sucursal	Dígito	Ubicación	Dígito	0-9
Ibarra	1	Planta baja	0 - 1	0-9
		Planta alta	2-3	0-9
		Producción	4	0-9
		Domicilios	5	0-9
Quito	2	Planta baja	0 - 1	0-9
		Planta alta	2 - 3	0-9
		Bodega	4	0-9
Guayaquil	3	Administrativos	0 - 1	0-9
		Bodega	2	0-9
Cuenca	4	Administrativos	0	0-9
		Mantenimiento	1	0-9
San Gabriel	5	Producción	0	0-9
Disponible	6	Nuevas extensiones	0-9	0-9

Referencia: Departamento de sistemas, basado en distribución de extensiones.

H. Hardware y software para ToIP

En base a las características de la red de datos actual que posee la industria FLORALP S.A. es necesario adquirir los siguientes equipos para una posible implementación: un servidor Appliance en el cual se montará la plataforma de Elastix en su versión 2.5, el mismo que debe poseer características para la conexión de cuatro troncales analógicas, es decir puertos FXO y puertos FXS, interfaces Ethernet para la conexión a la red, puertos de consola para configuración entre los principales requerimiento. Teléfonos IP los mismos que serán puestos a disposición de los gerentes y jefes de cada área; diademas telefónicas para los asistentes y usuarios móviles.

- Después de revisar el funcionamiento y características de diferentes modelos y fabricantes appliance XORCOM CXR2000 cumple con los requerimientos de la telefónica actual.
- En lo que se refiere a teléfonos IP se puso a comparación dos marcas, Yealink y Grandstream, las mismas que poseen equipos de características similares. Se escogió la marca Yealink para todas las gamas, alta, media y baja, pues poseen mejores referencias en el mercado y son totalmente compatible

con Elastix, usan la tecnología SIP y tienen características de Open VPN, QoS y VLANs.

I. Configuración de VPNs

Una red privada virtual se basa en el concepto de tunneling, esto implica establecer y mantener una conexión lógica entre dos extremos en la que se ven implicados nodos intermedios. El principal protocolo es VPN que debe proporcionar autenticación, compresión de datos, cifrado de datos, direccionamiento dinámico y gestión de claves.



Figura 5. Configuración de VPN en KYPUS
Referencia: imagen capturada de servidor KYPUS

Calidad de servicio en la VPN.

El método de la asignación de un determinado ancho de banda por parte del equipo en el cual se configura la VPN, a continuación se muestra la asignación de ancho de banda para la aplicación de VPN en el Proxi Kypus.

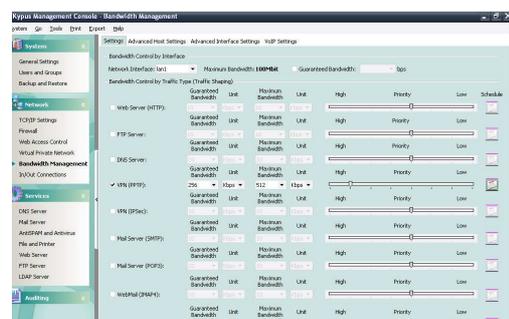


Figura 6. Asignación de ancho de banda para VPN
Referencia: Imagen capturada del servidor KYPUS

J. Calidad de servicio orientado a la voz

Proceso para la implementación de calidad de servicio



Figura 7. Proceso de implementación de QoS
Referencia: Calidad de servicio para redes TCP/IP de JFCA jfcalt@gmail.com

Identificación de tráfico y requerimientos

En la tabla a continuación se detalla el tipo de tráfico que cruza por la red de datos de FLORALP S.A y los requerimientos de los mismos, de acuerdo al criterio del departamento de sistemas de la misma.

Tabla 11. Protocolos más usados en la red de datos.

PROTOCOLO	PUERTO	Porcentaje de uso
smtp	25	7%
http	80	9%
pop3	110	7%
nntp	119	6%
epmap	135	3%
netbios-ssn	139	4%
imap	143	7%
https	443	4%
microsoft-ds	445	4%
urd	465	6%
nntp	563	6%
submission	587	6%
imaps	993	6%
pop3s	995	6%
vnc-http	5800	4%
vnc-server	5900	4%
Otros Protocolos		10%

Referencia: test de puertos con los programas Nmap/Zenmap y Axence NetTools

Clasificación del tráfico

Una vez determinado las aplicaciones se proceden a clasificar el tráfico, a continuación se explica brevemente los tipos de prioridades mediante las cuales se realiza la clasificación.

- **Prioridad crítica:** Consideradas a las aplicaciones que trabajan en tiempo

real, necesita además un ancho de banda considerable para su correcto funcionamiento y no exista pérdida de paquetes y jitter. Las principales aplicaciones de prioridad crítica son la transmisión de Voz usando el protocolo IP y videoconferencias.

- **Prioridad alta:** las aplicaciones que no necesitan de un gran ancho de banda, pero son usadas a diario por los usuarios finales, y son importantes en el desempeño de la industria. Dentro de esta prioridad se encuentran aplicaciones WEB y manejo de base de datos.
- **Prioridad media:** Aplicaciones que se encuentran disponibles para los usuarios, que ayudan a la identificación de los mismos, pueden trabajar sin problema a pesar de los retardos que pueda presentar la red. En esta prioridad se encuentran aplicaciones como acceso a la WEB, DNS, DHCP.
- **Prioridad baja:** Esta última prioridad abarca aplicaciones que son útiles pero no son de gran importancia para los usuarios, tienen mayor resistencia al retardo. Las aplicaciones que se las puede categorizar como bajo son: correo electrónico, descargas, entre otros.

Definición de políticas

Las políticas que a continuación se nombran son aquellas que para una red robusta se deben cumplir para dar un buen servicio de calidad de la voz. En el presente proyecto se detallará cuáles fueron las políticas que se pusieron en práctica.

- **Diffserv (Servicio Diferenciado):** de arquitectura flexible, en el que

determinado tráfico se lo trata de mejor manera que el resto, incluye características de rapidez en el tráfico, mayor disponibilidad promedio de ancho de banda y menores pérdidas. Se basa en la información contenida en cada paquete para cumplir con los requerimientos de QoS.

- **QoS MQC (Modular QoS CLI):** es un método de implementación, en el que la clasificación y las políticas del QoS se las realiza por separado.
- **ACLs (Listas de Acceso):** configuración de ACLs con la finalidad de separar el tráfico generado por IP o puertos con el fin de clasificar el tráfico que cruza por la red.
- **CoS 802.1Q/p y DSCP (Differentiated Service Code Point):** aumenta la flexibilidad y la capacidad de clases de tráfico, se utiliza para marcar los datagramas y diferenciar el servicio que recibirán en los routers. Compatible con IPv4 e IPv6.
- **WRR (Weighted Round Robin):** especificado para Queueing y muy similar a PQ (Priority Queueing) pero con la diferencia que alterna el servicio entre clases, permite que el servicio nunca este inactivo cuando haya paquetes en la cola para ser transmitidos.
- **CBWFQ (Class Based Weighted Fair Queueing):** mecanismo de encolamiento, encargado de garantizar el ancho de banda de acuerdo a la prioridad, trabaja con baja latencia y reserva el ancho de banda mínimo y por clase.
- **CBWRED (Class – Based Weighted Random Early Detection):** usado para la prevención de congestión, puede usarse ya que elige el perfil de cada

clase de tráfico y se basa en DSCP e IP Precedent.

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La transmisión de la voz sobre el protocolo IP necesita de control en parámetros pues son fundamentales para medir el servicio de telefonía IP que se entrega a los usuarios finales. El presente capítulo está encaminado a verificar el correcto funcionamiento del sistema de telefonía, a continuación se mencionan las diferentes pruebas que se realizarán dentro de la red de FLORALP S.A.

Pruebas técnicas

Dentro de las pruebas técnicas se realizarán dos tipos de pruebas, las primeras serán realizadas sin incluir calidad de servicio en ninguno de los casos y las segundas serán incluyendo los parámetros de QoS establecidos en la sección 4.6 del cuarto capítulo.

- Ancho de banda utilizado por dos llamadas simultaneas.
- Pérdida de paquetes, retardo y jitter.

Pruebas de conectividad.

Las pruebas de conectividad tienen la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento de las VPNs configuradas en el servidor KYPUS.

- Conectividad Usuarios Ibarra-servidor.
- Conectividad usuarios Quito-servidor.

V. CONCLUSIONES

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad permitir a la industria lechera FLORALP S.A, crecer por medio del uso de nuevas tecnologías de comunicación, adicional a esto acceder a que su red de datos se vuelva robusta y flexible a la vez; sin olvidar que esta tecnología abarata los costos por consumo de telefonía.

La central telefónica PBX Panasonic Advanced Hybrid System KXTA616 ha cumplido ya su vida útil, por lo cual ocasiona molestias a los usuarios; la red de datos por otro lado es plana, sin clasificación de tráfico, sin ACLs ni VLANs, la red FLORALP S.A Ibarra trabaja independientemente de sus otras oficinas.

Las plataformas de software libre permiten actualmente dar solución a aplicaciones y servicios en el mismo nivel que un software de paga lo puede hacer, tomando en cuenta que los beneficios de ser libre es el ahorro en costos de licenciamiento, y que la mayoría de las empresas, no solo publicas sino también las privadas, poseen este tipo de soluciones, es un ejemplo claro las centrales IP PBX con una alta demanda por sus costos y buen servicio.

Con la ayuda del estándar IEEE 830 (1998) y la norma ISO/IEC/IEEE 29148 (2011), Especificación de Requisitos de Software, se realizó la selección del software de telefonía IP que se ajuste a las necesidades y brinde las mejores soluciones a los usuarios de la red. Como resultado se obtuvo, que la plataforma Elastix, brinda estabilidad, eficiencia tanto en memoria

como en recurso a la red, se integra fácilmente a cualquier tipo de infraestructura en la que se ubique.

El dimensionamiento de equipos está basado en la elección del software de la central, una vez definido cual se utilizará, se dimensiona el tipo de servidor tomando en cuenta que debe soportar un número determinado de usuarios y que debe tener características físicas para conectarse a la red pública de telefonía.

Es necesario recordar que actualmente existen un sin número de soluciones para la transmisión de voz sobre IP, en el mercado se puede encontrar desde tarjetas de telefonía FXO/FXS, Gateways, appliance dedicados exclusivamente para trabajar con plataformas de software libre, e incluso switch que permiten reutilizar el cableado casi en desuso Cat5e sin preocuparse por la calidad en la voz.

Una de las principales desventajas de la telefonía IP es la calidad en la voz, a comparación de una línea analógica q no tiene este tipo de problemas; pero se puede mejorar estas características al usar políticas de calidad de servicio en la red de datos, permitiendo así la satisfacción de los usuarios finales.

Gracias al análisis Costo-Beneficio en el que se incluyen cálculos de VAN, TIR, se puede determinar si un proyecto es viable para una implementación, siempre y cuando el valor obtenido en la relación sea mayor a uno; el presente proyecto a pesar de tener un periodo largo de recuperación es rentable.

VI. RECOMENDACIONES

Gracias al diseño del sistema de telefonía se registró algunas falencias en la red de FLORALP S.A por lo cual se recomienda mejorar los equipos de ruteo y de conmutación, para permitir configuraciones avanzadas como por ejemplo calidad de servicio, ACLs, VLANs, entre otros.

El cableado estructurado ha cumplido su tiempo de vida útil de cinco años por lo cual se recomienda hacer una certificación de puertos, para permitir que la transmisión de la voz no tenga ningún tipo de problema.

Es muy importante no olvidar realizar las configuraciones de calidad de servicio de acuerdo al modelo presentado en el diseño, ya que, se debe brindar una llamada sin problemas como eco y retardo. Se recomienda usar el módulo de cancelador de eco que Elastix posee para tarjetas analógicas o módulos adicionales.

Elastix presenta actualmente tres versiones estables, 2.4, 2.5 y 3.0, para proyectos o diseños la versión 2.4 y 2.5 son las más adecuadas, no requieren licenciamiento y están disponibles en la página www.elastix.com, la versión 3.0 incluye nuevos parámetros de administración pero por el momento no cuenta con el soporte necesario y existen módulos que aún no se los ha incluido, como Addons, configuración de extensiones por lotes, Easy VPN entre otros.

Lo más importante en una red de datos es su seguridad, por lo cual es necesario configurar el módulo de Firewall que

Elastix trae embebido, deshabilitar el acceso por web mientras no sea el administrador quien lo vaya a usar.

En la creación de usuarios y en lo que se refiere a claves de acceso debe usarse contraseñas fuertes, es decir, que deben contener números, letras mayúsculas y minúsculas y un carácter especial; de igual manera las claves de accesos debe ser diferentes a las que Elastix las coloca por default; cambiar el acceso remoto por puertos conocidos, utilice VPNs para su administración remota e incluso para los usuarios fuera de la red, todo esto hará que el servidor sea vulnerable a cualquier tipo de ataque.

RECONOCIMIENTO

Se expresa un especial reconocimiento al MSc. Edgar Maya director del mismo, por el apoyo y la colaboración brindada para desarrollar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Alice, Q. (Julio). *Analysing the Characteristics of VoIP Traffic*. Canadá: No definido. Recuperado el 15 de Marzo de 2014
- [2] AulaFacil.com. (2014). *Evaluacion Privada de proyectos*. Obtenido de Relacion Costo beneficio:
<http://www.aulafacil.com/proyectos/curso/Lec-c-23.htm>
- [3] FLORALP . (25 de Mayo de 2014). *FLORAL Ecuador*. Obtenido de FLORALP Expertos en quesos: <http://www.floralp-sa.com/corporativo-ecuador/mision-y-vision.html>
- [4] Free Software Foundation. (11 de Marzo de 2014). *Qué es el software libre*. Obtenido de El sistema operativo GNU:
<https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- [5] Gil Cabezas, J. (2009). *Protocolo de transporte en tiempo real -RTP-*. Córdoba: no definido.
- [6] HP. (2014). *Servidores HP ProLiant ML*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2014, de Servidor HP ProLiant ML310e Gen8 v2: <http://goo.gl/PdtwDW>

- [7] Ibitec. (2012). *CCNA voice*. Obtenido de Calidad de servicio: http://www.forumtech.net/cisco/voice_1/voice_1/otros/cap12.pdf
- [8] Inversiones Teleiva .com 19 C.A. (5 de agosto de 2014). *Teléfonos Híbridos*. Obtenido de Distribuidor Panasonic: <http://www.kx-tem.com/telefonos-panasonic-analogicos-digitales/telefonos-hibridos-panasonic.html>
- [9] *Iperf*. (s.f.). Recuperado el 21 de agosto de 2014, de Iperf: <http://www.wcruzy.pe/ri/iperf.pdf>
- [10] Manual para configurar redes. (17 de Abril de 2014). *Tribox*. Obtenido de Manual para configurar redes: <http://howtonet.wordpress.com/tribox/>
- [11] Muñoz, A. (2010). *Elastix a Ritmo de Merengue*. Republica Dominicana: No definido.
- [12] NENA. (10 de Junio de 2004). *VoIP Characteristics*. Recuperado el 27 de Agosto de 2014, de National Emergency Number Association: <https://www.nena.org/?page=Standards>
- [13] O'REILLY. (2005). *Switching to VoIP*. En T. Wallingford, *Switching to VoIP* (pág. 158). United States of America: Safari.
- [14] PaloSanto Solution. (29 de Marzo de 2014). *Elastix. Freedom to communicate*. Obtenido de <http://www.elastix.org/index.php/en/product-information/features.html>
- [15] Panasonic. (s.f.). *Panasonic Ideas for Live. TDA 100D Especificaciones*: http://www.panaret.es/es/Ficha_de_producto/8/193/Central_tel_efonica_hibrida_TDA100D/
- [16] Rosa, F. S. (2009). *Introducción a la telefonía IP utilizando estándares*. En F. S. Rosa, *Introducción a la telefonía IP utilizando estándares* (págs. 9,10). Barcelona: GNU Free Documentation License.
- [17] SANGOMA. (2013). *Sangoma Media Gateways*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2014, de Vega 50 Analog/BRI Gateway: <http://www.sangoma.com/assets/docs/datasheets/en/vega50.pdf>
- [18] TP-Link. (2014). *Switches Serie JetStream* . Recuperado el 7 de Agosto de 2014, de Switch para bastidor con 24 puertos a 10/100 Mbps:

<http://www.tplink.com/es/products/details/?model=TL-SF1024#over>

- [19] VoipForo. (22 de Febrero de 2014). *Codecs*. Obtenido de VoipForo: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>
- [20] XORCOM. (2014). *XR2000 IP-PBX Data Sheet*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de <http://www.xorcom.com/files/techdocs/datasheet-xr2000.pdf>
- [21] Yealink. (2014). *Enterprise HD IP Phone*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2014, de SIP-T28P: <http://goo.gl/3hXo1g>



Edgar A. Maya A.

Nació en Ibarra provincia de Imbabura el 22 de abril de 1980. Ingeniero en Sistemas Computacionales, Universidad Técnica del Norte – Ecuador en 2006. Actualmente es docente en la carrera de Ingeniería en

Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador, MSc. en Redes de Comunicación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito – Ecuador.



Mayra A. Martínez C.

Nació en Ibarra Ibarra-Ecuador, el 26 de Septiembre de 1989. Realizó sus estudios en la Unidad Educativa Particular “Oviedo” donde finalizó en el año 2007, obtuvo el título de Bachiller en Ciencias Especialización Físico Matemático. Actualmente, es egresado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias

Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.