



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TELEFONIA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO
IPv6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS
EN LA EMPRESA SINFOTECNIA.**

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

AUTOR: CARLOS JONATHAN GUERRERO ANDRADE

DIRECTOR: MSc. EDGAR MAYA

Ibarra, Octubre 2017

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEFONIA IP BASADO EN ASTERISK SOBRE EL PROTOCOLO IPv6 PARA LA INTERCOMUNICACIÓN EN LAS DEPENDENCIAS EN LA EMPRESA SINFOTECNIA”

Edgar A. Maya, Carlos J. Guerrero

Resumen.- El presente proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema de telefonía IP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6 para la intercomunicación en las dependencias de la empresa Sinfotecnia con el objetivo de mejorar el actual sistema de comunicación que la empresa tiene para la comunicación interna y externa entre sus empleados y sus clientes.

El diseño y la implementación del sistema de telefonía IP sobre el protocolo IPv6, beneficiará al personal de la empresa Sinfotecnia debido a que permitirá tener un servicio de comunicación telefónica eficiente y constante en todo momento entre los departamentos internos de cada una de las dependencias de la empresa y entre sus clientes, además los usuarios gozaran de más aplicaciones como las que ofrecen los otros sistemas IP-PBX en tiempo real, además de contar también con la posibilidad de realizar un crecimiento futuro.

I. Introducción

En la actualidad los sistemas de telefonía IP se han convertido en una herramienta primordial para la gran mayoría de organizaciones, empresas e instituciones gracias a la flexibilidad, escalabilidad y operatividad que ofrece en las comunicaciones además de beneficiar en diferentes ámbitos como: económico, optimización y tecnológico. Dentro de los sistemas de telefonía IP existen varios dispositivos utilizados para la comunicación como los teléfonos IP, Softphones, Gateway o tarjetas de telefonía con interfaces FOX/FXS, etc. Estos dispositivos forman una parte esencial en los sistemas de telefonía IP ya que permiten la comunicación entre las redes IP y la PSTN.

Debido a las deficiencias y limitaciones que actualmente presenta el protocolo de internet IPv4, se plantea trabajar sobre la nueva versión del protocolo internet IPv6. El mismo que ofrece eficiencia, escalabilidad, extensibilidad, movilidad, seguridad, mayor espacio de direccionamiento, mecanismo de transición, etc. Además que permite la coexistencia de nuevos protocolo de comunicación con los protocolos de su antecesor IPv4.

II. Telefonía IP

La telefonía IP es una tecnología totalmente organizada gracias a que permite controlar todas las comunicaciones de la VoIP y tiene la capacidad de integrar los servicios que ofrece una PBX tradicional así como la configuración de nuevas aplicaciones y de esta forma permitir que las empresas tengan beneficios de seguridad, flexibilidad y escalabilidad en la red de datos. [1]

Esta tecnología puede incorporar algunas funciones como la conversión análoga digital, protocolos de señalización y transporte, plan de marcación, etc. Además puede usar diferentes dispositivos para la comunicación telefónica como Hardphones, Softphones, Gateways análogos o digitales.

A. *Ventajas de la telefonía IP*

- Comunicación efectiva entre usuarios de distintos lugares a un bajo costo.
- Tráfico de voz y datos integrado sobre una sola infraestructura de red, simplificando la gestión y reduciendo los costos.

- Utilización del sistema telefónico de acuerdo a sus necesidades y requerimientos.
- Interconexión con otras redes (PSTN, Operadoras Móviles).
- Integración de servicios de valor añadido como: identificador de llamadas, bloqueo de llamadas, desvío de llamadas, buzón de voz, interacción con base de datos, etc. [2]

B. Desventajas de la telefonía IP

- Limitación del ancho de banda en el canal de comunicación.
- Pérdida del servicio mediante la existencia de cortes en el fluido eléctrico constantes.
- Problemas con el tiempo de respuesta y la pérdida de paquetes.
- Susceptibilidad a virus, gusanos y a taches de hacking (se han solucionado cada vez que la tecnología avanza).
- Afectación en la calidad de comunicación, si los equipos no están a un mismo nivel tecnológico.

C. Estructura de los protocolos de la telefonía IP [3]

Protocolos de señalización

Los protocolos de señalización tienen la capacidad de ejercer el control sobre el establecimiento, duración y finalización de una comunicación entre diferentes sitios o dispositivos.

Protocolo de transporte

Los protocolos de transporte son los encargados de garantizar que todos los datos lleguen desde el origen a su destino, cumpliendo con los requerimientos de una comunicación eficiente como ancho de banda y calidad de servicio.

D. Códecs de Audio

Los códecs de audio son el medio que es utilizado para convertir una señal de voz analógica a digital, a través de la digitalización, codificación, compresión y decodificación de las señales de voz mediante el uso de procesos matemáticos con la finalidad de adaptar la información antes de ser enviada por el medio de transmisión.

En la tabla 1 se observan las características de los códecs de audio que son utilizados en la telefonía IP.

TABLA 1.
Códecs de audio para la telefonía IP

Códec	Tecnología	Tasa Bits (Kbps)	Tamaño Trama	MOS
G.711	PCM	64	0.125	4.1
G.726	ADPCM	32	0.125	3.85
G.728	LD-CELP	16	0.625	3.61
G.729	CS-ACELP	8	10	3.92
G.722	SB-ADPCM	64	0.125	4,5
G.723	MPMLQ	6,3	30	3.9

E. Equipos de la telefonía IP

La estructura de la una red de telefonía IP está compuesta por los siguientes dispositivos fundamentales: servidores de telefonía, teléfonos IP, Softphones, tarjetas análogas o digitales adaptadores ATA y Gateway.

Servidores de telefonía IP

Estos equipos son los encargados del enrutamiento, direccionamiento y control todas las llamadas telefónicas, además tienen las funciones de administración, control y manejo de bases de datos del registro de usuarios. También permiten la conexión entre los teléfonos IP de una determinada organización con la red telefónica tradicional.

Teléfonos IP

Los teléfonos IP son iguales que los teléfonos convencionales con la diferencia que los teléfonos IP tienen una variedad de funciones avanzadas gracias a que tienen incorporado un procesador y utilizan un sistema operativo que les permite adaptarse a las redes IP a través de un Switch o Router. Además realiza las funciones de codificación y decodificación de las señales de audio y vídeo.

Softphones

Un Softphone es una aplicación multimedia que permite emular todas las funcionalidades que ofrece un teléfono IP, como es la realización de llamadas telefónicas a cualquier destino.

Tarjetas Análogas

Las tarjetas análogas son utilizadas para la conexión de las líneas análogas de la PSTN con los teléfonos IP a través de la utilización de módulos con interfaces FXO (Foreign eXchange Station) y FXS (Foreign eXchange Office).

Tarjetas Digitales

Las tarjetas digitales son utilizadas para la conexión a un sistema telefónico de gran capacidad o a la PSTN, este tipo de tarjetas tienen interfaces digitales tipo E1 o T1, las mismas que permiten manejar un considerable número de circuitos.

Adaptador de Teléfono Analógico ATA

El Adaptador de Teléfono Analógico es un dispositivo que permite conectar un teléfono analógico a una central de telefonía IP, este dispositivo por lo general tiene un puerto Ethernet y varios puertos FXS y FXO.

Gateway de telefonía

El Gateway es un dispositivo que tiene la capacidad de convertir todas las llamadas telefónicas que se generan sobre las líneas convencionales a llamadas telefónicas IP.

III. Protocolo IPv6

El protocolo IPv6 es actualmente el protocolo de Internet de nueva generación, el que fue desarrollado por la IETF y se encuentra especificado en RFC 2460. Este fue diseñado con el objetivo solucionar varias limitaciones que se presentaron en el protocolo IPv4. Además IPv6 es considerado como un protocolo robusto, eficiente y escalable debido a que combina el direccionamiento ampliando con una cabecera más eficiente y con muchas características en diferentes áreas como enrutamiento, seguridad, privacidad, calidad de servicio, movilidad, mecanismos de transición, además permite la coexistencia de nuevos protocolos con protocolos de anteriores versiones como IPv4. [1]

A. Características

Entre las características más importantes que tiene el protocolo IPv6 son: [4]

- Mayor espacio de direccionamiento
- Seguridad
- Aplicaciones en tiempo real
- Autoconfiguración
- Movilidad
- Nuevo formato de cabecera
- Niveles de direccionamiento jerárquico
- Extensibilidad

B. Formato de la cabecera de IPv6

El protocolo IPv6 es una versión mejorada a la del protocolo IPv4. Este protocolo presenta un nuevo formato de la cabecera del paquete IP en relación a IPv4. El diseño se centró básicamente en la simplicidad de la cabecera debido a que está formada por 8 campos y su longitud es de 40 Bytes.

En la Fig. 1, se observa el formato de las cabeceras IPv4 e IPv6, además de los diferentes campos que tienen.

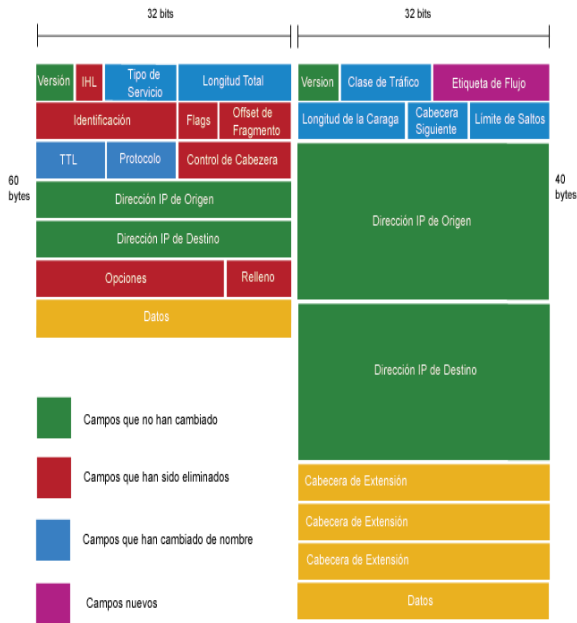


Fig. 1 Formato de la cabecera IPv6

C. Estructura de la dirección IPv6

La estructura de una dirección IPv6, se encuentra descrita en el RFC 4291. Esta tiene 128 bits de longitud, los que se encuentran divididos en 8 campos de 16 bits (en comparación con IPv4 una dirección IPv6 es cuatro veces más grande), y cada campo se compone de 2 Bytes los que son representados en formato hexadecimal (000-FFFF) y separados por 2 puntos “:”. Una dirección IPv6 básicamente se compone de tres partes principales como se indica en la Fig. 2.

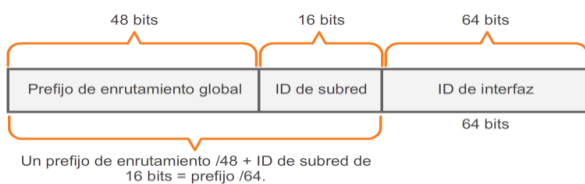


Fig. 2 Estructura de una dirección IPv6

- **Prefijo de ruteo global:** Este usa los tres primeros campos de la dirección IPv6, el que es asignado y estructurado por sitios específicos como RIR’s e IPS’s.

- **ID de subred:** Este usa un campo de la dirección IPv6, y es el identificador de la red dentro de un sitio.
- **ID de interfaz:** Utiliza los últimos cuatro campos de la dirección IPv6, para identificar la interfaz. [5]

D. Tipos de dirección IPv6

En IPv6 existen diferentes tipos de direcciones y no todas son manejadas por igual. IPv6 define tres tipos de direcciones que se son:

Direcciones Unicast

Las direcciones IPv6 unicast identifican de forma exclusiva una sola interfaz en un dispositivo habilitado con IPv6. Y se clasifican en las siguientes direcciones. [6]

Direcciones Multicast

“Las direcciones IPv6 multicast se utilizan para enviar un único paquete IPv6 a varios destinos”.

Estas direcciones utilizan el siguiente prefijo 0xFF, además tiene un campo de 4 bits que son banderas que están reservadas y deben estar configuradas en cero. Mientras que T=0 indica que la dirección es permanente y es asignada por la IANA, en cambio sí T=1 indica que la dirección es dinámica. El campo ámbito es utilizado para indicar el alcance de cada dirección multicast. El identificador de grupo indica si el grupo permanente o dinámico. [7]

Direcciones Anycast

Las direcciones IPv6 anycast son direcciones IPv6 unicast que se pueden asignar a varios dispositivos. Los paquetes enviados a una dirección anycast se enrutan al dispositivo más cercano que tenga esa dirección. [6]

IV. Diseño del sistema de ToIP

El diseño de un sistema de ToIP basado en Asterisk sobre el protocolo IPv6, será realizado

con la finalidad de tener un sistema de comunicación de buena calidad y alta disponibilidad que garantice escalabilidad, flexibilidad, robustez e integración con sistemas de telefonía convencional y telefonía móvil.

Además que sea capaz de ofrecer algunas funcionalidades avanzadas de una central telefónica como: mensaje de bienvenida, transferencia de llamadas, conferencia de grupos, captura de llamadas, etc.

El diseño de sistema de ToIP, no se pretende seguir alguna norma o estándar específico. Si no que será realizado en base a un análisis de varios factores como el software que será usado para el servicio telefónico, el ancho de banda que debe tener el enlace para la transmisión de la voz, la conexión que debe existir hacia la PSTN, el tipo hardware que debe usar para soportar un determinado número de llamadas y otros servicios adicionales con el fin de tener una solución eficiente y factible.

A. Especificación de los requerimientos para el sistema de ToIP

De acuerdo a la información que se obtuvo en la empresa se determinó que el sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia, necesita los siguientes requerimientos:

- La plataforma de software que se utilizará para el servicio de telefonía debe ser bajo licencia GPL (Licencia Publica General) y Open Source (Código Abierto).
- Cada uno de los departamentos internos pertenecientes a la empresa, disponga de una extensión telefónica correctamente registrada.
- Cada uno de los departamentos puedan comunicarse con otros, a través de una llamada telefónica a su respectiva extensión. A demás todos los departamentos deben tener acceso para las llamadas telefónicas desde y hacia la PSTN y a operadoras celulares.

- Todas las llamadas telefónicas deben tener una buena calidad y una alta disponibilidad.
- El sistema de telefonía pueda ofrecer servicios adicionales como: captura de llamadas, IVR, transferencia de llamadas, conferencias, etc.

B. Dimensionamiento del sistema de ToIP

El dimensionamiento de la IP-PBX, se la realizará a través de un análisis de los siguientes factores como: paquete de voz, códecs de audio, ancho de banda (requerido), número de llamadas (soportadas), troncales, etc.

Longitud del Paquete de Voz

El paquete de voz está formado por la cantidad de información que tiene el payload del códec y de la longitud de cada una de las cabeceras de los protocolos RTP (12 Bytes), UDP (8 Bytes), IP (40 Bytes). En la Fig. 3, se muestra la longitud del paquete de voz.

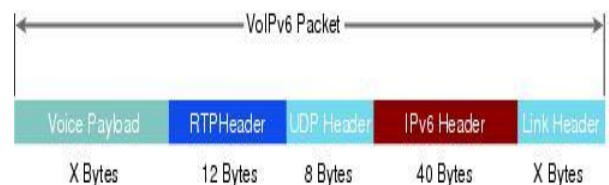


Fig. 3 Longitud del paquete de voz en IPv6

La longitud del paquete de voz se la realiza a través de la ecuación 1.

$$L_{P_{voz}} = L_{encapsulacion} + L_{sobrecarga} \quad (1)$$

Dónde:

- $L_{encapsulacion}$: Longitud de encapsulación (suma de cada una de las cabeceras de los protocolos que forman el paquete de voz).
- $L_{sobrecarga}$: Longitud de la sobrecarga del códec.

Ancho de banda de los códec de VoIP

El ancho de banda que necesita un códec para la transmisión de voz requiere de dos componentes fundamentales que son los paquetes por segundo que transmite el códec y de la longitud total del paquete de voz.

Para determinar el ancho de banda que necesitan los códecs se utiliza la ecuación 2.

$$BW_{codec} = \frac{(PPS * LP_{voz} * 8)}{1000} \quad (2)$$

Dónde:

- PPS : Paquetes por segundo.
- LP_{voz} : Longitud del paquete de voz

Número de llamadas simultaneas

La cantidad de llamadas simultáneas que soportará el servidor de telefonía depende del códec que se esté utilizando para la transmisión de la voz. Este parámetro se puede determinar en base a una relación entre el ancho de banda que tiene el enlace de la red sobre el ancho de banda del códec que se usará en una llamada telefónica.

Para determinar la cantidad de llamadas que soportaran los servidores de telefonía IP se utilizará la ecuación 3.

$$N_{Llamadas} = \frac{BW_{Enlace}}{BW_{Códec} * 2} \quad (3)$$

Dónde:

- BW_{Enlace} : Es el ancho de banda del enlace.
- $BW_{Códec}$: Es el ancho de banda del códec

TABLA 2.
Ancho de banda de los códecs de audio para la ToIP

CÓDEC	L.P.Voz (Bytes)	BW (Kbps)	LLAMADAS SOPORTADAS
G.711	234	187,2	22
G.723	98	55,2	78
G.726	154	123,2	33
G.729	94	75,2	54
GSM	106,5	85,2	48
Spexx	149	119,2	34

C. Dimensionamiento del ancho de banda requerido para el sistema de ToIP

El ancho de banda que requiere el sistema de ToIP que será implementado en la empresa Sinfotecnia, fue determinado en base al número llamadas concurrentes que cursan en un periodo de tiempo. Donde se consideró que son seis las llamadas concurrentes debido a número de departamentos internos que tiene la empresa. Mientras que el ancho de banda que se utilizará para las conversaciones telefónicas será el del códec GSM y para determinar el ancho de banda que requiere el sistema se utiliza la ecuación 4.

$$BW_{ToIP} = N * BW_{Códec} \quad (4)$$

Dónde:

- N : Es el número de llamadas concurrentes.
- $BW_{Códec}$: Es el ancho de banda del códec.

Reemplazando los valores del número de llamadas concurrentes y ancho de banda del códec en la ecuación 4. Se determinó que el ancho de banda requerido para la implementación del sistema de telefonía en la empresa Sinfotecnia es de 511,2 Kbps.

$$BW_{ToIP} = 1022,4 \text{ Kbps}$$

D. Diseño del plan de marcación

utilizarán la distribución de software libre CentOS 6.8 como sistema operativo la misma que se encuentra disponible en la página oficial.

A. Instalación y configuración del sistema operativo.

La configuración para el soporte del protocolo IPv6 en los servidores de ToIP se la realiza mediante la modificación de los siguientes registros.

- vi /etc/sysconfig/network
- vi/etc/sysconfignetwork-script/ifcfg-eth0

B. Instalación y configuración de Asterisk

La instalación y configuración de plataforma Asterisk, que se utilizó para la implementación del sistema de ToIP en la empresa Sinfotecnia se compone de tres paquetes fundamentales como son Asterisk, Dahdi y Libpri.

```

root@SVRTELEFONIAI ~]# asterisk -rvvv
asterisk 11.24.1, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
license version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.24.1 currently running on SVRTELEFONIAI (pid = 7134)
SVRTELEFONIAI*CLI>

```

Fig. 5 Consola de administracion de Asterisk

C. Configuración y Registro de Extensiones

La creación de extensiones en cada servidor de ToIP se realizaron mediante las especificaciones detalladas en el diseño del dialplan a través de la configuración del archivo sip.conf, como se muestra en la Fig.6.

```

[root@SVRTELEFONIAI ~]# vim /etc/asterisk/sip.conf
[1001] (hardphones)
callerid=Recepcion<1001>

[1002] (hardphones)
callerid=Recervada<1002>

[1003] (hardphones)
callerid=Ingenieria<1003>

[1004] (hardphones)
callerid=Ventas<1004>

[1005] (hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1005>

[1006] (hardphones)
callerid=Soporte Tecnico<1006>

[1007] (hardphones)
callerid=Redes<1007>

[1008] (hardphones)
callerid=Gerencia<1008>

[1009] (hardphones)
callerid=Capacitaciones<1009>

```

Fig. 6 Configuracion de extensiones en Asterisk

D. Instalación de Teléfonos IP

Los teléfonos IP fueron ubicados en cada uno de los departamentos de la empresa de acuerdo a la distribución de los puntos de red que fue realizada en el diseño del sistema de ToIP, en la Fig. 7 se observa el teléfono IP que fue instalado en el departamento de gerencia.

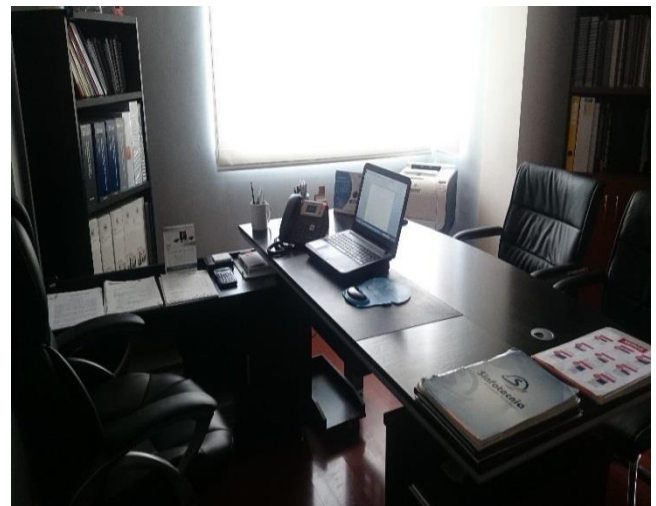


Fig. 7 Instalacion del telefono IP en gerencia.

E. Pruebas de Funcionamiento del Sistema de ToIP

Las pruebas se realizarán con el objetivo de examinar el correcto funcionamiento del sistema de ToIP que fue implementado en la empresa Sinfotecnia, estas se ejecutaran a través de la elaboración de llamadas telefónicas a las extensiones registradas en los servidores Asterisk y a la PSTN.

Después de haber realizado las pruebas de funcionamiento de las llamadas telefónicas se observó que el tráfico RTP que cursa por los servidores de telefonía IP utiliza un ancho de banda aproximado de 85 Kbps.

En las todas las comunicaciones realizadas se observó que los valores del jitter generado durante las llamadas telefónicas son aceptables ya que ninguno de estos valores es superior o están cerca al valor mínimo recomendado para este tipo de comunicaciones que es de 100 ms.

También se observó que en los diferentes tipos de llamadas telefónicas que fueron efectuadas resultaron completas sin ningún inconveniente generándose una pérdida de paquetes en promedio del 2%.

En las todas las comunicaciones se observó que los valores del retardo generado en la transmisión de los paquetes durante las llamadas telefónicas son aceptables debido a que ningún paquete sobrepasa el tiempo recomendado para este tipo de comunicaciones que es de 150 ms.

La utilización del protocolo IPv6 en las llamadas telefónicas resulto exitoso debido a que todas resultaron completas sin ningún inconveniente, además se observó que su decodificación no es tan fácil como en el protocolo IPv4.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

V.II. Conclusiones

Se realizó el diseño e implementación un sistema de ToIP basado en la plataforma Asterisk

sobre el protocolo IPv6 en la empresa Sinfotecnia, el que permite tener un servicio de comunicación permanente entre los empleados de cada uno de los departamentos internos de las dependencias y con sus clientes, al mismo tiempo ayuda a efectuar el control del servicio telefónico desde una sola consola de administración garantizando de esta forma que la empresa cuenta con un sistema de comunicación telefónica convergente, confiable y seguro.

Con la revisión teórica de varios conceptos fundamentales relacionados con la tecnología de la VoIP, la plataforma de telefonía Asterisk y el protocolo de Internet IPv6 se llegó a determinar que la ToIP basada en Asterisk es una aplicación tecnológica que en la actualidad goza de una gran aceptación debido a las características que tiene y a las ventajas que ofrece como es la capacidad de integrarse con las antiguas y las nuevas aplicaciones, servicios y protocolos de comunicación.

En el análisis de la situación actual de la empresa se llegó a comprobar que el sistema de flujo eléctrico así como el sistema de cableado estructurado están en muy buen estado y cumplen con todas las especificaciones, estándares y certificaciones que requieren este tipo de sistemas, además se observó que la infraestructura de los dispositivos de conexión de red tiene soporte para la implementación del protocolo IPv6 y con el monitoreo de la red se pudo especificar que el tráfico que fluye por la red utiliza un ancho de banda de 1,80 Mbytes mientras que la intensidad del tráfico telefónico es de 0,98 Erlangs.

Fueron determinados los requerimientos mínimos para el dimensionamiento del sistema de ToIP en la empresa mediante el análisis de varios parámetros como la longitud del paquete de voz (234 bytes), ancho de banda del códec, número de troncales entre otros; y de esta forma se logró establecer que el ancho de banda total requerido por el sistema de ToIP es de 1.0224 Mbytes, para una cantidad de 12 usuarios y con la utilización de un códec de 42, 6 Kbps (GSM).

En las pruebas de funcionamiento realizadas al sistema de ToIP, se observó que todas las llamadas telefónicas entrante y salientes fueron completas desde el origen al destino verificando así que los valores de los parámetros que influyen en una llamada telefónica como el jitter, la latencia y la pérdida de paquetes son aceptables en relación a los valores mínimos recomendados para este tipo de comunicaciones garantizando de esta forma calidad en el servicio telefónico.

V.III. Recomendaciones

La utilización de la plataforma Asterisk sobre los sistemas de ToIP es altamente recomendable gracias a que tiene la capacidad de integrarse con un sinnúmero de servicios y nuevas aplicaciones de comunicación a través del uso de protocolos estandarizados por organismos internacionales.

Se recomienda colocar un sistema de redundante de energía eléctrica en el rack de comunicaciones con la finalidad de evitar cortes en todo el servicio telefónico debido a posibles fallas que puedan presentarse en el servicio energía eléctrica.

Se recomienda realizar un análisis de la red de datos previo a la implementación del sistema de ToIP, para determinar los recursos tecnológicos que serán utilizados en la ejecución de dicho sistema a través de la revisión del ancho de banda que tiene la red para la implementación del servicio de telefonía y el soporte para el protocolo IPv6 en los equipos de red para evitar posibles incidentes en la implementación.

Antes de comenzar con la implementación del sistema de ToIP sobre el protocolo IPv6 se debe tener conocimiento de la ubicación y de la estructura de cada uno de los directorios que serán configurados para el soporte del IPv6 en la plataforma Asterisk.

Después de haber realizado las pruebas de funcionamiento del sistema de ToIP se recomienda sacar un respaldo de toda la

configuración ante cualquier inconveniente que se pueda presentar como problemas de hardware, corto circuitos, entre otros con la finalidad de evitar que la empresa se quede incomunicada durante un largo periodo de tiempo y así utilizar la configuración en otro equipo de cómputo de iguales características que el servidor de telefonía.

Referencias

F. Solis Herrera y X. Vaca Araujo, 1 «www.bibdigital.epn.edu.ec/,» 10 Enero 2014.] [En línea]. Available: <http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7109/1/CD-5295.pdf>. [Último acceso: 10 Octubre 2016].

L. Duarte Domingo, 2 «<https://upcommons.upc.edu/>,» 2014. [En] línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/>. [Último acceso: 12 Octubre 2016].

Telefonia Voz IP, 3 «<http://www.telefoniavozip.com/>,» [En línea].] Available: <http://www.telefoniavozip.com/voip/desventajas-de-la-telefonía-ip.htm>. [Último acceso: 12 Octubre 2016].

D. Minoli, Voice Over IPv6 Architectures 4 for Next Generation VoIP Network, Editorial] Elsevier,EUA., 2006.

Cisco Network Academy, «CCNA Online 5 Curriculum Version 5,» 2015. [En línea].] Available: [http://www.cisco.edu.mn/CCNA_R&S_1_\(Introduction%20To%20Networking\)/course/module8/index.html#8.2.3.1](http://www.cisco.edu.mn/CCNA_R&S_1_(Introduction%20To%20Networking)/course/module8/index.html#8.2.3.1).

Community Cisco Support, 6 «<https://supportforums.cisco.com/>,» 16 Febrero

] 2016. [En línea]. Available:
<https://supportforums.cisco.com/blog/12914981/direccionamiento-ipv6-bases-y-fundamentos>.
[Último acceso: 21 Octubre 2016].

A. Gallardo Celis,
7 «www.ptolomeo.unam.mx,» 14 Noviembre
] 2013. [En línea]. Available:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2565>. [Último acceso: 26
Octubre 2016].



Carlos J. Guerrero A.

Nació en Tulcán-Ecuador el 18 de noviembre de 1985. Hijo de Carlos Guerrero e Isabel Andrade. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Fiscal “Ciudad de Ibarra”. En el año 2004 obtuvo su título de Bachiller en la especialización Físico Matemático en el colegio “Teodoro Gómez de la Torre”. Actualmente, egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.