

# “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN COMUNICACIONES CENTRALIZADAS BASADAS EN TECNOLOGÍA ELASTIX EN EL LABORATORIO DE COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

Caicedo Irma, Chango Nancy

[nkchango@espe.edu.com](mailto:nkchango@espe.edu.com)

[iycaicedo@espe.edu.com](mailto:iycaicedo@espe.edu.com)

*Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE  
Extensión Latacunga*

**RESUMEN:** *En este proyecto se desarrolla un servidor interactivo de comunicaciones unificadas que permita a los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga configurar una central de telefonía IP, mensajería instantánea, correo electrónico, video conferencia y fax a través del Software Elastix en protocolo IPv4 e IPv6.*

**ABSTRACT:** *This project develops an unified communications server that allows students at the University of the Armed Forces ESPE Latacunga Extension configure an IP central telephone, instant messaging, email, video conferencing and fax through the Elastix software with protocol IPv4 and IPv6.*

**PALABRAS CLAVE:** Servidor interactivo, Comunicaciones unificadas, Central de Telefonía IP, Mensajería Instantánea, Correo Electrónico, Fax, Elastix, IPv4, IPv6.

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo de la vida del hombre, los medios de comunicación han constituido un papel importante porque han contribuido, desde un principio, a acercar más a la gente, en el sentido que se ha ido facilitando, cada vez más, la comunicación y la información.

Actualmente las redes de comunicación han experimentado un gran desarrollo tecnológico al punto de convertirse en infraestructuras que soportan redes de telefonía y permiten transmitir mensajes de voz, fax, e-mail, etc; de forma global las soluciones de comunicaciones unificadas surgen como alternativa ideal para aquellas empresas e instituciones que desean agilizar su proceso de gestión de datos, ya que proporcionan la integración de las más utilizadas fuentes de información entre ella internet, correo electrónico, voz sobre IP y más.

Las principales ventajas de las comunicaciones unificadas son la simplificación de la infraestructura de comunicaciones, la integración de las diferentes sedes móviles de una organización o institución en un sistema unificado de telefonía con gestión centralizada, llamadas internas gratuitas, plan de numeración integrado y optimización de las líneas de comunicación, la movilidad y el acceso a funcionalidades avanzadas.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación está conformada por un computador que actúa como servidor conectándose a este una tarjeta FXS que permite realizar la conversión de la señal de voz analógica a formato digital y compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión. Cuando se realice una llamada telefónica por IP, la voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de la red a la persona con la que necesite hablar. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original, también se tiene un teléfono IP, una base de telefonía celular que será utilizada para la comunicación con teléfonos celulares.

Para la comunicación con los teléfonos inteligentes se realiza una red, la misma que tiene dos routers inalámbricos, un router soportará protocolo de internet versión 4 y el otro router soportará protocolo de internet versión 6 estos están conectados entre sí, el servidor, la base celular y el teléfono IP se encuentran conectados al router IPV4, mientras que las dos computadoras se conectan al Router IPv6 todo este detalle se muestra en la figura 2.1.

Para hacer posible la visualización de la mensajería instantánea, video conferencia y fax, es necesario contar con dos computadores, dos cámaras web y un fax en lo que se refiere a dispositivos.

Los softwares utilizados son: Elastix como sistema operativo del servidor, los Softphone Linphone para IPv6, 3CX para IPv4 y Spark para mensajería instantánea, todos estos son software de código abierto.

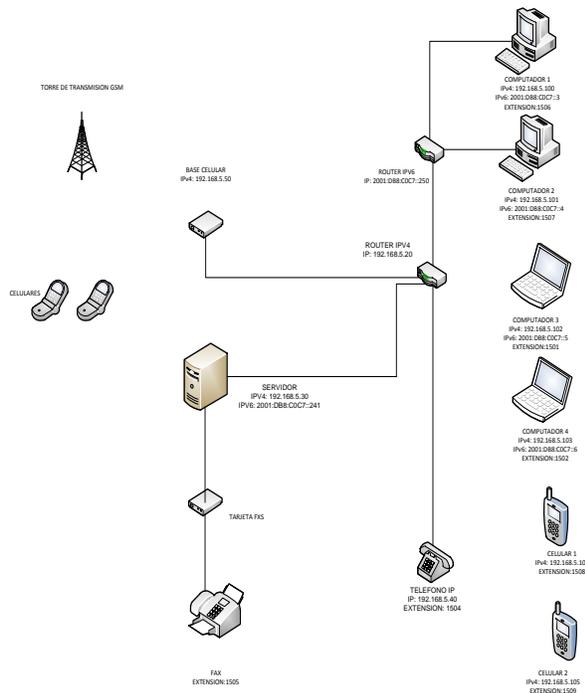


Figura 2. 1. Detalle del sistema de Red diseñado

## 2.2 Pruebas de funcionamiento VoIP

El objetivo de las pruebas es comprobar la comunicación VoIP, realizando llamadas entre las extensiones SIP registradas en un mismo servidor.

- **Pruebas de VOIP IPV4 a IPV4.**

Se realizaron llamadas desde las extensiones que se encuentran en un mismo servidor utilizando solo protocolo IPV4, En la tabla 2.1. se puede observar algunos parámetros que describen de manera más detallada el flujo RTP de los paquetes VoIP capturados, como el número de paquetes y la secuencia de estos en la transmisión de voz, también muestra el Jitter máximo y promedio generado durante la llamada, el total de paquetes transmitidos, y la duración.

Tabla 2.1. Tabla de resultados de pruebas VoIP IPv4 a IPv4.

TIPO	JITTER				
	RET. (ms)	MÁX (ms)	PROM (ms)	PAQ.	DUR. (s)
<b>IPv4 a IPv4</b>					
<b>CELULAR a LAPTOP (inalámbrico)</b>	75,97	6,49	0,54	836	16,7
<b>TELÉFONO IP a LAPTOP (alámbrico - inalámbrico)</b>	26,62	1,46	0,28	467	9,31
<b>LAPTOP a LAPTOP (inalámbrico)</b>	25,14	0,73	0,16	614	12,26
<b>PC a PC (alámbrico)</b>	20,71	0,13	0,06	752	15,02

- **Pruebas de VOIP IPV4 a IPV6.**

Mediante la realización de llamadas desde un dispositivo que se encuentra en una extensión dentro del servidor en protocolo de internet IPV4 hacia otro que se encuentra en protocolo de internet IPV6, se obtuvo los resultados de los parámetros que se indican en la tabla 2.2 los datos del Jitter promedio y Jitter máximo. De acuerdo a la tabla el Jitter máximo promedio generado entre el intervalo de 10,41s a 11s, fue de 12,46 ms.

Tabla 2.2 Tabla de resultados de pruebas VoIP IPv4 a IPv6.

TIPO	JITTER				
	RET. (ms)	MÁX (ms)	PROM (ms)	PAQ.	DUR. (s)
<b>IPv4 a IPv6</b>					
<b>CELULAR a LAPTOP (inalámbrico)</b>	109,7	19,81	12,46	519	10,41
<b>TELÉFONO IP A LAPTOP (alámbrico - inalámbrico)</b>	49,85	4,42	1,17	551	11

- **Pruebas de VOIP IPV6 a IPV6.**

Para realizar las pruebas VoIP se debe instalar un Softphone que soporte IPV6, en este caso el único que soporta IPV6 es el Softphone Linphone. Las pruebas de comunicación solamente se lo pueden realizar mediante el uso de Laptops para establecer la comunicación inalámbrica y mediante las computadoras de escritorio para la comunicación mediante cable de red Ethernet, no se puede realizar pruebas mediante los

teléfonos móviles(celulares), ya que los mismos no soportan aun protocolo de internet IPv6.

**Tabla 2.3. Tabla de resultados de pruebas VoIP IPv6 a IPv6.**

JITTER					
TIPO	RET. (ms)	MÁX (ms)	PROM (ms)	PAQ.	DUR. (s)
<b>IPv6 a IPv6</b>					
<b>LAPTOP a LAPTOP (inalámbrico)</b>	51,82	20,62	19,92	500	9,97
<b>PC a PC (alámbrico)</b>	99,8	23,82	19,94	1206	24,08

En la tabla 2.3 se puede observar algunos parámetros que describen de manera más detallada el flujo RTP de los paquetes VoIP, como el número de paquetes y la secuencia de estos en la transmisión de voz, también muestra el Jitter máximo y promedio generado durante la llamada en protocolo IPv6.

#### • Pruebas de VOIP IPV6 a IPV4.

En la tabla 2.4, se puede observar algunos parámetros que describen de manera más detallada sobre el flujo RTP de los paquetes VoIP, como el número de paquetes y la secuencia de estos en la transmisión de voz, también muestra el Jitter máximo y promedio generado durante las llamadas realizadas desde una Lapto a un celular de forma inalámbrica, desde una Lapto a un teléfono IP de forma inalámbrica como mediante cableado, de igual forma desde una PC de escritorio hacia un celular.

**Tabla 2.4. Tabla de resultados de pruebas VoIP IPv6 a IPv4.**

JITTER					
TIPO	RET. (ms)	MÁX (ms)	PROM (ms)	PAQ.	DUR. (s)
<b>IPv6 a IPv4</b>					
<b>LAPTOP a CELULAR (inalámbrico)</b>	145,2	20,5	14,78	662	12,54
<b>LAPTOP a TELÉFONO IP (inalámbrico - alámbrico)</b>	37,63	3,55	0,89	439	8,76
<b>PC a CELULAR (alámbrico-inalámbrico)</b>	82,07	22,1	19,94	430	8,56

#### Análisis de resultados

- ✓ En la comunicación de IPv4 a IPv4 cableado es donde existe menos pérdidas y retardo que en cualquier otra comunicación, puesto que una red cableada utilizando cable UTP categoría 5e permite velocidades de transmisión de hasta 1gigabit (1000 mbps).
- ✓ En la comunicación de laptop a celular y viceversa se puede observar que es la comunicación donde más retardo tienen entre paquetes, porque esta es una comunicación inalámbrica y trabajan con el estándar IEEE 802.11n y esta permite una velocidad máxima de transmisión de 300Mbps. Que no es ni la mitad de la velocidad que existe en una red cableada, además por los diferentes algoritmos de acceso al medio.
- ✓ Existe una gran diferencia de retardo y de perdidas entre la comunicación IPv4 a IPv4 y IPv6 a IPv6 cableada porque IPv6 tiene más tamaño de datos, por lo que hace que la red tenga más latencia y perdidas.
- ✓ En el protocolo IPv6 mientras más tiempo dure una llamada más retardo existirá entre paquetes, por el tamaño de datos que existe en el protocolo.
- ✓ En la comunicación de IPv6 a IPv4 inalámbrica existe más pérdidas de paquetes, porque en IPv6 el tamaño de datos es mayor que en IPv4, además la transmisión de datos es de 300Mbps.

### 3. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró la implementación del protocolo SIP en un entorno IPv6, mientras que IAX y SIP en el entorno IPv4, debido a que el protocolo IAX aún no cuenta con soporte para un tipo de direccionamiento IPv6.
- ✓ El uso de las comunicaciones IP provee algunas ventajas importantes como la disminución de costos utilizando una sola red para la trasmisión de voz y datos.
- ✓ Los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga podrán mejorar sus conocimientos realizando prácticas en la central de comunicaciones mediante Elastix y el uso de las comunicaciones IP con la ayuda de guías prácticas, tanto en IPv4 como en IPv6.
- ✓ Se podrán realizar llamadas gratuitas de VoIP mediante el protocolos IPV6 e IPv4, diseño realizado mediante el software Elastix, con mensajería instantánea entre computadoras, correos electrónicos, fax y videoconferencias.

- ✓ La mayoría de las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de este proyecto, están basadas en software libre tales como Elastix, Cent OS, Linphone, 3CX, Spark, y Wireshark, comprobándose que estas aplicaciones se adaptan muy fácilmente a los desarrollos de software y hardware propietarios, lo que representa una gran ventaja al momento de realizar implementaciones de este tipo de tecnologías.
- ✓ En la realización de las pruebas de funcionalidad y monitoreo de tráfico gracias al Wireshark se pudo observar el comportamiento de algunos factores que intervienen en una comunicación VoIP, tales como Jitter y retardo.
- ✓ En la implementación de red se conectó el router IPv4 y el router IPv6 lo que dio como resultado que la parte inalámbrica se asignan direcciones IP tanto en versión 4 como en versión 6.

#### 4. RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar las guías para realizar correctamente las prácticas, porque el uso no correcto del servidor puede modificar las configuraciones.
- ✓ Es importante seguir realizando pruebas, sobre entornos de direccionamiento IPv6, para poder adaptarse al cambio de manera gradual, debido a que en muy poco tiempo las empresas más grandes de la red Internet migrarán todos sus servicios sobre este nuevo entorno de red.
- ✓ Las aplicaciones existentes como Elastixv6 y Linphone que son vitales para el servicio de VoIP sobre IPv6, aún no se encuentran desarrolladas en un 100% por lo que es recomendable esperar nuevas versiones de las mismas para poder aplicar en producción este tipo de centrales telefónicas.
- ✓ No apagar el servidor físicamente (con el botón de encendido) porque se pueden desconfigurar los parámetros en la central, por lo que se recomienda apagarlo remotamente.
- ✓ Si se utilizan routers que soporten protocolo IPV6 e IPV4, en el router proveedor de direcciones IPV6 se debe desactivar el protocolo IPV4, para que no exista conflicto y se tenga dos redes inalámbricas.
- ✓ Se recomienda que el servidor y los dispositivos de red fijos tengan direcciones IP estáticas, para que el acceso a los mismos sean más rápidos.
- ✓ La utilización del software libre en la implementación de sistemas VoIP es recomendable, ya que permite implementar

servicios multimedia, también utilizan protocolos estandarizados lo que permite la convivencia con la mayoría de las tecnologías propietarias.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ CAYAMBE, Fernando. Análisis e implementación de un prototipo par telefonía IP utilizando software libre, seleccionado en base al estándar IEEE 830, como alternativa de comunicación de voz entre dependencias del municipio del distrito metropolitano de Quito, Mayo 2010, Ecuador.
- ✓ GALLARDO, Carlos. Diseño e Implementación de una infraestructura de Telefonía IP mediante plataforma de software libre para la Universidad Autónoma de Quito, Marzo 2011, Ecuador.
- ✓ JIMÉNEZ, Jefferson. Implementación de VoIP sobre IPv6, 2009, Ecuador.
- ✓ [http://es.over-blog.com/Funciones\\_de\\_un\\_servidor\\_VoIP-1228321779-art260051.html](http://es.over-blog.com/Funciones_de_un_servidor_VoIP-1228321779-art260051.html)
- ✓ [http://www.tytssa.com.mx/capacitacion/Como\\_funcionan\\_FXs-FXo.pdf](http://www.tytssa.com.mx/capacitacion/Como_funcionan_FXs-FXo.pdf)
- ✓ <http://www.3cx.es/faqs/fxs-fxo>
- ✓ [http://www.fonlogic.net/Tarjetas\\_Openvox\\_A400P.html](http://www.fonlogic.net/Tarjetas_Openvox_A400P.html)
- ✓ <http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/La%20videoconferencia.pdf>
- ✓ [http://www.dlinkla.com/sites/default/files/archivos/DIR-610/DIR-610\\_A1\\_Manual\\_v1.00\(ES\).pdf](http://www.dlinkla.com/sites/default/files/archivos/DIR-610/DIR-610_A1_Manual_v1.00(ES).pdf)
- ✓ <http://www.elastix.org/index.php/es/>
- ✓ <http://avance telecomunicaciones1.blogspot.com/>