

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

*Facultad 2*



*Título: “Propuesta de infraestructura para la implantación de la Telefonía IP en la Universidad de las Ciencias Informáticas”.*

*Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas*

*Autores:*

*Yuslierys Semanat Montero*

*Ivón Zamora Suárez*

*Tutores:*

*Ing. Yunier Jorge Trujillo Hernández.*

*Ing. Orestes Rodríguez Morales.*

*Ciudad de La Habana, junio del 2009*



*“Aquí está una de las tareas de la juventud: empujar, dirigir con el ejemplo la producción del hombre de mañana.”*

*Ernesto Che Guevara*

## Declaración de autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de Junio del año 2009.

---

Yuslierys Semanat Montero

Autor

---

Ivón Zamora Suárez

Autor

---

Ing. Yunier Jorge Trujillo Hernández

Tutor

---

Ing. Orestes Rodríguez Morales.

Tutor

## **Agradecimientos**

*Primero que todo agradecer a mis padres por su cariño y su dedicación, por ser mi inspiración y principal apoyo en todo.*

*Al hombre de ilusiones insaciables, incapaz de concebir idea alguna que no sea descomunal. A usted, Comandante en Jefe, hoy y siempre... ordene.*

*A mis tutores Yunier y Orestes por apoyarme hasta el último momento, por dedicarme todo el tiempo del mundo y ser incondicionales ante cualquier circunstancias.*

*A la Universidad, por poner a mi alcance tantos recursos para mi formación y darme la posibilidad de crecer como persona y formar parte de este gran "Ejército de Luz".*

*A mi amiga de siempre, Grettel, quien a pesar de la distancia, nunca se ha separado de mí y siempre me ha dado fuerzas para seguir adelante.*

*A mi otra familia, Margarita y Martha, que siempre han estado pendientes de mí.*

*A mi novio por ser mi amigo y apoyarme en todo momento. Te Amo mi Amor.*

*A mis compañeros de estudio que se han convertido en parte de mi familia durante estos cinco años. Especialmente a Solnelis, Emily, Ivón y Yasnalla.*

*A mis profesores y maestros, a los de la UCI y los de enseñanzas anteriores, que contribuyeron a mi formación.*

*“Nunca es largo y difícil el camino si al final hay una rosa”.*

*Yuslierys*

## **Agradecimientos**

*A mi familia, especialmente a mis padres, por la fe depositada en mí y por ser mi fuerza e inspiración para lograr mi objetivo.*

*A Yunier mi tutor, por haber contribuido a mi formación personal y profesional, por la confianza depositada en mí desde el principio, por guiarme por el camino del esfuerzo y la dedicación para lograr mi meta.*

*A Orestes, por su ayuda incondicional, por su interés y disposición, por su paciencia desmedida, por hacerme reír aun en los momentos de tensión, por enseñarme diariamente.*

*A Fidel Castro Ruz y a la Revolución, por permitirme soñar y hacer realidad mi sueño de estudiar y convertirme en una profesional.*

*A mis compañeras de estudio más cercanas: Elda, Yuslierys e Hildelisa; convertidas a lo largo de tantos años en amigas y hermanas para mí. Gracias por comprender todas mis diferencias, aceptarme en sus vidas y permitirme grabarlas para siempre en mi corazón.*

*A Luis por llegar a mi vida en el momento en que más lo necesitaba, por darme motivos de alegría diarios, por contar siempre con su paciencia y comprensión.*

**Ivón**

## **Dedicatoria**

*A mis padres, Isabel y Aristides, que me han guiado con su ejemplo por el camino del bien. Son la principal razón de mi vida, por ustedes me he convertido en lo que soy, gracias por todo.*

*A todos los que de una forma u otra ayudaron a realizar mi sueño, va dedicado este trabajo.*

*Yuslierys Semanat Montero.*

*A mis padres y hermana por su amor, entrega, dedicación y empeño en que sea cada día mejor persona...*

*A nuestro Comandante y a la Revolución que me han inculcado los principios y valores que hoy defiendo.*

*A quien representa lo más alto de la condición de un revolucionario. ERNESTO GUEVARA DE LA SERNA.*

*Ivón Zamora Suárez*

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo proponer una infraestructura de red diseñada específicamente para ubicar los servidores Asterisk (aplicación que proporciona funcionalidades de central telefónica) y demás servidores que permitirán la implantación de la telefonía IP en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), teniendo en cuenta la estructura de la red futura de la universidad, los servicios que se brindarán y los datos de factibilidad.

Actualmente en la universidad para solicitar algún servicio o localizar a una persona determinada es necesario el empleo de la telefonía tradicional y si se encuentra el usuario en su puesto de trabajo o de estudio se le hace algo incómodo realizar estas funciones. Por ende se desarrolla esta investigación que arroja como resultado una infraestructura que garantiza un mayor número de servicios telefónicos como: correo de voz, menú interactivo, sala de conferencias por mencionar algunos.

Con la realización de este trabajo se pudo demostrar mediante las pruebas realizadas con la herramienta My Connection Server, que la red de la universidad está apta para soportar los servicios que garantiza la telefonía IP.

Basado en las investigaciones realizadas se logró proponer dos infraestructuras que muestran la distribución de los servidores Asterisk que permitirá brindar el servicio de telefonía IP en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Palabras Clave:** Telefonía IP, infraestructura

# Índice de Contenido

<b>Declaración de autoría</b> .....	II
<b>Agradecimientos</b> .....	III
<b>Agradecimientos</b> .....	V
<b>Resumen</b> .....	VII
<b>Índice</b> .....	i
<b>Índice de Figuras</b> .....	vi
<b>Índice de Tablas</b> .....	vii
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Fundamentación Teórica</b> .....	5
Introducción .....	5
1.1 Antecedentes de la telefonía IP .....	5
1.2 Tendencias actuales del mercado. ....	6
1.3 Estado del arte .....	6
1.3.1 Uso de la telefonía IP en el mundo .....	6
1.3.2 Uso de la telefonía IP en Cuba.....	8
1.4 Conceptos fundamentales .....	9
1.4.1 Telefonía .....	9
1.4.1.1 Telefonía analógica .....	10
1.4.1.2 Telefonía digital .....	11
1.4.1.3 Telefonía móvil .....	12
1.4.1.4 Telefonía IP .....	12

1.4.2	Voz sobre IP .....	13
1.4.2.1	¿Qué es voz sobre IP? .....	13
1.4.2.2	Funcionalidad.....	14
1.4.2.3	Calidad de servicio .....	15
1.4.2.4	Protocolos para voz sobre IP .....	15
1.4.3	Red de Área Local (LAN) .....	21
1.4.4	Asterisk .....	17
1.4.4.1	¿Qué es Asterisk? .....	17
1.4.4.2	Asterisk como PBX.....	17
1.4.4.3	Asterisk es un sistema de voz sobre IP .....	18
1.4.5	Codificador-Decodificador (CODEC).....	18
1.4.5.1	Recomendación G.711 .....	19
1.4.5.2	Recomendaciones G.729 y G.729A .....	19
1.4.6	Resolución No. 128 / 2008.....	20
1.5	Herramientas de desarrollo.....	22
1.5.1	Herramientas para el diseño de redes .....	22
1.5.1.1	Microsoft Office Visio 2007 .....	22
1.5.1.2	Kivio (Koffice).....	23
1.5.1.3	Dia.....	23
1.5.2	Herramientas para testear la red.....	23
1.5.2.1	Monitor de voz sobre IP a Orion .....	23
1.5.2.2	DA-3400 Data Network Analyzer .....	24
1.5.2.3	My Connection Server.....	25

1.5.3	Justificación de las herramientas seleccionadas .....	25
	Conclusiones.....	26
	<b>Capítulo 2. Infraestructura .....</b>	<b>27</b>
	Introducción.....	27
2.1	Servicios que ofrece Asterisk .....	27
2.2	Estudio de la red de la UCI.....	29
2.2.1	Descripción general de la red de la UCI. ....	29
2.2.2	Servicios que brinda la red.....	31
2.2.3	Topología y protocolo de enrutamiento actuales en la UCI .....	32
2.2.3.1	Topología en estrella.....	32
2.2.3.2	Protocolo de información y de enrutamiento, RIP.....	34
2.3	Proyecciones futuras de la red de la UCI .....	35
2.3.1	Diseño topológico de la red en la universidad.....	35
2.3.1.1	Ventajas de la topología en anillo .....	36
2.3.1.2	Desventajas de la topología en anillo.....	36
2.3.2	Protocolo de información y enrutamiento, Resilient Packet Ring (RPR) .....	37
2.3.2.1	Características de RPR .....	37
2.3.3	Plataforma de Servicios Metropolitanos.....	38
2.3.3.1	Quidway® CX600 Metro Services Platform .....	39
2.3.3.2	Quidway® CX300 Metro Services Platform.....	40
2.4	Propuesta de solución.....	41
2.4.1	Resultados de la herramienta .....	45
2.4.2	Infraestructura de la telefonía IP en la UCI.....	45

2.4.2.1	Versión distribuida.....	45
2.4.2.2	Versión centralizada.....	48
2.4.3	Servicios que se ofrecerán.....	50
2.4.4	Tarjeta de flujo.....	51
2.4.4.1	Dispositivos de telefonía digital.....	51
2.4.4.1.1	B410P .....	52
Conclusiones.....		52
<b>Capítulo 3. Validación de la propuesta.....</b>		<b>53</b>
Introducción.....		53
3.1	Indicadores que miden la calidad de servicio .....	53
3.1.1	Retardo del viaje redondo (o latencia) .....	53
3.1.2	Pérdida de paquetes.....	54
3.1.3	Disponibilidad del backbone. ....	54
3.1.4	Jitter.....	54
3.1.5	Eco .....	55
3.1.6	Throughput. ....	55
3.1.7	Ancho de banda .....	55
3.1.8	Mean Opinion Score (MOS).....	56
3.2	Software que permite medir la calidad de servicio en voz sobre IP.....	56
3.2.1	Resultados de las pruebas.....	57
3.2.2	Calidad de servicio total en la red .....	58
3.3	Estudio de factibilidad .....	59
3.3.1	Factibilidad técnica .....	59

3.3.1.1	Hardware.....	59
3.3.1.2	Software .....	62
3.3.2	Factibilidad económica .....	62
	Conclusiones.....	64
	<b>Conclusiones Generales</b> .....	65
	<b>Recomendaciones</b> .....	66
	<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	67
	<b>Anexos</b> .....	71
	<b>Glosario de Términos</b> .....	77

# Índice de Figuras

Figura 1: Gráfico representativo del funcionamiento de voz sobre IP. ....	14
Figura 2: Funcionamiento básico de Asterisk como PBX. ....	18
Figura 3: Red actual de la UCI.....	30
Figura 4: Topología en estrella de una red.....	33
Figura 5: Topología en anillo de una red.....	36
Figura 6: Red futura de la UCI.....	38
Figura 7: Niveles 1 CX600.....	39
Figura 8: Nivel 2 CX300A y CX300B.....	40
Figura 9: De softphone a softphone.....	42
Figura 10: De softphone a terminal analógico.....	42
Figura 11: De terminal analógico a softphone.....	43
Figura12: Nodos del nivel 1 versión #1.....	45
Figura13: Nodos del nivel 2 versión #1.....	46
Figura 14: Propuesta de solución versión #1.....	47
Figura 15: Nodos del nivel 1 versión #2.....	48
Figura 16: Nodos del nivel 2 versión #2.....	49
Figura 17: Propuesta de solución versión #2.....	50
Figura 18: Tarjeta digital B410P.....	52

## Índice de Tablas

Tabla 1.1 Resumen de códecs.....	20
Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de la topología en estrella.....	34
Tabla 2.2 Área de docencia.....	44
Tabla 2.3 Área de residencia.....	44
Tabla 2.4 Área de producción.....	45
Tabla 3.1 Valores admisibles.....	57
Tabla 3.2 Resultado de las pruebas.....	58
Tabla 3.3 Promedio total por indicadores.....	58
Tabla 3.4 Comportamiento de hardware.....	61
Tabla 3.5 Programas disponibles versión distribuida.....	62
Tabla 3.6 Programas disponibles versión centralizada.....	62
Tabla 3.7 Región 00, versión distribuida.....	63
Tabla 3.8 Región 01, versión distribuida.....	63
Tabla 3.9 Región 02, versión distribuida.....	63
Tabla 3.10 Región 00, versión centralizada.....	64
Anexo 1 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.7.8.30).....	71
Anexo 2 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.8.3.150).....	73
Anexo 3 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.31.17.231).....	75

### **Introducción**

La Universidad de las Ciencias Informáticas, surgida al calor de la Batalla de Ideas con el propósito de formar profesionales para llevar el desarrollo de esta ciencia a cada rincón del país, es un centro donde se gestiona mucha información y se ofrecen varios servicios al personal tales como: correo electrónico, mensajería instantánea, directorio centralizado de usuarios, navegación, transferencia de ficheros, entre otros. La UCI cuenta además con una infraestructura dedicada a la producción de software que responde de manera creciente a las necesidades de informatización del país.

Teniendo en cuenta las perspectivas de desarrollo del centro, es necesario centralizar y administrar toda la información referente al mismo y su proceso productivo por lo que surge la necesidad de crear un Centro de Contacto y Atención de Llamadas que brinde diferentes servicios como menú interactivo (IVR), operadora automática, transferencia y desvío de llamadas, buzones de voz, posibilitando de esta forma un nuevo canal de comunicación.

Un Centro de Contacto (por sus siglas en inglés de Contact Center), es una oficina centralizada usada con el propósito de recibir y transmitir un amplio volumen de llamadas y pedidos a través del teléfono, los cuales se pueden realizar por canales adicionales al mismo, tales como: fax, e-mail, chat, mensajes de texto y mensajes multimedia, entre otros.

La mayoría de las más reconocidas e importantes empresas usan los Centros de Contacto para interactuar con sus clientes, ya sean empresas de servicio público, firmas de pedidos por catálogo, atención al cliente o soportes operativos.

La compra de uno de estos centros implica grandes gastos para el país, por lo que se hace necesaria la creación de un producto nacional. Por esta razón la UCI asumió el desarrollo de la Plataforma Telefónica (PLATEL); una solución orientada a Centros de Contacto y pequeñas, medianas y grandes empresas (PMGE). Esta plataforma telefónica garantiza el rendimiento, supervisión y administración de un Centro de Contacto. PLATEL está basado en la central telefónica Asterisk, una aplicación de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX) y utiliza la tecnología de voz sobre IP.

En la universidad, la mayor parte del tiempo el personal que labora y estudia se encuentra frente a un ordenador, por ende se hace un tanto incómodo buscar un teléfono para solicitar algún servicio o simplemente localizar a una persona determinada, por lo que sería mucho más eficiente si desde el puesto de trabajo se pudiera contar con estas facilidades.

Dada la situación anterior surge el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo facilitar un incremento en los servicios relacionados con la telefonía en la Universidad de las Ciencias Informáticas?

Este problema se enmarca en el **objeto de estudio**: Arquitectura de las redes en la UCI y el **campo de acción**: Infraestructura de las redes para la telefonía IP en la UCI.

El **objetivo general** que se persigue con la realización de este trabajo es: Proponer la infraestructura para la implantación de la telefonía IP en la UCI.

Para cumplir con el objetivo trazado se proponen las siguientes **tareas de investigación**:

1. Valorar si los servicios que hoy se brindan en la UCI satisfacen las demandas actuales y futuras.
2. Realizar un análisis de la arquitectura de red y la pizarra telefónica en la UCI.
3. Realizar un estudio de las dimensiones de la UCI.
4. Realizar un estudio de la plataforma telefónica (PLATEL).
5. Realizar un estudio de los diferentes servicios que brinda Asterisk.
6. Elaborar una infraestructura para la implantación de la telefonía IP en la UCI.

Este trabajo de diploma posee como **idea a defender**: con la propuesta de la infraestructura se ampliarán los servicios de telefonía en la UCI.

Para el desarrollo metodológico se aplicarán varios **Métodos científicos de la investigación** que se relacionan a continuación.

## Métodos científicos de la investigación

El método científico de la investigación es la forma de abordar la realidad, de estudiar la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el propósito de descubrir su esencia y sus relaciones. Los métodos científicos se pueden clasificar en teóricos y empíricos, ambos están dialécticamente relacionados. A continuación se mostrarán los métodos que se utilizan en este trabajo de diploma.

### ✓ Métodos teóricos

- **Analítico - Sintético:** Este método permite realizar un análisis profundo, estudiar documentos y extraer los elementos más importantes relacionados con la telefonía IP.
- **Histórico - Lógico:** Este método permite estudiar todo lo relacionado con la telefonía IP y obtener un conocimiento histórico de su desarrollo y comportamiento tanto a nivel internacional como nacional.

El presente documento consta de cuatro partes fundamentales: Resumen, Introducción, Desarrollo y Conclusiones. El desarrollo está estructurado en 3 capítulos los que están organizados de la siguiente manera:

**CAPÍTULO 1.** “Fundamentación teórica”: Se describen los conceptos fundamentales asociados al dominio del problema, se expone el estado del arte del tema tratado, tanto a nivel nacional como internacional, se hace un análisis crítico de las soluciones ya existentes y la propuesta, y además se da a conocer las herramientas que se utilizarán para solucionar el problema planteado. También se explican y justifican las tendencias actuales a las que se orienta la propuesta.

**CAPÍTULO 2.** “Infraestructura”: Se realiza un estudio de los servicios que brinda Asterisk así como de la estructura que presenta la red de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Luego de realizado un análisis del equipamiento con que cuenta la red, se hace un estudio para determinar los elementos con que contará la propuesta de la infraestructura.

**CAPÍTULO 3.** “Validación de la propuesta”: En este capítulo se realiza la validación de la propuesta, dicha validación se lleva a cabo mediante una herramienta que permite medir la calidad de servicio basada en el

comportamiento de diversos indicadores. También se efectuará el análisis de la factibilidad tanto técnica como económica de la propuesta.

## **Capítulo 1. Fundamentación Teórica**

### **Introducción**

El creciente recurso a las redes IP para prestar servicios de comunicaciones, incluidas las aplicaciones tales como la telefonía, se ha convertido en una cuestión esencial para la industria de las telecomunicaciones en todo el mundo. La posibilidad de transmitir voz por redes IP, con todas las dificultades que plantea y las oportunidades que ofrece, tales como la integración de voz y datos, es una etapa fundamental del sector de las telecomunicaciones y también refleja la convergencia entre dos tecnologías de redes que han surgido en condiciones políticas y reglamentarias muy diferentes:

- ✓ Las Redes Telefónicas Conmutadas (PSTN) basadas en tecnología de conmutación de circuitos, que la mayoría de los países han regulado muy a fondo (hasta fecha reciente).
- ✓ Las redes con conmutación de paquetes, que han sentado las bases de Internet y se han convertido en redes de datos sujetas a poco o ningún control.

En este capítulo se realiza una investigación relacionada con la telefonía IP, incluyendo el estado del arte a nivel internacional y nacional, así como las tendencias actuales. Además se hace una descripción detallada de los conceptos y definiciones más importantes que permitan una mejor comprensión del problema a resolver. También se dará a conocer la herramienta que se utilizará para el diseño de la infraestructura.

### **1.1 Antecedentes de la telefonía IP**

La voz sobre redes IP inicialmente se implementó para reducir el ancho de banda mediante compresión vocal, aprovechando los procesos de compresión diseñados para sistemas celulares en la década de los años 80. En consecuencia, se logró reducir los costos en el transporte internacional. Luego tuvo aplicaciones en la red de servicios integrados, especialmente en la Red de Área Local (LAN) e Internet. Con posterioridad se migró de la LAN (aplicaciones privadas) a la WAN (aplicaciones públicas) con la denominación de telefonía IP.

### 1.2 Tendencias actuales y del mercado.

Las empresas norteamericanas y europeas están modernizando su plataforma tecnológica para implantar la telefonía IP, tecnología que permite que voz y datos circulen por la Red de redes a un costo más bajo que el de las líneas telefónicas convencionales. Ventajas como la reducción de los precios y el aumento creciente de la flexibilidad de las ofertas, se unen a otros motivos para la expansión.

Alrededor de un cuarto de los encuestados en Norteamérica señalaron que ya han desplegado completamente la telefonía IP en sus empresas, lo que supone un aumento con respecto al uso que se le daba a esta telefonía el año pasado (sólo el 14% de las compañías encuestadas aplicaban el sistema). Además, otro 24% de las empresas ponen actualmente a punto las infraestructuras necesarias para hacer uso de la voz sobre IP, y un 30% evalúa dicho sistema o lo utiliza en período de prueba. Menos de un cuarto de las compañías señalaron que no planean hacer uso de dicho servicio a lo largo de este mismo año. [1]

### 1.3 Estado del arte

#### 1.3.1 Uso de la telefonía IP en el mundo

La Universidad de Chile ha desarrollado una Red Multiservicios, se nombra así a la renovación de su plataforma telefónica que hace posible unir las redes de voz y datos. La telefonía IP será una de las tecnologías más masivas de las que se pondrán al servicio de la comunidad universitaria. [2]

Así mismo la universidad de Murcia conjuntamente con Cisco lleva adelante un proyecto a través del cual migran sus comunicaciones a telefonía IP. Según las estimaciones que se han hecho el proyecto permitirá una reducción de consumo del 12%. Además, el nuevo sistema de telefonía posibilita la identificación de llamadas en todos los terminales y el acceso al registro de llamadas desde el propio terminal. [3]

La Universidad Continental de Ciencias e Ingeniería (UCCI), ubicada en Perú reconocida como una universidad líder en el campo tecnológico implementó el moderno sistema de telefonía IP que tiene importantes ventajas. Con este nuevo sistema la UCCI brindará un mejor servicio a sus usuarios, ya que este tipo de tecnología no genera la saturación en la recepción de llamadas y podrá recibir más de 24

llamadas simultáneas y rápidamente los que visiten su página web podrán hacer llamadas telefónicas totalmente gratuitas. Así mismo permitirá una mejor intercomunicación entre las diversas sucursales de la universidad y llamadas establecidas entre teléfonos de la misma empresa, aún en provincias distintas, no generan costo adicional alguno. [4]

En Singapur antes de la liberalización completa del mercado de las telecomunicaciones en abril de 2002, SingTel<sup>1</sup> era el único proveedor de servicios de telefonía IP, salvo en el caso de las comunicaciones de ordenador a ordenador entre dos usuarios de Internet. Con la liberalización, se creó una nueva clase de licencia para los servicios Internet vocales y de datos, y cualquier organización puede ofrecer servicios vocales o de datos por Internet siempre que posea una licencia y pueda garantizar una calidad mínima del servicio. A finales de 2000, casi 70 empresas poseían dicha licencia. El operador tradicional SingTel introdujo ciertos servicios de telefonía IP mucho más baratos que los servicios clásicos internacionales. Gracias a eVoz, los usuarios pueden hacer llamadas desde su PC a los abonados telefónicos de algunos países. [5]

En Hong Kong se permite la telefonía IP para la explotación de redes y servicios dentro del país y para las comunicaciones entre este y el resto del mundo. Para el permiso de licencias para las redes y servicios, Hong Kong ha adoptado metodologías neutras desde el punto de vista tecnológico. Se admiten todas las formas de la telefonía IP, incluidas las comunicaciones de PC a PC, de PC a teléfono y de teléfono a teléfono. [5]

El Gobierno de la India se ha comprometido a supervisar la evolución de la telefonía IP, así como su efecto sobre el desarrollo del país. Esta red utilizará una red IP independiente. Actualmente no se prevé conectarla a la red pública Internet. Se propone experimentar con la telefonía IP solamente el tráfico de larga distancia nacional y no se tendrán en cuenta las llamadas del servicio internacional automático (IDD). Este experimento incluirá los servicios vocales en tiempo real y los servicios de telefax, mientras que los datos seguirán transitando por la red Internet pública. [5]

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con las redes de telecomunicaciones

---

<sup>1</sup> SingTel Grupo de comunicaciones líder de Asia con operaciones e inversiones a escala mundial.

universitarias más grandes de Latinoamérica. Tiene actualmente dos redes independientes, una red telefónica para voz y otra de datos que son operadas y administradas igualmente de manera independiente, su evolución, crecimiento y actualización también se ha dado de forma separada. En lo que concierne a la red de voz, se tienen en operación 5 equipos principales y 35 satélites que operan 13 mil extensiones telefónicas y más de 15 mil aparatos telefónicos; sin embargo, la mayoría de los equipos de esta red no se han renovado durante un período de más de dieciséis años y su mantenimiento se ha vuelto muy caro al no contar con el soporte del fabricante. Lo anterior promovió el planteamiento y ejecución de un proyecto que permitiera realizar su actualización tecnológica y que así mismo llevara a la convergencia tecnológica de voz y datos en la interconexión de una sola red soportada por el protocolo de Internet IP.

La Dirección General de Servicios de Cómputo Académico es la dependencia encargada de desarrollar y ejecutar este proyecto, el cual inicia su implementación a partir de marzo de 2007, con la instalación de 4 equipos de telefonía IP, conocidos como PBXs IP. [6]

### **1.3.2 Uso de la telefonía IP en Cuba**

Cuba está ensayando nuevas tecnologías para la implementación de la telefonía IP, la televisión digital y las conexiones por la red telefónica y de datos a través de la red eléctrica, según explicó en conferencia magistral, efectuada en la inauguración de InfoClub 2007, el ingeniero Luis Conde, especialista principal de la Dirección de Desarrollo de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA).

El experto, quien se refirió a las nuevas tecnologías en el mundo de las comunicaciones y su aplicación en la Isla, apuntó que actualmente se experimenta con éxito la telefonía IP en una central de Ciudad de la Habana, y se han hecho pruebas piloto en diversos lugares con buenos resultados.

Esta modalidad permitirá que con una red única el cliente pueda acceder simultáneamente a servicios de telefonía, transmisión de datos o televisión digital, solo con la instalación del equipamiento adecuado en la casa del cliente. A esto se agrega el uso de la Power Line Comunnications (PLC), que permite acceder a las líneas de comunicación a través de los cables de corriente, sin afectar el servicio eléctrico.

Según el experto, tanto la telefonía IP como el PLC ya se han probado en Cuba y se han implementado de

forma experimental en inmobiliarias como el Apartotel Monte Habana, escuelas o en edificaciones de la propia ETECSA, aunque su finalidad es servir de soporte para profundizar la informatización de la sociedad y la introducción masiva de la computación con fines sociales. [7]

El Centro para el Desarrollo de la Informática en la Salud Pública (CEDISAP) y el Centro Nacional de Información en Ciencias Médicas (Infomed) son los socios médicos y tecnológicos respectivamente del programa Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS) en Cuba. El proyecto piloto en la isla se llevó a cabo en la provincia de Guantánamo con la instalación de sistemas de comunicaciones WiFi que permitieron comunicar 28 establecimientos médicos rurales con la Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo.

Con esta conexión se pretendió que los médicos tuvieran una computadora en su consultorio con el objetivo de tener correo electrónico, además de navegación en el portal de salud de Cuba para mantenerse informados y actualizados. Se les brindó la posibilidad de conectarse por vía telefónica entre ellos y con la red nacional de telefonía a través de un sistema de telefonía IP. [8]

La Mini – UCI de Ciego de Ávila tiene implementada la telefonía IP de forma centralizada, es decir, la carga está distribuida entre tres servidores Asterisk que soportan todas las peticiones. Otro ejemplo de empleo de la telefonía IP en Cuba, es en el Call Center del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), ubicado en el municipio de Plaza de la Revolución.

En la universidad aún no se ha implantado la telefonía IP, pues la pizarra telefónica existente se encuentra en proceso de sustitución por una que cuenta con todo lo necesario para la implantación de dicha telefonía, sin embargo el hardware que esta última requiere es muy costoso.

### **1.4 Conceptos fundamentales**

#### **1.4.1 Telefonía**

La telefonía es una tecnología asociada con la transmisión electrónica de voz, fax y varios tipos de información entre partes distantes empleando sistemas históricamente asociados con los teléfonos. El término teléfono se refiere al conjunto de aparatos e hilos conductores con los cuales es posible transmitir

a distancia la palabra y toda clase de sonidos por la acción de la electricidad. Por la necesidad de comunicación a larga distancia el hombre diseñó el telégrafo, un aparato que permitía el envío de mensajes a través de impulsos electromagnéticos asociados a letras y luego decodificados. El próximo paso sería la unión de la señal eléctrica y la voz humana. En 1871 Antonio Meucci patentó una máquina considerada el primer teléfono pero debido al poco interés mostrado por la compañía a la que se lo mostró y la falta de presupuesto tuvo que abandonar el proyecto. Más adelante, en 1876, Graham Bell patentó un aparato similar y pasó a la historia como el padre del teléfono.

En los comienzos para establecer una comunicación entre dos puntos era necesaria una conexión que uniera ambos extremos. Esto era un inconveniente ya que se necesitaba un gran número de cables para poder llamar a varios destinos. La primera conexión telefónica pública se registró en Estados Unidos en 1878 gracias a la instalación de una central pequeña de funcionamiento manual que hacía posible la distribución de las llamadas entre los usuarios de la red. La conmutación automática empezó a popularizarse en los años 90 del siglo XIX. Ya en ese entonces se había introducido el disco de marcado en los teléfonos. Con el transcurso de los años las tecnologías asociadas a la telefonía han sufrido muchos cambios destinados a mejorar los servicios. Muestra de ello son todos los medios de transmisión y los sistemas de comunicaciones empleados hasta hoy. Al inicio se utilizaban centrales telefónicas de conmutación manual que requerían de un operador para su funcionamiento. Esta situación evolucionó hasta llegar a las centrales de conmutación automáticas constituidas por dispositivos electromecánicos. Existen también las centrales digitales de conmutación automática totalmente electrónica y controlada por ordenadores, que en la práctica representan casi la totalidad de las actuales, y permiten múltiples servicios complementarios al propio establecimiento de la comunicación. Otras modalidades son la telefonía móvil o celular, que posibilita la transmisión inalámbrica de voz y datos, pudiendo ser estos a alta velocidad y la telefonía a través de internet que se caracteriza por el empleo de internet en lugar de la infraestructura de las compañías telefónicas tradicionales para la transmisión de voz y datos. [9]

### 1.4.1.1 Telefonía analógica

La Red Telefónica Conmutada (por sus siglas en inglés de Public Switched Telephone Network) está diseñada para mantener la comunicación entre los terminales a través de una central de conmutación principalmente para la transmisión de voz. Debido a que el principal propósito de esta red es la

transmisión de voz humana, la PSTN fue diseñada para transmitir frecuencias entre 300-3500 Hz que está en el rango de frecuencias perceptibles y emitidas por los seres humanos. Por esta razón los sonidos que no se encuentren en esa frecuencia se perderán, lo que provoca que no sea un servicio de máxima calidad. Los teléfonos que se emplean para la comunicación mediante centrales de telefonía conmutada están compuestos por cinco partes:

- ✓ **Dispositivo de llamada:** Este se encarga de emitir un sonido cuando se recibe una señal de que existe una llamada entrante al teléfono.
- ✓ **Disco de marcado:** Permite introducir la dirección con la cual se desea entablar la comunicación. Debido a la lentitud del proceso de marcado a través de este dispositivo las compañías telefónicas introdujeron más tarde los teclados numerados.
- ✓ **Híbrido:** Es un tipo de transformador que maneja la necesidad de combinar las señales transmitidas y recibidas a través de un solo par de cables en el auricular.
- ✓ **Interruptor:** Es el encargado de indicar el estado del teléfono. Cambia de estado en el momento en que se levanta el auricular y lo vuelve a hacer una vez que la llamada ha terminado.
- ✓ **Auricular:** Transmisor y receptor. [9]

### 1.4.1.2 Telefonía digital

Uno de los principales retos cuando se está transmitiendo señales analógicas es que muchas cosas pueden provocar interferencias con la señal, provocando bajo volumen y varios efectos no deseados. ¿En lugar de intentar preservar la señal emitida en forma de onda a largas distancias, por qué no simplemente tomar las características de la señal original y enviar esta información? La señal en forma de onda no llegaría pero la información para reconstruirla si lo haría. Este es el principio del audio digital, incluyendo la telefonía, tomar una medida de la información y enviarla hasta el destino, por lejano que este se encuentre cuando se regenera el audio queda con las mismas características que la señal original. La reproducción es de tan buena calidad que el oído humano no puede notar la diferencia. La principal ventaja del audio digital es que los datos que se envían pueden ser revisados mediante algoritmos matemáticos para asegurarse que se recibió un duplicado perfecto de la señal original. Ya la distancia no afectará la calidad y las interferencias pueden ser detectadas y eliminadas. [9]

### 1.4.1.3 Telefonía móvil

Básicamente está formada por dos partes: la red de comunicaciones y los terminales (o móviles) que permiten el acceso a dicha red. Esta consiste en una red de estaciones transmisoras - receptoras de radio y una serie de centrales telefónicas de conmutación que posibilitan la comunicación entre móviles o de móviles a teléfonos de la red fija tradicional.

La evolución del teléfono móvil ha posibilitado su reducción en tamaño y peso, las mejoras en cuanto a dispositivos como pueden ser las baterías, o la incorporación de cámaras para tomar fotos o filmar videos. También han añadido funcionalidades para reproducir música en formato MP3<sup>2</sup> y otros formatos, el envío de correos electrónicos o Servicio de Mensaje Corto (SMS) navegación por internet y hasta televisión digital. [9]

### 1.4.1.4 Telefonía IP

La telefonía IP reúne la transmisión de voz y de datos, lo que posibilita la utilización de las redes informáticas para efectuar llamadas telefónicas. Además, esta tecnología al desarrollar una única red encargada de cursar todo tipo de comunicación, ya sea de voz, datos o video, se denomina red convergente o red multiservicios.

La telefonía IP surge como una alternativa a la telefonía tradicional, brindando nuevos servicios al cliente y una serie de beneficios económicos y tecnológicos con características especiales como:

- ✓ **Interoperabilidad con las redes telefónicas actuales:** En el caso de TELMEX<sup>3</sup> se dispone de dos tipos de Interconexión a la red de telefonía pública, desde una central telefónica IP y directamente desde una tradicional.
- ✓ **Calidad de servicio garantizada mediante una red de alta velocidad:** En telefonía IP el concepto de calidad incluye aspectos como:

---

<sup>2</sup> MPEG-1 Audio Layer 3, más conocido como MP3

<sup>3</sup> Empresa mexicana de Telecomunicaciones con sede en la Ciudad de México.

- Red de alta disponibilidad que ofrece hasta un 99,99% de los recursos.
- Calidad de voz garantizada (bajos indicadores de errores, de retardo, de eco, etc.).
- ✓ **Servicios de valor agregado:** como el actual prepago, y nuevos servicios como la mensajería unificada. [2]

La telefonía IP ofrece varias ventajas entre las que se encuentran:

- ✓ Disminución del costo de la comunicación.
- ✓ Se puede tener más de una comunicación por la misma línea telefónica. Las llamadas entrantes se pueden canalizar a un teléfono especial para voz sobre IP, sin importar en que punto de la red está conectado.
- ✓ Los teléfonos de voz sobre IP se pueden integrar con otros servicios existentes en Internet, como video, mensajería, intercambio de datos, en forma simultánea y con otros usuarios que también estén en línea.
- ✓ Con los avances de la tecnología es seguro que las desventajas serán cada vez menores lográndose en un futuro no lejano que toda la telefonía actual sea sustituida por la telefonía IP.[10]

### 1.4.2 Voz sobre IP

#### 1.4.2.1 ¿Qué es voz sobre IP?

Voz sobre protocolo de internet o VozIP (por siglas en inglés de Voice over Internet Protocol), es un grupo de recursos que hace posible que la señal de voz viaje a través de internet empleando un protocolo IP. En otras palabras hace que la voz se envíe en forma de paquete en lugar de enviarla en forma digital o analógica a través de circuitos utilizables únicamente para telefonía como una compañía telefónica convencional.



**Figura 1: Gráfico representativo del funcionamiento de voz sobre IP.**

Desde los principios de internet se está transmitiendo voz a través de ella pero no fue hasta principios de la década de los 80 que se puso en manos de los usuarios. Se crearon varios productos para hacer posible la comunicación empleando tecnología de voz sobre IP y a finales de la década de los años 90 se crearon los softswitch. Estos posibilitan la comunicación entre dos redes telefónicas distintas por medio de software en un ordenador. [9]

### 1.4.2.2 Funcionalidad

Voz sobre IP facilita tareas o puede brindar servicios que serían más difíciles de implementar o más caros usando una PSTN, como por ejemplo:

- ✓ La habilidad de transmitir más de una llamada a la vez por la misma red. Gracias a esto, empleando voz sobre IP, es muy simple añadir nuevas líneas a las oficinas o en los hogares.
- ✓ Llamadas en conferencia, reenvío de llamadas, remarcado automático, posibilidad de identificación del usuario que realiza la llamada y la posibilidad de agregar funcionalidades a muy bajo o ningún costo, algo que es una inversión inmensa para las compañías telefónicas tradicionales.
- ✓ Llamadas seguras empleando protocolos de transporte en tiempo real seguros (Secure Real-time Transport Protocol). La mayoría de las dificultades en realizar llamadas seguras por las vías tradicionales de comunicación están ya resueltas con voz sobre IP pues basta con solo encriptar los datagramas y requerir autenticación.
- ✓ Independencia de localización. Esto significa que no importa donde se encuentre, para realizar una

llamada solo necesita una línea donde conectar su teléfono u ordenador para conectarse con su proveedor de voz sobre IP. Esto generalmente se hace vía internet.

- ✓ Integración con numerosos servicios disponibles en la red. Conversaciones con video, intercambio de datos y mensajes de forma paralela con las conversaciones, conferencias de audio, libretas de direcciones. Cada una de estas utilidades permite innumerables facilidades para el intercambio de todo tipo de información. [9]

### 1.4.2.3 Calidad de servicio

En algunos casos las conexiones de banda ancha no tienen la calidad deseada. En estos casos muchos paquetes resultan extraviados o demorados en algún punto entre los usuarios y se producirá una pequeña pérdida del sonido como si se hubiera perdido la conexión. Esto solo ocurre en redes muy lentas y congestionadas por el tráfico de información o donde los usuarios se encuentran a una larga distancia uno del otro. El desarrollo tecnológico con el tiempo ha ido logrando mejorar la calidad y confiabilidad en el servicio. También se ha pensado en la posibilidad de enviar la información por varias vías de forma simultánea, para así disminuir el impacto de los fallos en la calidad de la comunicación. [9]

### 1.4.2.4 Protocolos para voz sobre IP

El funcionamiento básico de voz sobre IP consiste en la conversión de la señal de sonido en paquetes y luego transmitir dichos paquetes a través de una red usando protocolos de internet. El reto consiste en transmitir una señal que llegue a su destino tal y como fue transmitida y de forma rápida. Si alguno de los paquetes no llega o lo hace tardíamente entonces habrá una degradación en la comunicación. En otras palabras, habrá dificultades para que dos personas sostengan una conversación. Los protocolos que se emplean para la transmisión de los paquetes son conocidos de forma general como Protocolos de Internet. [9]

Existen numerosos protocolos para llevar a cabo una conexión de voz sobre IP. Algunos de ellos son:

- ✓ **SIP:** Se posiciona como el más aventajado y conocido que está desbancando a H.323 gracias a su simplicidad y mejor tratamiento de los entornos NAT. Asterisk puede tener dos papeles diferentes e importantes dentro de las comunicaciones mediante este protocolo.

- **Agente de Usuario:** Como agente de usuario el Asterisk puede conectarse a operadores IP que soporten protocolo SIP, así como a otros Asterisk.
  - **Servidor:** Como servidor, el Asterisk puede recibir peticiones de registro de agentes de usuario, pudiendo ser estos clientes, clientes hardware (teléfonos IP), clientes software (softphone), otros Asterisk o cualquier agente de usuario SIP. [11]
- ✓ **MGCP:** Este protocolo es un protocolo muy simple con mucha facilidad para ampliarse y en el que el Asterisk se desenvuelve de forma muy óptima. Este protocolo se basa en dos entidades bien diferenciadas, los agentes de llamadas y las pasarelas. En Asterisk la estructura estaría formada por terminales IP MGCP que actúan como pasarelas y el Asterisk que actúa como agente de llamada. Así entonces, el Asterisk siempre tiene el estado en el que se encuentran las pasarelas. [11]
- ✓ **IAX:** Este protocolo ha sido desarrollado para solucionar problemas de NAT<sup>4</sup> (por ejemplo con H.323) y mejorar el trunking entre sistemas basados en este protocolo (sólo se reserva el ancho de banda necesario en cada comunicación, no como con otros TDMoIP<sup>5</sup> que reservan un determinado ancho de banda). En las comunicaciones basadas en IAX, el Asterisk puede operar de dos formas diferentes:
- **Servidor:** Como servidor, Asterisk admite registros de clientes IAX, pudiendo ser estos clientes hardware, software u otros Asterisk.
  - **Cliente:** Como cliente Asterisk puede registrarse en otros Asterisk o en operadores IP que utilicen este protocolo. [11]
- ✓ **H.323:** Es un estándar creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Es un protocolo muy complejo que fue originalmente pensado para videoconferencias. Este provee especificaciones para conferencias interactivas en tiempo real, para compartir datos y audio como aplicaciones de voz sobre IP. Actualmente H323 incorpora muchos protocolos individuales que fueron desarrollados para aplicaciones específicas. [12]

---

<sup>4</sup> Traducción de Dirección de Red

<sup>5</sup> Tecnología TDM sobre IP

### 1.4.3 Asterisk

#### 1.4.3.1 ¿Qué es Asterisk?

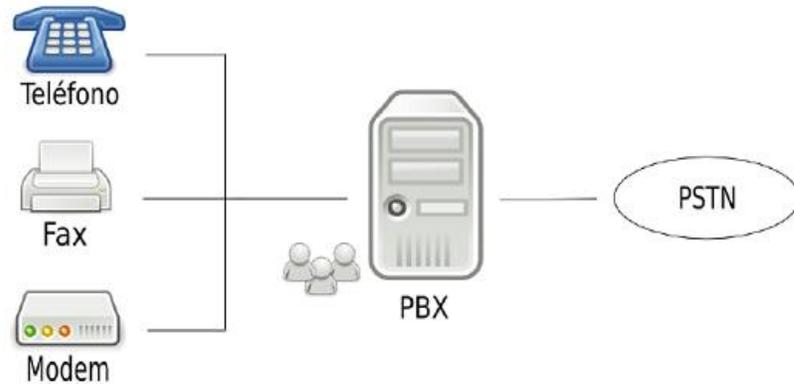
Principalmente Asterisk es un entorno de trabajo que permite la selección y eliminación de módulos particulares, brindando la posibilidad de crear un sistema de telefonía personalizado. Además por su arquitectura tan flexible es fácil crear módulos propios para extender el sistema.

También es un programa de código abierto. Esto implica que existen muchos desarrolladores en todo el mundo trabajando en extensiones y programas para Asterisk e instalaciones personalizadas. Una parte de la flexibilidad viene de que se tenga el código fuente, lo que implica que se pueda modificar su código hasta llegar a nuestras necesidades. [7]

#### 1.4.3.2 Asterisk como PBX

PBX (por siglas en inglés de Private Branch Exchange), es un panel de conmutación telefónico. Asterisk puede ser empleado como PBX conectando uno o varios teléfonos entre sí. Como PBX Asterisk provee varios servicios:

- ✓ Llamadas de estación a estación.
- ✓ Grabado de detalles de las llamadas. Resulta muy útil tener un registro de los detalles de cada llamada pues es posible detectar anomalías que puedan tener impacto en el servicio.
- ✓ Grabado de llamadas. Es una utilidad que brinda Asterisk pero antes de emplearla es necesario considerar su legalidad y los derechos a la privacidad.
- ✓ Distribución avanzada de las llamadas. Asterisk puede encaminar llamadas de acuerdo a los atributos que esta tenga. Aún si la información que brinda el proveedor de la PSTN no es suficiente para hacer esto, se le puede solicitar a la persona que está llamando más información mediante el sistema de marcado de teclas en el teléfono. [9].



**Figura 2: Funcionamiento básico de Asterisk como PBX.**

### 1.4.3.3 Asterisk es un sistema de voz sobre IP

Muchas compañías, empresas o instituciones poseen dos tipos de redes: una para los ordenadores y otra para los teléfonos. ¿Qué beneficios se obtendrían de unir estas dos redes en una sola?

- ✓ Se reduciría la cantidad de personal trabajando en ambas redes por separado, se tendría un grupo del personal preparado en computación y redes y como la telefonía estaría sustentada por los mismos ordenadores y la red IP, pues ese grupo se especializaría en la administración de sistemas de telefonía.
- ✓ Habría beneficios también en cuanto al equipamiento. El equipamiento de las computadoras tiende a disminuir su precio a medida que pasa el tiempo mientras que los sistemas propietarios de telefonía se mantienen sin variaciones. Aunque en la mayoría de los sistemas de teléfonos actuales las extensiones solo pueden estar a la distancia permitida por la longitud del cableado, cuando se emplea voz sobre IP se pueden tener múltiples usuarios desde distintos lugares. [9].

### 1.4.4 Codificador - Decodificador (CODEC)

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador - decodificador (CODEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares. El proceso de la conversión es complejo. Es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la Modulación Codificada mediante Pulsos (PCM) o variaciones.

Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de voz sobre IP simultáneamente. Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas.

### 1.4.4.1 Recomendación G.711

La ITU<sup>6</sup> ha estandarizado la Modulación de Código de Pulso como G.711, que permite una señal de audio de calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz que ha de ser codificado para la transmisión de índices de 56 Kbps o 64 Kbps. El G.711 utiliza A-law o Mu-law para una compresión simple de amplitud y es el requisito básico de la mayoría de los estándares de comunicación multimedia de la ITU.

La PCM es un método de codificación de señal de audio analógica más popular y es ampliamente utilizado por la red telefónica pública. Sin embargo, la PCM no soporta compresión de ancho de banda, por lo que otras técnicas de codificación como la Modulación por Codificación de Impulsos Adaptable (ADPCM) utilizan estimaciones basándose en dos muestras cuantificadas consecutivas para reducir el ancho de banda. [14]

### 1.4.4.2 Recomendaciones G.729 y G.729A

Estas recomendaciones codifican señales de audio cerca de la calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz para su transmisión a una velocidad de 8 Kbps G.729A requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729A tienen una latencia (el tiempo que necesita para convertir de analógico a digital) más baja que G.723.1. Se espera que G.729A tenga un impacto mayor en la compresión de voz para su transmisión sobre redes inalámbricas. [14]

A continuación se muestra una tabla resumen con los códecs G.711 y G.729 donde:

---

<sup>6</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones

- ✓ El Bit Rate indica la cantidad de información que se manda por segundo.
- ✓ El Sampling Rate indica la frecuencia de muestreo de la señal vocal (cada cuánto se toma una muestra de la señal analógica).
- ✓ El Frame size indica cada cuántos milisegundos se envía un paquete con la información sonora.
- ✓ El MOS indica la calidad general del códec (valor de 1 a 5). [15]

Estandarizado	Descripción	Bit rate (Kb/s)	Sampling rate (kHz)	Frame size (ms)	Observaciones	MOS (Mean Opinion Score)
ITU-T	Pulse code modulation (PCM)	64	8	Muestreada	Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal.	4.1
ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)	3.92

**Tabla 1.1 Resumen de códecs.**

### 1.4.5 Resolución No. 128 / 2008

En la resolución No.128/2008, dada en La Habana a los 28 días del mes de mayo de 2008, por Ramiro Valdés, Ministro de Informática y Telecomunicaciones, se establece que el Ministerio de la Informática y las Telecomunicaciones (MIC) es el organismo encargado de establecer, regular y controlar las normas técnicas operacionales de todas las redes informáticas y sistemas de comunicaciones en general, nacionales e internacionales que funcionan en el país, además de ordenar, regular y controlar los servicios

informáticos y de telecomunicaciones nacionales e internacionales y otros servicios afines en los límites del territorio nacional.

En dicha resolución se aprueba el uso de la tecnología de voz sobre IP, y los servicios a ella asociados exclusivamente con alcance nacional y para grupos cerrados de usuarios, pertenecientes a un mismo titular de red propia de datos que esté debidamente registrado y autorizado, a estos efectos, en la Agencia de Control y Supervisión del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. [16]

### 1.4.6 Red de Área Local (LAN)

Las redes LAN son aquellas que se expanden en un área relativamente pequeña. Comúnmente se encuentran dentro de un edificio o un conjunto de edificios contiguos. Una LAN puede estar conectada con otras a cualquier distancia por medio de una línea telefónica y ondas de radio. Pueden formarlas desde dos computadoras hasta cientos de ellas. Todas se conectan entre sí por varios medios y topologías. A la computadora (o agrupación de ellas) encargada de llevar el control de la red se le llama servidor y a las computadoras que dependen de este, se les conoce como nodos o estaciones de trabajo. [13]

La topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos. Entre las topologías físicas se encuentran:

- ✓ La topología de bus circular usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone.
- ✓ La topología de anillo conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.
- ✓ La topología en estrella conecta todos los cables con un punto central de concentración.
- ✓ La topología en estrella extendida conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de hubs o switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red.
- ✓ Una topología jerárquica es similar a una estrella extendida. Pero en lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.

- ✓ La topología de malla se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta nuclear sería un ejemplo excelente.

### 1.5 Herramientas de desarrollo

#### 1.5.1 Herramientas para el diseño de redes

Existen varias herramientas que se utilizan para crear distintos tipos de diagramas como pueden ser: diagrama de flujo, diagrama de redes, diagrama de trabajo, entre otros. Por esto, es necesario realizar un estudio de las mismas para poder determinar cual es la que más se ajusta para el diseño de la propuesta que se desarrollará.

##### 1.5.1.1 Microsoft Office Visio 2007

Microsoft Office Visio 2007 ayuda a crear diagramas de aspecto profesional para comprender, documentar y analizar información, datos, sistemas y procesos. También proporciona una amplia gama de plantillas, diagramas de flujo de procesos empresariales, diagramas de redes, diagramas de flujo de trabajo, modelos de bases de datos y diagramas de software, que puede utilizar para ver y racionalizar procesos empresariales, realizar el seguimiento de proyectos y recursos, crear organigramas, generar mapas de redes, confeccionar diagramas para la creación de sitios y optimizar sistemas. [17]

Visio está disponible en dos ediciones: Microsoft Office Visio Professional 2007 y Microsoft Office Visio Standard 2007. Office Visio Standard 2007 tiene muchas de las mismas características que Office Visio Professional 2007, pero Office Visio Professional 2007 incluye plantillas para varios tipos de diagramas, en diferentes funciones avanzadas.

A partir de los datos existentes, se pueden generar muchos tipos de diagramas de Visio Standard, incluyendo organigramas, cronogramas, calendarios y diagramas de Gantt. Sin embargo, las nuevas características y la mejora de los datos descritos sólo se incluyen con Office Visio Professional 2007, y no con Office Visio Standard 2007. [18]

### 1.5.1.2 Kivio (Koffice)

Kivio es una herramienta gratuita y de código abierto que sirve para crear diagramas de forma fácil e intuitiva, ofreciendo un entorno adaptado a las necesidades de este tipo de trabajos.

Se pueden seleccionar distintos tamaños para el documento, según las necesidades, y también permite redimensionar los elementos que se hayan añadido. Igualmente pueden realizarse diagramas de flujo, de hecho incorpora una plantilla especializada en este tipo de diagrama y es una alternativa bastante efectiva a programas como Microsoft Visio. [19]

### 1.5.1.3 Dia

Dia es una aplicación gráfica de propósito general para la creación de diagramas, desarrollada como parte del proyecto GNOME. Está concebida de forma modular, con diferentes paquetes de formas para diferentes necesidades.

Dia está diseñado como un sustituto de la aplicación comercial Visio de Microsoft. Se puede utilizar para dibujar diferentes tipos de diagramas. Actualmente se incluyen diagramas entidad - relación, diagramas UML, diagramas de flujo, diagramas de redes, diagramas de circuitos eléctricos, etc. Nuevas formas pueden ser fácilmente agregadas, dibujándolas con un subconjunto de SVG e incluyéndolas en un archivo XML. [20]

## 1.5.2 Herramientas para testear la red

Hay varias maneras de ver el rendimiento de la voz sobre IP, pero existe una forma de hacerlo gráficamente por medio de programas necesarios que ayudan en esto. A continuación se realizará un estudio para determinar cual de las siguientes herramientas se utilizará para determinar la calidad de servicio de la infraestructura propuesta.

### 1.5.2.1 Monitor de voz sobre IP a Orion

Monitor de voz sobre IP a Orion permite medir y rastrear el desempeño de la calidad de la voz mediante enlaces WAN. Potenciando al máximo los acuerdos de nivel de servicios IP (IP SLA) de Cisco, el Monitor

de voz sobre IP recolecta y analiza las estadísticas de rendimiento de voz sobre IP incluyendo MOS, fluctuación, latencia de la red, paquetes perdidos y otros importantes indicadores de calidad de servicio. Estas funciones le permitirán encontrar de manera proactiva la causa principal de la degradación en el rendimiento de voz sobre IP y medir la calidad de voz esperada antes de la implementación de un sistema de voz sobre IP.

Voz sobre IP Monitor asegura que cada palabra sea tan clara como un cristal, con capacidades tan robustas como:

- ✓ Recolectando y analizando estadísticas de desempeño de la voz sobre IP, incluyendo MOS, jitter, latencia de la red, pérdida de paquetes, y otras métricas de calidad de servicio.
  - ✓ Facilitando la planeación de la capacidad de los desarrollos de voz sobre IP existentes de varios proveedores, y midiendo la calidad de la voz para adelantar la creación de nuevos desarrollos de voz sobre IP
  - ✓ Configurando automáticamente los Acuerdos de Nivel de Servicio para los enrutadores Cisco.
- [21]

### 1.5.2.2 DA-3400 Data Network Analyzer

El software de análisis DA-3400 voz sobre IP permite evaluar las llamadas en tiempo real y ofrece funciones de análisis experto de la señalización, mostrando todos los aspectos de las infraestructuras y servicios de voz sobre IP sin dejar de analizar los servicios "en vivo".

#### Retos:

- ✓ Determinar la calidad relativa de la voz a través de redes IP.
- ✓ Medir la calidad de las llamadas IP en función de los estándares perceptuales analógicos tradicionales.
- ✓ Determinar rápidamente el retardo, el códec, la pérdida de paquetes y el jitter de la red.
- ✓ Determinar cuáles son los errores de la red que están afectando la calidad de las llamadas.
- ✓ Resolver los problemas de señalización.

Proporciona una excelente visibilidad de todas las llamadas de voz sobre IP en el enlace. Al conectarlo, el software detecta todas las llamadas activas y las evalúa usando el estándar ETSI<sup>7</sup> TIPHON<sup>8</sup>. Además de ofrecer estadísticas que detallan los parámetros individuales de las llamadas, incluye gráficos que muestran los puntos extremos del circuito y las secciones de la red que tienen problemas. [22]

### 1.5.2.3 My Connection Server

My Connection Server permite medir de forma rápida y fácil el desempeño, la capacidad y la calidad de las conexiones de red para la demanda de ancho de banda y de aplicaciones en las que el tiempo es crítico, tales como voz sobre IP, video bajo demanda, videoconferencia e IPTV. Se utiliza para:

- ✓ Identificar problemas de enrutamiento de red, los puntos y la pérdida de paquetes.
- ✓ Despliegues de red de referencia, realizar evaluaciones de la red.
- ✓ Conexiones de prueba para la calidad de apoyo a las aplicaciones más exigentes tales como voz sobre IP, IPTV y video.

También le permite al usuario seleccionar los elementos de prueba que mejor se ajustan a los requisitos del proyecto. Este enfoque proporciona la flexibilidad necesaria para modificar y añadir fácilmente componentes.

En el caso muy particular de **MCS MyVoz sobre IP**, este prueba con precisión el rendimiento de voz sobre IP, al igual que los elementos más importantes que afectan las mediciones de calidad de la llamada de voz sobre IP, es decir, el jitter y la pérdida de paquetes, incluido el importante aspecto de la pérdida de paquetes de distribución. [23]

### 1.5.3 Justificación de las herramientas seleccionadas

Luego de analizar algunas de las herramientas que se utilizan para el diseño de redes, se decide utilizar Microsoft Office Visio 2007 ya que con Office Visio se puede ampliar a través de la programación o la

---

<sup>7</sup> European Telecommunications Standards Institute

<sup>8</sup> Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks

integración con otras aplicaciones, y adaptarlo a las necesidades específicas del proyecto. También permite desarrollar soluciones totalmente personales, o usar las ya provistas por Visio. Esta herramienta es ideal para sistemas y procesos de importante complejidad.

Teniendo en cuenta las características analizadas de las herramientas que se utilizan para validar la calidad de servicio en la red, se ha decidido utilizar My Connection Server, ya que esta además de permitir al usuario ajustar los requisitos de prueba que se corresponden con el proyecto, permite medir indicadores como el jitter, la pérdida de paquetes y el MOS (por sus siglas en inglés Mean Opinion Score) en diferentes tramos de la red, para luego validar la calidad de servicio que tiene la misma para el soporte de voz sobre IP.

### **Conclusiones**

Después de realizar el estudio del uso de la telefonía IP en el mundo y en Cuba, son evidentes las ventajas que esta ofrece. Con el empleo de la telefonía IP disminuye gradualmente el costo de la red pues la misma vía se utiliza para transmitir voz y datos. Es posible según el avance tecnológico creciente, que en un futuro todas las empresas sustituyan su plataforma telefónica por la telefonía IP.

Para darle solución a la situación existente y que constituye el motivo de este trabajo, se hace necesario elaborar una infraestructura para implantar dicha telefonía en la universidad.

En la confección de la misma se utilizará como herramienta de desarrollo Microsoft Office Visio 2007 para el diseño de la red y My Connection Server para medir la calidad de servicio utilizando indicadores.

## **Capítulo 2. Infraestructura**

### **Introducción**

En el presente capítulo se realizará un estudio de los diferentes servicios que brinda Asterisk. También se abordan las características de la red de la UCI, los servicios actuales que brinda al igual que los que se desean brindar en el futuro y basado en estos aspectos desarrollar la propuesta de la infraestructura para la implantación de la telefonía IP en la universidad.

### **2.1 Servicios que ofrece Asterisk**

Más de 100 funcionalidades brinda la central telefónica Asterisk, algunas de esas son:

1. Desde 2 hasta 150 extensiones por cada sistema.
2. Más de 150 extensiones con sistemas DV-Asterisk trabajando en paralelo.
3. Desde 1 hasta 120 líneas digitales RDSI<sup>9</sup> por cada sistema.
4. Desde 1 hasta 72 líneas analógicas por cada sistema en formato backbone.
5. Desde 1 hasta 24 líneas digitales RDSI por sistema en formato backbone (48 líneas de voz).
6. Desde 1 hasta 12 líneas de primario por sistema en formato backbone (360 líneas de voz).
7. Soporta líneas de telefonía analógica, líneas RDSI, accesos primarios, voz sobre IP (voz mediante Internet).
8. Transferencia de llamadas, internas y externas.
9. Desvío de llamadas si está ocupado o no contesta.
10. Opción No molestar.
11. Parking de llamadas.
12. Llamada en espera.
13. Extensiones remotas fuera de oficina (empleados que trabajan en casa u otras sedes).
14. Grupos de llamadas.
15. Identificador de llamante.

---

<sup>9</sup> Red Digital de Servicios Integrados

16. Sistema DISA. Es un método por el cual una persona externa a la oficina puede realizar llamadas a través de la centralita.

**Ejemplo:** Un comercial llama a la centralita, teclea la extensión que le da acceso exterior, el sistema le pide un pin y le da tono para marcar un número.

17. Operadora digital (menús interactivos y guiados).

18. Música en espera y en transferencia (ficheros MP3 actualizables por el usuario).

19. Captura de llamadas de forma remota.

20. Buzones de voz (general, individuales, por grupos) protegidos por contraseña.

- Indicador visual de mensaje en espera.
- Envío de mensajes del buzón al correo electrónico.
- Grupos de buzones.
- Interfaz web para acceder a los buzones.
- Gestión del buzón de voz mediante el terminal telefónico y la página web.

21. Gestión de listas negras (números telefónicos con acceso prohibido)

22. Paging/Intercom.

23. Acciones a realizar según horarios y fechas (horario laboral, días festivos, etc.)

24. Salas de conferencia (2 o más terminales simultáneamente).

25. Registro y listados de llamadas entrantes y salientes, con gráficas de consumo.

26. Ruteo de llamadas salientes por parámetros.

27. Programación de nuevas funcionalidades a medida.

28. Detección automática de entrada de faxes.

29. Recepción de fax desde el propio sistema (solo líneas RDSI), y posterior envío por e-mail.

30. Envío de faxes desde el propio sistema mediante la interfaz web.

31. Rutado de llamadas entrantes (Direct Inward Dialing) en líneas digitales.

32. Panel gráfico de operadora mediante navegador web (estado de líneas y terminales).

33. Posibilidad de integrar un sistema de llamadas pre-pago (solución para locutorios telefónicos).

34. Gestión de colas de llamadas entrantes (solución para centros de llamadas o Call Centers).

35. Grabación de llamadas entrantes y salientes.

36. Monitorización de llamadas en curso.

37. Soporta videoconferencia con protocolos SIP e IAX2. [24]

### 2.2 Estudio de la red de la UCI

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) tiene como misión ser una universidad innovadora de excelencia científica, académica y productiva, siendo el soporte de la informatización del país y la competitividad internacional de la industria cubana del software. En aras de cumplir sus objetivos la UCI posee una infraestructura de red de grandes dimensiones sobre la cual se desarrolla el concepto de una “ciudad digital”, en la que existe un elevado tráfico de información.

La red de la UCI es la red LAN más grande del país, que brinda servicios a un gran número de usuarios. La misma garantiza un buen desempeño en el proceso docente, investigativo y productivo de la universidad, que dependen en gran medida del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Por esta razón resulta imprescindible un eficiente funcionamiento de la red, la cual se ve sometida a un crecimiento constante en función de satisfacer las crecientes demandas de la universidad.

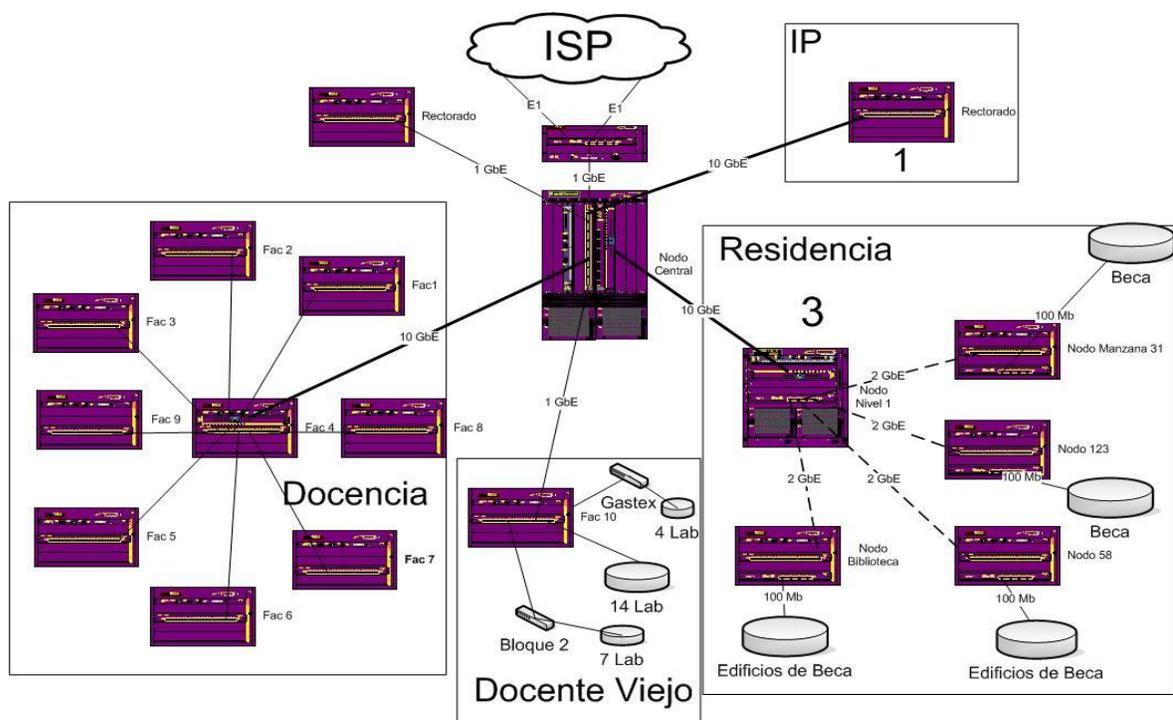
#### 2.2.1 Descripción general de la red de la UCI.

La red de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuenta actualmente con una cifra muy elevada de dispositivos activos y pasivos que va en incremento como son:

- ✓ 7646 PCs
- ✓ 50 Servidores
- ✓ 557 Switch (20-L3 y 537-L2)
- ✓ 1 Router CISCO.
- ✓ 1 Servidor de acceso (CISCO)
- ✓ 12950 Puntos de red
- ✓ 14 Enlaces externos

Además de 13000 usuarios entre estudiantes, profesores y trabajadores.

Los switches capa 3 de los nodos nivel 1 como el nodo central, docencia, IP y residencia están conectados mediante fibra óptica con una velocidad de 10Gbps. El nodo de docencia se conecta con los nodos de los docentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El nodo central con el rectorado, el docente 1 viejo y producción también se conectan a esa velocidad. El nodo de residencia se conecta con el nodo Biblioteca, Edificio 58 y Edificio 123, manzana 31 a una velocidad de 2 Gbps. Las conexiones entre máquinas de los edificios de residencia, laboratorios u oficinas se conectan a un switch capa 2 a una velocidad de 100 Mbps mediante cable UTP. Estos switches se conectan a sus respectivos sub nodos a una velocidad de 100 Mbps pero mediante fibra óptica.



**Figura 3: Red actual de la UCI**

La cantidad de usuarios ha aumentado desde la creación de la UCI en el año 2002, que era aproximadamente de 2500 usuarios, hasta la actualidad que cuenta con más de 13000. Esta cifra ha de seguir aumentando con la reciente inauguración de 3 facultades regionales de la UCI, en Artemisa provincia La Habana, Ciego de Ávila y Manzanillo provincia Granma. Estas facultades cuentan

actualmente con un total de 1000 estudiantes, los cuales recibirán gradualmente los mismos servicios con que cuenta la sede central de la UCI. Además se prevé la creación de una facultad de este tipo por provincia. Por lo que la UCI seguirá creciendo en los próximos años y pudiera alcanzar la cifra de 20000 usuarios de las tecnologías y 15000 computadoras conectadas a la red de datos.

### 2.2.2 Servicios que brinda la red

La red de la UCI brinda gran cantidad de servicios telemáticos a la comunidad universitaria, en correspondencia con la idea de tener en la UCI una ciudad digital. A continuación se detallan cada uno de ellos:

- ✓ **Directorio centralizado de usuarios:** Directorio activo de Windows que posee cerca de 13100 usuarios y se encuentra soportado en 3 controladores de dominio.
- ✓ **Correo electrónico:** Servicio brindado a todos los usuarios que se encuentra dividido en servidores de correo interno (7 Microsoft Exchange Server 2003) y servidores de correo externo que manejan todo el tráfico de entrada y salida de correos a la universidad (3 *Qmail*).
- ✓ **Navegación:** Todos los usuarios tienen derecho a la navegación en Internet, en correspondencia a las tres categorías establecidas: Navegación Nacional (NN), Navegación Básica (NB), Navegación Plena (NP) y además existe una categoría de navegación interna (NI) que comprende correo electrónico interno y uso de la intranet. La navegación se soporta en un servidor Proxy (Squid) que tiene implementado un sistema de cuotas para la regulación del ancho de banda.
- ✓ **Hosting de aplicaciones:** Existe un gran número de aplicaciones web que son utilizadas ampliamente por todos los usuarios. Entre ellas se encuentran: la Intranet de la UCI, los sitios web de las diferentes asignaturas docentes, la plataforma de teleformación, etc. Estas aplicaciones se encuentran alojadas en 4 servidores y su distribución es la siguiente:
  - Cantidad de sitios web: IIS (44), Apache (26).
  - Bases de datos: MSSQL (38), MySQL (17), PostgreSQL (4).
- ✓ **Mensajería instantánea:** Los usuarios de la UCI tienen acceso además a servicios de Chat

brindados por 1 servidor Jabber, el cual posee gran concurrencia de usuarios por las características propias del servicio.

- ✓ **Acceso remoto:** Se brinda servicio de acceso remoto vía telefónica para los profesores de La Habana que soliciten el servicio. En este momento existen cerca de 100 usuarios y el servicio es soportado por un dispositivo Cisco que posee un rack de 30 módems.
- ✓ **Multimedia (videostreaming):** Existe en la universidad un servidor de media: Inter-nos, que posee todas las teleclases empleadas en la docencia y otros materiales fílmicos que son de interés.
- ✓ **Transferencia de ficheros:** La descarga de ficheros es un servicio muy solicitado que se realiza desde un servidor FTP que posee gran cantidad de documentación y programas de mucha utilidad para la comunidad universitaria. Además la transferencia de ficheros entre servidores y clientes, genera un gran tráfico de paquetes en la red. Como ejemplo cabe mencionar las salvas centralizadas de información de los usuarios y el control de versiones de proyectos productivos.

Se debe añadir además que con la creación de las MINI-UCI (las actuales 3 facultades regionales y las futuras que se crearán en cada provincia) la red de datos de la UCI adquirirá una dimensión nacional. La UCI se convertirá en proveedor de servicios de Internet (ISP) y de aplicaciones de las MINI-UCI. [25]

### 2.2.3 Topología y protocolo de enrutamiento actuales en la UCI

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cuál topología es la más apropiada para una situación dada.

La topología en una red es la configuración adoptada por las estaciones de trabajo para conectarse entre sí. En la universidad la red se encuentra distribuida mediante topología en estrella.

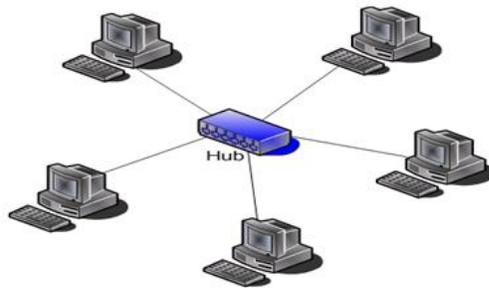
#### 2.2.3.1 Topología en estrella

Reduce la posibilidad de fallo de red conectando todos los nodos a un nodo central. Todos los nodos periféricos se pueden comunicar con los demás transmitiendo o recibiendo del nodo central solamente. Un

fallo en la línea de conexión de cualquier nodo con el nodo central provocaría el aislamiento de ese nodo respecto a los demás, pero el resto del sistema permanecería intacto. Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador, este realiza todas las funciones de la red, además de actuar como amplificador de los datos.

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

Debido a que la topología en estrella utiliza un cable de conexión para cada computadora, es muy fácil de expandir, sólo dependerá del número de puertos disponibles en el hub o switch. La desventaja de esta topología es la centralización de la comunicación, ya que si el hub falla, toda la red se cae. [25]



**Figura 4: Topología en estrella de una red**

Ventajas de la Topología en Estrella	Desventajas de la Topología en Estrella
Gran facilidad de instalación.	Requiere más cable que la topología BUS.
Posibilidad de desconectar elementos de red sin causar problemas.	Un fallo en el concentrador provoca el aislamiento de todos los nodos a él conectados.
Facilidad para la detección de fallo y su reparación.	Se deben comprar Hub o Concentradores.

**Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de la topología en estrella.**

### 2.2.3.2 Protocolo de información y de enrutamiento, RIP

RIP calcula el camino más corto hacia la red destino usando el algoritmo del vector de distancias. La distancia o métrica está determinada por el número de saltos del enrutador hasta alcanzar la red de destino.

RIP no es capaz de detectar rutas circulares, por lo que necesita limitar el tamaño de la red a 15 saltos. Cuando la métrica de un destino alcanza el valor de 16, se considera como infinito y el destino es eliminado de la tabla (inalcanzable).

La métrica de un destino se calcula como la métrica comunicada por un vecino más la distancia en alcanzar a ese vecino. Teniendo en cuenta el límite de 15 saltos mencionado anteriormente. Las métricas se actualizan sólo en el caso de que la métrica anunciada más el costo en alcanzar sea estrictamente menor a la almacenada. Sólo se actualizará a una métrica mayor si proviene del enrutador que anunció esa ruta.

#### ✓ Ventajas y desventajas

En comparación con otros protocolos de enrutamiento, RIP es más fácil de configurar. Además, es un protocolo abierto, soportado por muchos fabricantes.

Por otra parte, tiene la desventaja de que, para determinar la mejor métrica, únicamente toma en cuenta el número de saltos (por cuántos enrutadores o equipos similares pasa la información), no toma en cuenta otros criterios importantes, especialmente el ancho de banda. Esto puede causar ineficiencias, ya que puede preferir una ruta de bajo ancho de banda. [25]

### 2.3 Proyecciones futuras de la red de la UCI

En la UCI se quieren hacer cambios significativos en la red para garantizar mayor eficiencia y rapidez en la transmisión de datos. Para esto es necesario reestructurar la red tanto física como lógica. Además se pretende hacer un cambio en los dispositivos de interconexión de redes y los de conmutación.

#### 2.3.1 Diseño topológico de la red en la universidad

Se desea reorganizar la red para una estructura de **Topología en Anillo**, pues dicha topología se caracteriza por un camino unidireccional cerrado que conecta todos los nodos. Dependiendo del control de acceso al medio se dan nombres distintos a esta topología.

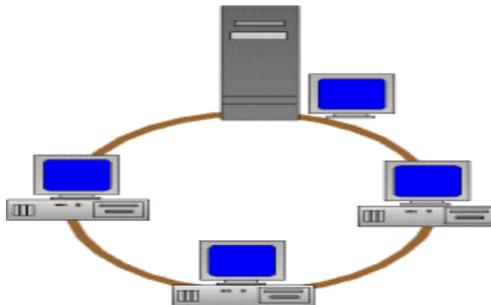
**Bucle:** se utiliza para designar aquellos anillos en los que el control de acceso está centralizado (una de las estaciones se encarga de controlar el acceso a la red).

**Anillo:** se utiliza cuando el control de acceso está distribuido por toda la red. Como las características de uno y otro tipo de la red son prácticamente las mismas, se utiliza el término anillo para las dos.

En cuanto a fiabilidad, presenta características similares al Bus: la avería de una estación puede aislarse fácilmente, pero una avería en el cable inutiliza la red. Sin embargo, un problema de este tipo es más fácil de localizar, ya que el cable se encuentra físicamente dividido por las estaciones. Las redes de éste tipo, a menudo, se conectan formando topologías físicas distintas al anillo, pero conservando la estructura lógica (camino lógico unidireccional) de éste.

El cableado de la red en anillo es muy complejo debido al mayor costo del cable y a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestación (MAU) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Por lo que un fallo en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red. La adición de nuevas estaciones no supone una complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones.



**Figura 5: Topología en anillo de una red**

Los enlaces (líneas de comunicación) son simplex, por lo tanto la información fluye en un solo sentido en el anillo. Las estaciones se conectan a la red por medio de los repetidores. [26]

### **2.3.1.1 Ventajas de la topología en anillo**

La mayor ventaja que posee es el costo, pues para crearla, basta con que los equipos cuenten con tarjetas de red y que exista un cable coaxial que una a un punto con otro.

Se puede cubrir largas distancias respecto a otras topologías.

- ✓ Utilizan menos cable que la topología en estrella.
- ✓ Se puede operar a grandes velocidades, y los mecanismos para evitar colisiones son sencillos.

### **2.3.1.2 Desventajas de la topología en anillo**

- ✓ Una ruptura de cable o fallo de un nodo afecta a toda la red.
- ✓ La topología en anillo utiliza más cable que la de bus.

- ✓ En algunos tipos de topologías en anillo es necesario bajar todo el sistema para agregar nodos.

Posee una mayor lentitud en la transmisión de la señal, debido a que la información es repartida por todo el anillo.

Si bien una topología cuesta un poco más que otra, la diferencia no es significativa. Los costos de una red están afectados por la selección de hardware y media que se hagan. De cualquier manera se recomienda la utilización de la topología en estrella por su maniobrabilidad. [27]

### 2.3.2 Protocolo de información y enrutamiento, Resilient Packet Ring (RPR)

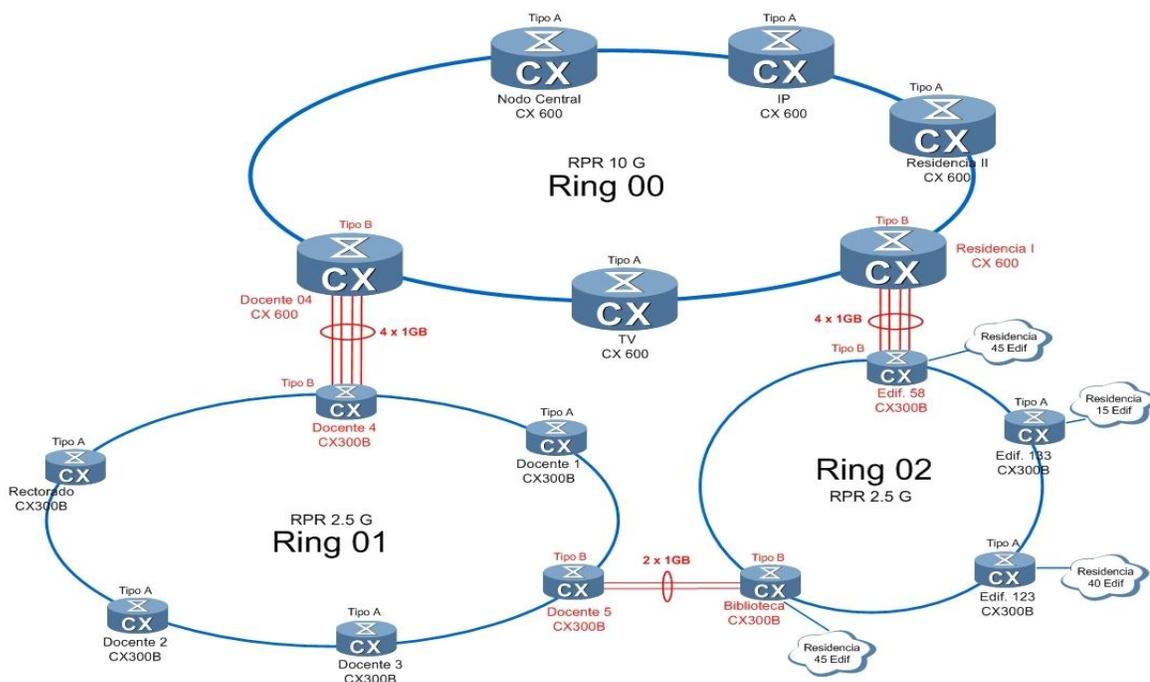
Debido a los cambios topológicos que se quieren hacer en la red de la UCI, el protocolo RIP no sería eficiente, puesto que no se utilizarían las ventajas que aporta esta nueva topología. RIP solo escoge un camino, mientras que RPR incorpora beneficios importantes como son: re-uso del espacio y administración justa del ancho de banda, que le permiten alcanzar altos niveles de ocupación del ancho de banda global de la red. [28]

#### 2.3.2.1 Características de RPR

- ✓ “Reutilización espacial”.
- ✓ Los nodos de un anillo RPR comparten el ancho de banda disponible, sin aprovisionar circuitos, negociando el acceso de forma equitativa.
- ✓ Implanta muy sencillamente “multicast” y “broadcast”.
- ✓ Implanta cuatro clases de servicio con diferentes garantías de ancho de banda, retardo y “jitter” (Reservado, y clases A, B y C).
- ✓ Arquitectura de “camino de paso o en tránsito”. Los paquetes cruzan rápidamente los nodos intermedios  $\Rightarrow$  valores muy bajos de latencia y “jitter”  $\Rightarrow$  adecuado para voz y video.
- ✓ Permite “sobre-suscripción” (multiplexación estadística), garantizando un valor comprometido y mejorándolo en función de la ocupación de red. [29]

En la **figura 6** se muestra la proyección futura de la UCI en **topología en anillo**. Donde el nodo central se conectará con los nodos nivel 1 mediante fibra óptica a 10 GbE y todos estos nodos a su vez se conectan

a 2 GbE y se observa de forma clara las áreas principales como son: Rectorado (Ring 00), Residencia (Ring 02) y entre ellas también existe una conexión en forma de anillo.



**Figura 6: Red futura de la UCI**

La idea es que todos los equipos de conectividad de la red de la UCI, se conecten a su nodo principal y a su vez exista conexión entre ellos, debido a la topología en anillo.

### 2.3.3 Plataforma de Servicios Metropolitanos

La dirección de Redes y la de Inversiones de la UCI están realizando un estudio para sustituir los switches del Backbone de la red. Los switches que se están considerando comprar pertenecen a la serie Quidway®, modelos como Quidway® CX600 Metro Services Platform y Quidway® CX300 Metro Services Platform.

### 2.3.3.1 Quidway® CX600 Metro Services Platform

Adopta mecanismo distribuido de transmisión y no de bloqueo de tejido de conmutación, con incomparable escalabilidad, tiene capacidad de servicios múltiples, un poderoso mecanismo de Calidad de Servicios (QoS), y es portador de clase de alta disponibilidad.

El rendimiento escalable y densidad de puerto por CX600 está disponible en cuatro configuraciones de chasis: 16-CX600, CX600-8, CX600 y CX600-4-X3.



**Figura 7: Niveles 1 CX600**

#### Características

- ✓ Presenta una excelente escalabilidad.
- ✓ Tiene una perfecta calidad de servicio.
- ✓ La seguridad es abundante.
- ✓ Es portador de clase de alta fiabilidad.
- ✓ Presenta un multicast escalable.
- ✓ Posee una mejora de gestión de abonados. [30]

### 2.3.3.2 Quidway® CX300 Metro Services Platform

Hasta ahora, existen dos modelos de la serie CX300 en el mercado. Ellos son los CX300A y la CX300B. Al proporcionar las capacidades de alta disponibilidad, calidad de servicio (QoS), seguridad, mantenimiento y conjuntamente, el CX300 es una solución rentable para muchos servicios de telecomunicaciones, tales como servicios de voz de la red de próxima generación (NGN), la línea arrendada, los servicios de Triple Play, la segunda y tercera generación (2G/3G) RAN de servicios, y servicios de datos de acceso de banda ancha.

Para garantizar el ancho de banda y la calidad de los servicios en la capa de acceso de redes, la CX300 adopta las tecnologías, como el Anillo de Resilient Packet (RPR), Anillo de Protección rápida Protocolo (RRPP), Multiprotocol Label Switching (MPLS) y la calidad de servicio. Estas características ayudan al posicionamiento en CX300 en el núcleo de Metro con la propiedad intelectual y el de líneas alquiladas virtuales (VLL) de cliente, algo muy importante.



**Figura 8: Nivel 2 CX300A y CX300B**

#### ✓ CX300A

El chasis de la CX300A es de 6U de altura. El switch y las unidades de control (SCUs) sobre la CX300A para la copia de seguridad son redundantes. Cada SCU tiene un puerto de consola, y un puerto auxiliar, y una gestión de interfaz Ethernet. CX300A admite hasta 6 SICs<sup>10</sup> de trabajo simultáneamente. La

<sup>10</sup> Tarjetas de interfaz de servicio

capacidad de conmutación de SCUs en el CX300A puede ser 48 Gbit / s o 24 Gbit / s.

### ✓ **CX300B**

El chasis de la CX300B es 8U de altura. El diseño de los componentes es similar al de la CX300A y la SCUs sobre la CX300B son también redundantes para la copia de seguridad. La diferencia es que la CX300B admite hasta diez SICs de trabajo simultáneamente. La capacidad de conmutación de SCUs en el CX300B es de 48 Gbit / s.

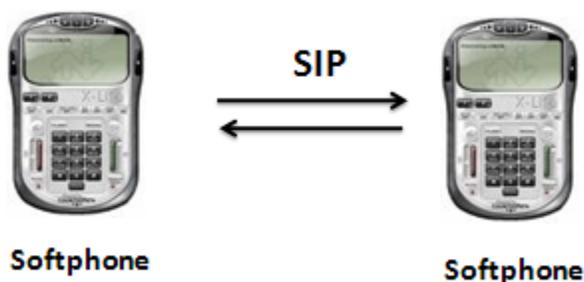
### **Características**

- ✓ Posee capacidad de servicios múltiples.
- ✓ Tiene alta disponibilidad como proveedor de dispositivos.
- ✓ Presenta alta disponibilidad de red de proveedores.
- ✓ Está diseñado con redes flexibles.
- ✓ Tiene un mecanismo de seguridad completa.
- ✓ Soporta los sistemas de gestión de red. [31]

## **2.4 Propuesta de solución**

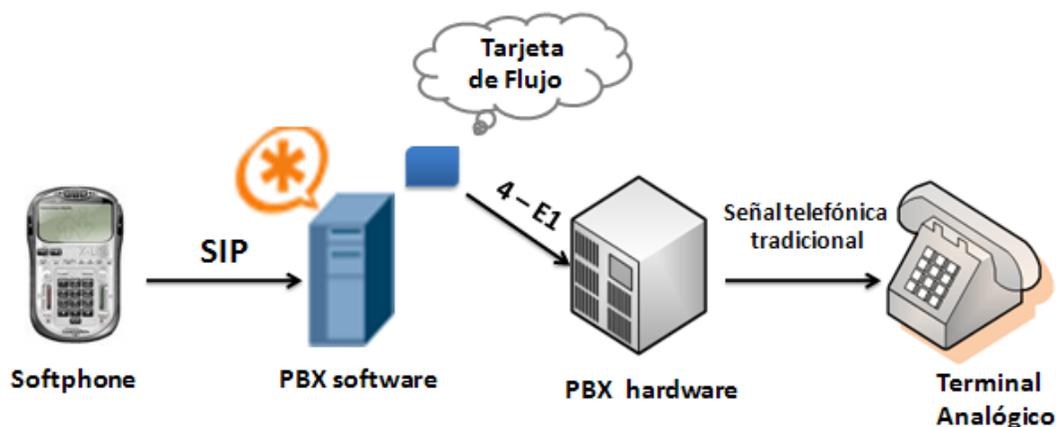
Antes de realizar la propuesta para lograr una mejor comprensión del objetivo de este trabajo de diploma se muestran las siguientes imágenes que representan los diferentes escenarios de como se establecerán las comunicaciones haciendo uso de la telefonía IP, una vez implantada en la universidad la infraestructura propuesta.

La figura 9 muestra la comunicación que se establecerá entre dos usuarios desde una PC haciendo uso de un softphone, a través del protocolo de comunicación SIP.



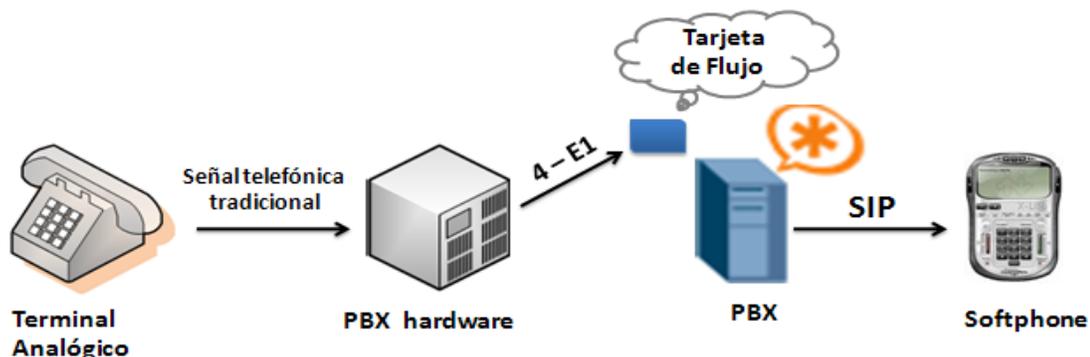
**Figura 9: De softphone a softphone**

Las figura 10 y 11 representan la comunicación de un usuario desde una PC haciendo uso de un softphone con un terminal analógico, el primer caso muestra que para lograr la comunicación en este orden primeramente mediante el protocolo SIP el softphone se conecta a la PBX, en este caso Asterisk. La tarjeta de flujos es la que permite la interconexión de la tecnología de voz sobre IP con la telefonía tradicional. Luego la señal viaja hacia la PBX de hardware y es enviada al terminal analógico.



**Figura 10: De softphone a terminal analógico**

La figura 11 muestra la comunicación que se establece desde un terminal analógico con un usuario desde una PC haciendo uso de un softphone, la comunicación se establece de forma inversa al escenario anterior.



**Figura 11: De terminal analógico a softphone**

Uno de los aspectos que se debe tener en cuenta para realizar la propuesta de solución es conocer la cantidad de computadoras que existen por cada área y posteriormente realizar pruebas con la herramienta PLATEST, dicha herramienta es una tesis que se está realizando por parte del proyecto PLATEL-Software para Centros de Contactos, titulada "Sistema de prueba para Softpbx Asterisk", realizada por Diovis Robinet Morales y Yerandi Bracero Blanca, esta herramienta se utiliza con el propósito de testear la red y así poder conocer la cantidad de llamadas concurrentes que soporta un hardware determinado.

Las siguientes tablas muestran la cantidad de computadoras existentes en cada una de las áreas en que se divide la red de la universidad, los datos son aproximados ya que en la universidad no se tiene esta información de manera exacta.

✓ Área de docencia

<b>Nodos Nivel 2</b>	<b>Cantidad de PC por Laboratorios</b>	<b>Cantidad de Aulas y Salones</b>	<b>Total</b>
Docente 1	622	145	767
Docente 2	658	145	803
Docente 3	626	145	771
Docente 4	620	145	765
Docente 5	611	145	756
Docente 6	620	145	765

Tabla 2.2 Área de docencia.

✓ Área de residencia

<b>Nodos del Nivel 2</b>	<b>Edificios</b>	<b>Cantidad de Computadoras</b>
Biblioteca	1-45	718
Edificio 58	46-86	339
Edificio 123	87-126	401
Manzana 31	127-134	84
Edificio 140	135- 150	174

Tabla 2.3 Área de residencia.

✓ Área de producción

Nodos del Nivel 2	Cantidad de Computadoras
Docente Viejo	642

Tabla 2.4 Área de producción.

- ✓ Área de infraestructura productiva (606 en total)

### 2.4.1 Resultados de la herramienta

Una vez realizadas las pruebas con la herramienta PLATEST, se pudo determinar que con un Microprocesador de 3.00 GHz, una memoria RAM de 512 Mb, con las versiones del Sistema Operativo Ubuntu 8.04.2 y Asterisk 1.4.17 se pueden efectuar aproximadamente 200 llamadas concurrentes.

### 2.4.2 Infraestructura de la telefonía IP en la UCI

#### 2.4.2.1 Versión distribuida

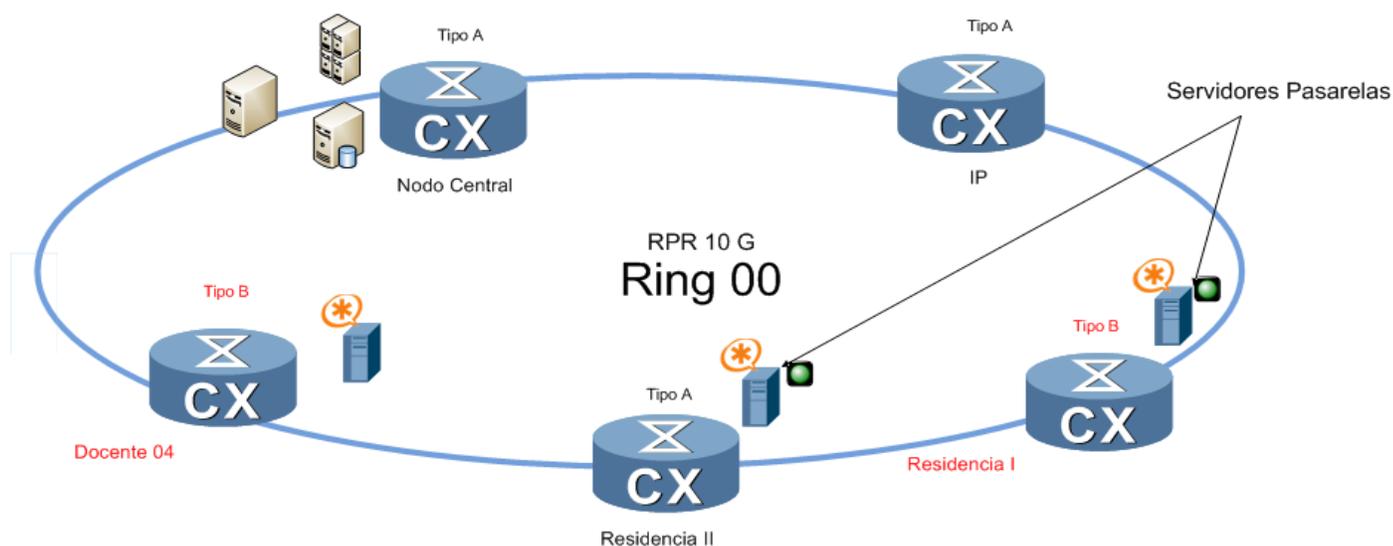


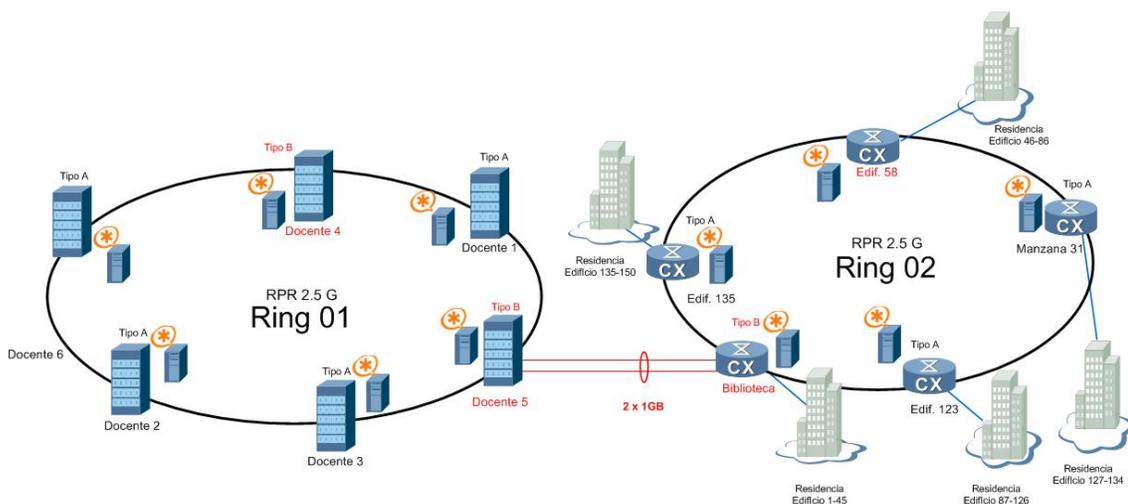
Figura 12: Nodos del nivel 1 versión distribuida

La imagen representa la estructura de la red en el nivel 1, se localizarán en el nodo central tres servidores que se encargarán de:

1. Almacenar la base de datos de todas las extensiones, diseñada en una herramienta libre.
2. Servidor DNS que realiza la distribución de las peticiones a los servidores Asterisk.
3. Servidor de aplicaciones.

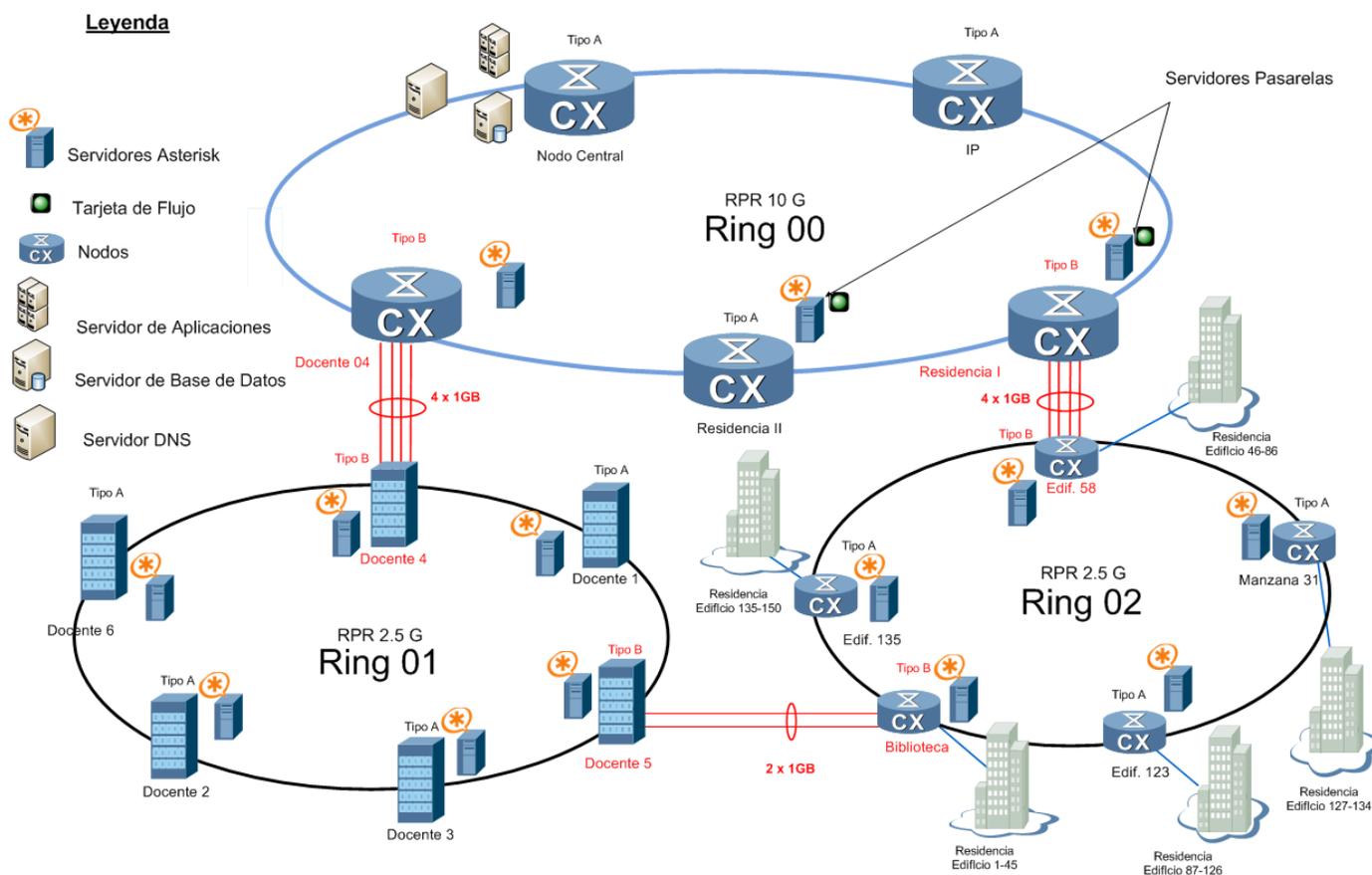
En este nivel se situará otro servidor Asterisk ubicado en el nodo Docente 4 que se encargará de brindar el servicio de mensajería de voz. Este servicio se concentra de esta forma para aliviar la carga de los servidores del nivel 2, por tanto responde a las peticiones de todos los servidores que se localizan en dicho nivel.

En los nodos Residencia 1 y Residencia 2 se colocarán otros dos servidores Asterisk (uno en cada nodo). Cada uno de estos servidores contendrá una tarjeta de flujo capaz de interconectar los sistemas de telefonía tradicional con tecnología de voz sobre IP y viceversa, por tanto constituirán servidores pasarelas para el resto de los servidores. Las tarjetas que se proponen son dos de 4 canales y cada una soporta 120 llamadas concurrentes.



**Figura 13: Nodos del nivel 2 versión distribuida**

Los servidores Asterisk se ubicarán en los nodos de nivel 2 que son los llamados nodos de borde, es decir de distribución. Estos nodos están conectados a los switches capa 2 de la capa de acceso donde los usuarios finales se benefician con los servicios disponibles en la red, por tanto son los nodos de peor condición y parte del tráfico de la capa de acceso es manejado por cada uno de estos nodos.



**Figura 14: Propuesta de solución versión distribuida**

Realizando una distribución de las PBX, disminuye el número de usuarios con posibilidad de afectaciones tras determinado fallo de alguno de los sistemas, pero además se garantiza un mayor control sobre los usuarios finales. También de forma distribuida se garantiza un mayor ancho de banda en la Región 0, donde se encuentran los nodos del nivel 1 y el nodo central.

Pero esta versión tiene una desventaja, ya que no existe como hacer una petición al servidor Asterisk de la misma subred o al más cercano en caso de que el primero no esté activo.

### 2.4.2.2 Versión centralizada

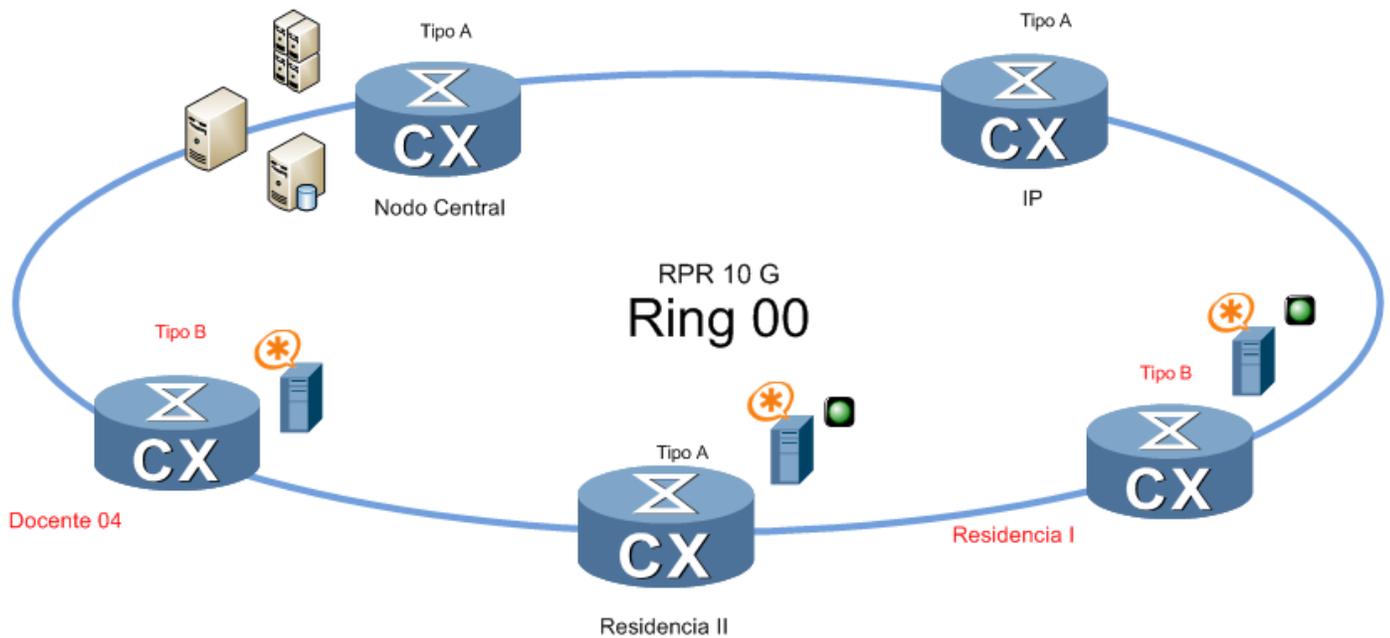
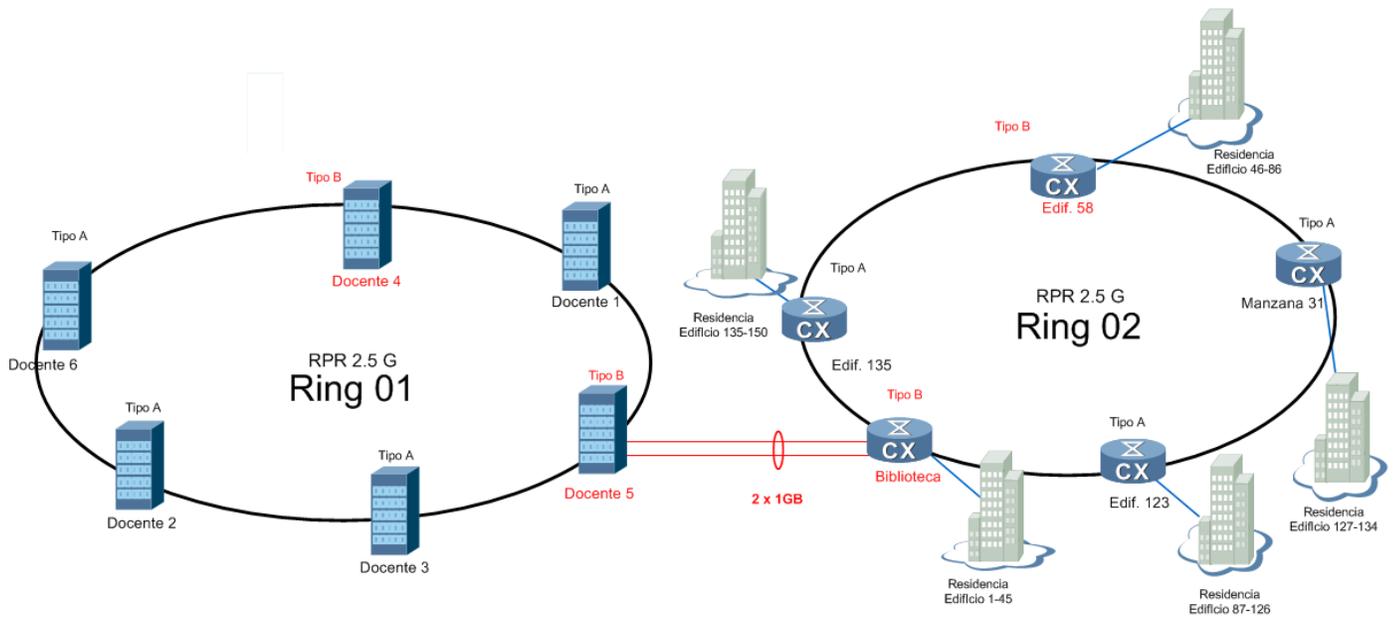


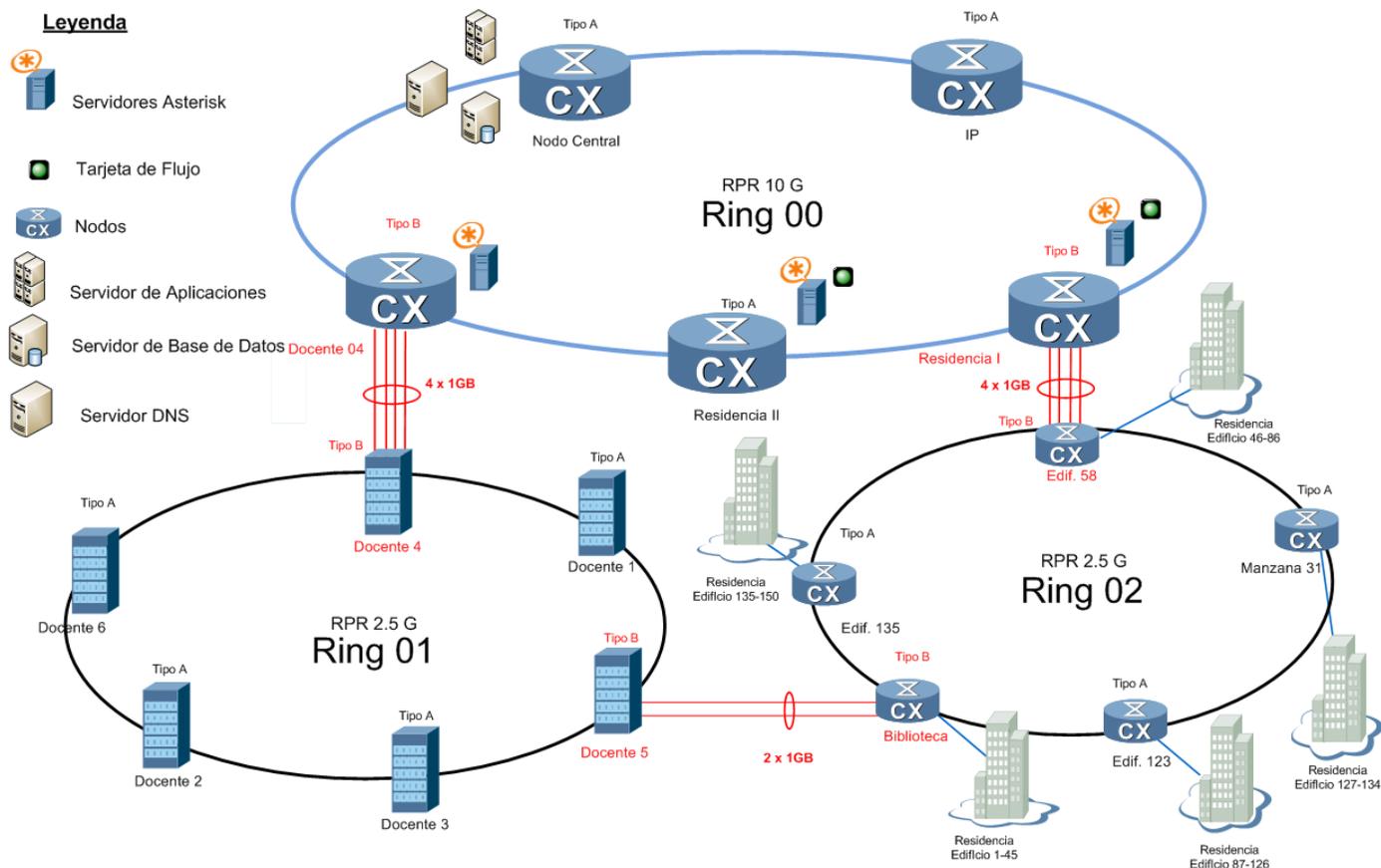
Figura 15: Nodos del nivel 1 versión centralizada

Con esta versión se pretende centralizar el funcionamiento de la red, es decir, en los nodos del nivel 1 se ubicarán tres servidores Asterisk teniendo como características un hardware mucho más potente capaz de soportar la carga de la red de toda la universidad brindando de esta forma todos los servicios que se proponen en el sub [Epígrafe 2.4.3](#). Los servidores que se encuentran en el nodo central están ubicados por la misma razón que se explica en la versión distribuida. Las tarjetas que se proponen en este nivel son dos de 4 canales (120 llamadas concurrentes).



**Figura 16: Nodos del nivel 2 versión centralizada**

Debido a la centralización del funcionamiento de la red, como los servidores que se ubicarán asumirán toda la carga no es necesario colocar servidores Asterisk en el nivel 2.



**Figura 17: Propuesta de solución versión centralizada**

Con la centralización del funcionamiento de la red no resultaría imprescindible tener en cuenta cual sería el servidor de la subred que esté realizando la petición.

### ✓ Ejemplo del funcionamiento de la telefonía IP en la universidad para ambas versiones

Si un usuario desea realizar una llamada hacia el edificio 58 o hacia el exterior y este se encuentra sentado en una computadora ubicada en el docente 4, primeramente este mediante el protocolo SIP se conecta a la PBX Asterisk que se encuentra en la Residencia II o Residencia I, las cuales contienen la tarjeta de flujo que permitirán convertir la telefonía IP en telefonía analógica, dicha señal viajará hacia la pizarra telefónica ubicada en la Residencia I y esta se encargará de enviarla al terminal analógico ubicado en el edificio 58 o en el exterior.

### 2.4.3 Servicios que se ofrecerán

Con la implantación de la telefonía IP en la universidad los usuarios dispondrán de diferentes servicios como son:

- ✓ Transferencia de llamadas.
- ✓ Desvío de llamadas si está ocupado o no contesta.
- ✓ Opción No molestar.
- ✓ Llamada en espera.
- ✓ Buzones de voz.
- ✓ Salas de conferencias (2 o más terminales simultáneamente).
- ✓ Gestión de colas de llamadas entrantes.
- ✓ Videoconferencias.

Con la nueva pizarra telefónica adquirida por la universidad se pueden brindar algunos de los servicios que se proponen con la telefonía IP, lo que al ser una pizarra propietaria sería muy costosa la compra de las licencias, del software y el hardware.

### 2.4.4 Tarjeta de flujo

Durante el desarrollo de esta propuesta no se contaba en la universidad con tarjetas de flujo capaces de interconectar los sistemas de telefonía tradicional con tecnologías de voz sobre IP, por lo que se recomienda realizar pruebas en horas picos y no picos con las tarjetas que se adquirirán próximamente. A continuación se ofrece una descripción de las mismas.

#### 2.4.4.1 Dispositivos de telefonía digital

Para dichas tarjetas Digium ha diseñado la forma de tal manera que sean totalmente compatibles con aplicaciones de software ya existentes y se integren plenamente con el Open Source de Asterisk. Además, el controlador de código abierto compatible con una interfaz API para el desarrollo de aplicaciones personalizadas. Con la combinación de Digium y de Asterisk, numerosas combinaciones de configuraciones telefónicas serán posibles.

### 2.4.4.1.1 B410P



**Figura 18: Tarjeta digital B410P**

**Código de producto:** 1B410PF

**Descripción:** Abarcan cuatro canales Euro ISDN digitales BRI 3.3/5.0V tarjeta PCI

**Precio:** \$ 715.00

La B410P es una tarjeta de 3.3V y 5,0V de 32-bit PCI. Cada uno de los cuatro puertos de la B410P puede ser configurado independientemente para el modo TE o NT. La B410P presenta funciones a bordo de cancelación de eco de hardware de 64ms o la realización de 512 toques por canal para cada uno de los ocho canales de voz. [32]

### **Conclusiones**

Se prevé que una vez implantada la telefonía IP en la universidad, el número de servicios y facilidades de comunicación aumente considerablemente. Esta alternativa, aunque será un servicio de valor agregado y no sustituirá la telefonía analógica tendrá gran aceptación por parte de los estudiantes y trabajadores del centro.

## **Capítulo 3. Validación de la Propuesta**

### **Introducción**

En la actualidad los servicios y productos de las empresas están en redes de datos, el cliente desea estar conectado, el proveedor requiere promocionar sus productos y montarlos en la red. El gerente y el empleado mejoran su comunicación y facilitan la distribución de la información mediante redes, pero el uso permanente de ellas, sin control, las congestiona, degradando algún servicio o evidenciando la pérdida de calidad de las mismas.

Las aplicaciones y servicios necesitan que la red brinde garantías de calidad para un correcto funcionamiento, pero ¿cómo medirlo? Para ello, es necesario, en primer lugar contar con una infraestructura que permita montar o simular los servicios y en segundo lugar, contar con procedimientos y herramientas de medición, para realizar pruebas y medir la calidad de dichos servicios.

En el presente capítulo se enumeran los distintos indicadores que pretenden demostrar la calidad de servicio de implantación de la telefonía IP en la universidad mediante la herramienta My Connection Server. Luego de realizadas las pruebas para medir dicha calidad y el análisis del costo de cada una de las dos versiones, se recomendará la más factible para dicha implementación en la universidad.

### **3.1 Indicadores que miden la calidad de servicio**

Existen una serie de indicadores que permiten medir la calidad de servicio en una red de Voz sobre IP, entre los que se encuentran: el retardo del viaje redondo o la latencia, la pérdida de paquetes, la disponibilidad del backbone de la red, el jitter, el eco, el ancho de banda, entre otros. A continuación se da a conocer una descripción breve de cada uno de ellos.

#### **3.1.1 Retardo del viaje redondo (o latencia)**

Conocido también como delay, es una medida del tiempo que éste toma para completar una transferencia de información, entre dos dispositivos de red.

En lo que concierne a la voz sobre IP, la latencia es una medida de la diferencia en una llamada del tiempo que transcurre entre el momento en que la persona habla y cuando se escucha lo que ha dicho.

La latencia de red excesiva puede causar tanto huecos sensibles como una pérdida de sincronización en conversaciones transmitidas, en particular cuando la voz sobre IP es usada con otros tipos de datos, como en una videoconferencia. Si estos huecos se hacen bastante grandes, los llamadores pueden encontrar que ellos sin querer se interrumpirán el uno al otro. [33]

### 3.1.2 Pérdida de paquetes

La pérdida de paquetes está definida como el porcentaje de paquetes perdidos en una transmisión. Lo contrario a la pérdida de paquetes es la cantidad de paquetes recibidos, la cual se define como el complemento de la pérdida de paquetes, es decir 100 menos el porcentaje de pérdida de paquetes.

La pérdida de paquetes afecta de manera significativa la habilidad de la red para transportar datos. De esta manera, una red que ofrezca un retardo pequeño y una disponibilidad alta pero que presente una alta pérdida de paquetes, proporcionará un bajo desempeño. [34]

Aunque la pérdida de paquetes sea inevitable en cualquier ambiente de red, el objetivo es siempre identificar donde los paquetes son perdidos en la transmisión, entonces se puede actuar para reducir al mínimo la pérdida de la información y mantener alta QoS para sus servicios de voz sobre IP. [33]

### 3.1.3 Disponibilidad del backbone.

La disponibilidad del backbone es el tiempo en que este está disponible para enlutar paquetes de los clientes a cada etapa del backbone. La disponibilidad es mayormente afectada por factores físicos en la red, pero también puede ser afectada por fallas de enrutamiento. [34]

### 3.1.4 Jitter

El jitter es la variación en el retardo, en términos simples la diferencia entre el tiempo en que llega un paquete y el tiempo en que se cree que llegará el paquete.

Entrando más en el funcionamiento de TCP/IP sabemos que los paquetes no llegan a su destino en orden y mucho menos a una velocidad constante, pero el audio tiene que tener una velocidad constante. Para esto existen los jitter buffer, estos buffer puede manejar unos 300 ms y controlar esta variación para que el audio se escuche a velocidad constante, si la llegada de paquetes es demasiado desigual el buffer no alcanza a controlarla y perderá paquetes, deteriorando la calidad de la voz. Y si esta pérdida es superior al 5% la pérdida afectará al usuario. [35]

### 3.1.5 Eco

Las características de latencia y jitter pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (ITU G.168). Se tienen 2 tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que el otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido remoto. El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal auto-adaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos.

### 3.1.6 Throughput.

Es la capacidad de un enlace de transportar información útil. Representa la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo. No tiene relación directa con el delay. Por ejemplo, se puede tener un enlace de alto throughput y alto delay o viceversa, como sería por ejemplo un enlace satelital de 2Mbps y 500 ms de delay. [36]

### 3.1.7 Ancho de banda

Capacidad de transmisión de un canal. El ancho de banda indica la cantidad de información por unidad de tiempo que puede llevar una línea de transmisión. Banda comprendida entre la frecuencia superior y la inferior de un canal de comunicaciones. [37]

El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (BPS), kilobites por segundo (Kbps), o megabites por segundo (mps).

### 3.1.8 Mean Opinion Score (MOS)

MOS da una indicación numérica de la calidad percibida de los medios de comunicación después de haberse recibido la transmisión y, finalmente, comprimida con los códecs.

El rango de valores para este indicador está comprendido entre 1-5:

5. Perfecto. Como la conversación cara a cara o la recepción de radio.
4. Puede percibirse imperfecciones, pero el sonido sigue siendo claro. Esta es (supuestamente) la gama de los teléfonos celulares.
3. Molestos.
2. Muy molesto. Casi imposible comunicarse.
1. Imposibilidad de comunicarse. [38]

### 3.2 Software que permite medir la calidad de servicio en voz sobre IP

La creciente implementación de sistemas de voz sobre IP en las redes de numerosos operadores y empresas, plantea nuevos retos para las empresas de asistencia, tales como la evaluación de la calidad de voz y la resolución de los problemas que plantean las conexiones defectuosas.

En la universidad el proyecto PLATEL, Software para Centros de Contactos, está desarrollando dicha plataforma, pero aún no existe un despliegue generalizado de la misma, por lo que con la herramienta **My Connection Server** se validará el estado de la red que posee la universidad para soportar el servicio de voz sobre IP en diferentes tramos de la misma, dicha herramienta funciona enviando paquetes y de esa forma simula conexiones simultáneas con un supuesto servidor Asterisk.

A continuación se muestra la tabla con el rango de valores admisibles que debe cumplir cada indicador seleccionado para lograr una buena calidad de servicio.

Indicadores	Rango de Valores
Pérdida de Paquetes	<1%
Jitter	<40 milisegundos
MOS	1-5

**Tabla 3.1 Valores admisibles**

### 3.2.1 Resultados de las pruebas

Para determinar la calidad de servicio que presenta la red actual de la universidad para el soporte de voz sobre IP, se realizaron varias pruebas desde distintas PC, tanto en la zona de residencia como en la de docencia hacia un mismo servidor, el cual se localiza en el nodo Residencia 1. My Connection Server emite un reporte, en él se muestran varias gráficas que evidencian el comportamiento de los indicadores de pérdida de paquetes y jitter en un instante de tiempo dado. [Ver Anexos.](#)

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en las pruebas:

IP Servidor	IP Cliente	Jitter(ms)	Pérdida de Paquetes(%)	MOS
10.9.9.105	10.7.8.30	0.1	0	4.2
10.9.9.105	10.8.3.150	5.5	0	4.0
10.9.9.105	10.31.17.231	3.2	0	4.0
10.9.9.105	10.31.18.249	0.2	0	3.8
10.9.9.105	10.34.100.200	3.5	0	4.1
10.9.9.105	10.32.12.50	0.5	0	4.2
10.9.9.105	10.128.51.122	3.7	0	4.3

**Tabla 3.2 Resultado de las pruebas**

### 3.2.2 Calidad de servicio total en la red

Con los resultados de cada una de las pruebas realizadas, se obtuvo un promedio general de cómo se comporta la red de la universidad con respecto a los indicadores que se evalúan.

IP Cliente	Jitter(ms)	Pérdida de Paquetes(%)	MOS
10.7.8.30	0.1	0	4.2
10.8.3.150	5.5	0	4.0
10.31.17.231	3.2	0	4.0
10.31.18.249	0.2	0	3.8
10.34.100.200	3.5	0	4.1
10.32.12.50	0.5	0	4.2
10.128.51.122	3.7	0	4.3
<b>Promedio Total</b>	<b>2.4</b>	<b>0</b>	<b>4.1</b>

**Tabla 3.3 Promedio total por indicadores**

Una vez obtenido el promedio total se puede decir que en la red de la universidad con respecto al indicador jitter se puede producir un flujo constante de datos, y que en la conversación de voz sobre IP la calidad del servicio será buena. En cuanto a la pérdida de paquetes la calidad de servicio también es buena y el promedio de MOS demuestra que pueden existir algunas imperfecciones pero el sonido sigue siendo claro.

### 3.3 Estudio de factibilidad

Después de definir la presente problemática y establecer las causas que ameritan la implantación de la telefonía IP en la universidad, es pertinente realizar un estudio de factibilidad para determinar el costo de cada una de las versiones propuestas. Los aspectos tomados en cuenta para este estudio fueron clasificados en 2 áreas, los cuales se describen a continuación:

#### 3.3.1 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica consistió en realizar una evaluación de la tecnología existente en la organización, este estudio estuvo destinado a recolectar información sobre los componentes técnicos que posee la organización y la posibilidad de hacer uso de los mismos en el desarrollo e implantación del sistema propuesto.

De acuerdo con la tecnología necesaria para la implantación de la telefonía IP en la universidad, se evaluó siguiendo dos criterios: el **hardware y el software**.

##### 3.3.1.1 Hardware

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos para montar un servidor Asterisk:

- ✓ La cantidad de extensiones (terminales) que estarán conectadas y su tipo: analógicas, SIP, IAX, MGCP, SCCP, etc....
- ✓ La cantidad de llamadas simultaneas que se ofrecerán y el tipo de línea que se prevé: primarias, RDSI básicas, analógicas, voz sobre IP, SIP, IAX, H323, etc....
- ✓ El ratio de llamadas (4 llamadas por cada 10 usuarios, 5 de 20, 10 de 10,...?).
- ✓ Los códecs que se utilizarán.
- ✓ El tipo de red existente en dicha infraestructura: red-local, internet, framerelay, ATM, ADSL, etc....

Con todos estos datos, y un poco de experiencia, se puede determinar qué despliegue es necesario: un sistema o varios, un procesador o varios, redundante, que tarjetas y cuántas, qué terminales IP y cuántos, software o hardware para la cancelación de eco, y muchos otros parámetros. [39]

### Versión distribuida, en la Región 00:

En cuanto al hardware, específicamente el servidor DNS, debe cubrir los siguientes requerimientos mínimos:

- ✓ 2 GB de memoria RAM.
- ✓ 2 Disco duro SATA o superior (SCSI, FATA, SAS), controladora de arreglos de 72 GB.
- ✓ Tarjeta de red: 2 NIC 1 Gb/s.
- ✓ 2 Fuente de alimentación redundante.

Se contará con 5 servidores de base de datos y 4 servidores de aplicaciones, cada uno de ellos debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ 8 GB de memoria RAM
- ✓ 2 Discos duro SAS de 72 GB.
- ✓ Tarjeta de red: 4 NIC 1 Gb/s.
- ✓ 4 CPU de 4 Cores c/u

Durante la investigación se realizaron pruebas en Linux, distribución Red Hat donde hubo un comportamiento limitado en teoría por sistema operativo hasta 70 llamadas concurrentes. En test anteriores se alcanzaron hasta 100 llamadas concurrentes en Linux con la distribución Ubuntu. También se realizó un test para 50, 100, 150 y 200 canales, de manera que se estudió el comportamiento del hardware (CPU, memoria RAM, protocolo y códecs).

Llamadas Concurrentes	CPU(%)	RAM (%)	Protocolo	Códecs
50	25	74	SIP	G 7.11
100	32	78	SIP	G 7.11
150	70	80	SIP	G 7.11
200	89	82	SIP	G 7.11

### Tabla 3.4 Comportamiento de hardware

Basado en estas estadísticas y sitios de internet que presentan hardware y sistema operativo se propone que los dos servidores Asterisk de pasarelas, así como el de mensaje de voz deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- ✓ Procesador Dual Core
- ✓ 4 GB de memoria RAM
- ✓ Disco Duro 40 GB

Y la Tarjeta de flujo será del tipo B410P, la cual soportará 120 llamadas concurrentes.

#### En la Región 01 y 02:

Los once servidores Asterisk que se localizan en estas regiones deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos según las pruebas realizadas con la herramienta PLATEST:

- ✓ Procesador Pentium 3.00 MHz
- ✓ 2 GB de memoria RAM
- ✓ Disco duro 10 GB

#### Versión centralizada, en la Región 00:

En cuanto al hardware, en esta versión los servidores de base de datos, de aplicaciones y DNS tendrán los mismos requerimientos mínimos que los de la versión distribuida.

Los tres servidores Asterisk, deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- ✓ Procesador Quad Core
- ✓ 4 GB de memoria RAM
- ✓ Disco duro 40 GB

Y la Tarjeta de flujo será del tipo B410P, soportará 120 llamadas concurrentes.

### 3.3.1.2 Software

En cuanto al software, la universidad cuenta con todas las aplicaciones que se emplearon para el desarrollo de la propuesta. Los servidores Asterisk requieren del sistema operativo Linux y los servidores de base de datos del sistema gestor de base de datos PostgreSQL. También los servidores Asterisk tendrán instalada la versión de Asterisk 1.4.17.

#### ✓ Programas disponibles versión distribuida

Cantidad	Descripción
14	Sistema Operativo multiusuario Linux, Ubuntu versión 8.04.2
05	Sistema Gestor de Base de Datos, PostgreSQL.
14	Asterisk, versión 1.4.17

Tabla 3.5 Programas disponibles versión distribuida

#### ✓ Programas disponibles versión centralizada

Cantidad	Descripción
03	Sistema Operativo multiusuario Linux, Ubuntu versión 8.04.2
05	Servidor de Base de Datos, PostgreSQL.
03	Asterisk, versión 1.4.17

Tabla 3.6 Programas disponibles versión centralizada

### 3.3.2 Factibilidad económica

A continuación se presenta un estudio que dio como resultado la factibilidad económica del desarrollo de la infraestructura propuesta. Las siguientes tablas representan los costos del sistema propuesto tanto en la versión distribuida como en la centralizada.

✓ Versión distribuida

Región 00	Costo
4 Servidor de Aplicaciones	\$ 16 000
1 Servidor de DNS	\$ 4 000
5 Servidor de Base de Datos	\$ 107 975
1 Servidor Asterisk (Mensaje de voz)	\$ 675
2 Servidores Asterisk (Pasarelas)	\$ 1 350
2 Tarjetas de Flujo	\$ 1 430
<b>Total</b>	<b>\$131 430</b>

Tabla 3.7 Región 00, versión distribuida

Región 01	Costo
6 Servidores Asterisk	\$ 2 700

Tabla 3.8 Región 01, versión distribuida

Región 02	Costo
5 Servidores Asterisk	\$ 2 250

Tabla 3.9 Región 02, versión distribuida

$$\text{Costo Total } v_d = \text{Costo } r_{00} + \text{Costo } r_{01} + \text{Costo } r_{02}$$

$$\text{Costo Total } v_d = \$131\,430 + \$2\,700 + \$2\,250$$

**Costo Total  $v_d = \$ 136 380$**

✓ **Versión centralizada**

Región 00	Costo
4 Servidor de Aplicaciones	\$ 16 000
1 Servidor de DNS	\$ 4 000
5 Servidor de Base de Datos	\$ 107 975
3 Servidores Asterisk	\$ 2 550
2 Tarjetas de Flujo	\$ 1 430
<b>Total</b>	<b>\$ 131 955</b>

**Tabla 3.10 Región 00, versión centralizada**

**Costo Total  $v_c = Costo r_{00} + Costo r_{01} + Costo r_{02}$**

**Costo Total  $v_c = \$ 131 955 + 0 + 0$**

**Costo Total  $v_c = \$ 131 955$**

### Conclusiones

En este capítulo se demostró cómo mediante indicadores podemos determinar las condiciones que presenta la red para la cual se implementarán los servicios de telefonía IP, llegando a la conclusión según los valores admisibles de dichos indicadores que la red está apta para soportar esos servicios.

También se realizó el estudio de factibilidad tanto económica como técnica de las dos versiones propuestas (versión centralizada y distribuida) dando como resultado las características principales de los equipos que requiere la infraestructura.

### **Conclusiones Generales**

Luego de la investigación realizada sobre la implantación de la telefonía IP en la universidad y en aras de apoyar la informatización de la sociedad cubana, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ La red de la universidad está apta para soportar los servicios que brinda la telefonía IP, por tanto la red futura también lo estará porque la misma tendrá mejores condiciones, ya sea en cuanto a estructura o capacidad.
- ✓ La telefonía IP, tendrá gran demanda por parte de la comunidad universitaria a pesar de constituir un servicio de valor agregado.
- ✓ Teniendo en cuenta el desarrollo de la telefonía IP y el gran número de servicios que brinda, en un futuro podría sustituir a la telefonía analógica.

Basado en los aspectos anteriormente planteados, se considera abordado y cumplido el objetivo propuesto, logrando así la solución del problema. Por otra parte es bueno destacar que para el correcto desarrollo de la investigación se consultó bibliografía cuya actualización es correcta de acuerdo a los sistemas estudiados.

## **Recomendaciones**

A partir de las conclusiones abordadas y de la base de conocimiento aportada en el tema de la telefonía IP, los autores recomiendan:

- ✓ Realizar pruebas piloto en redes más pequeñas para determinar las características reales del hardware de la propuesta, ya que los datos que se ofrecen son aproximados.
- ✓ Implementar la infraestructura propuesta una vez que se despliegue la plataforma telefónica PLATEL en la universidad.
- ✓ Publicar la presente investigación para que sea utilizada por el resto de las organizaciones del país en aras de lograr la informatización de la sociedad según las actuales tendencias del uso de la telefonía IP

## Referencias Bibliográficas

1. La flecha. *La flecha*. [En línea] [Citado el: 26 de Febrero de 2009.]  
<http://www.laflecha.net/canales/moviles/las-empresas-aumentan-sus-inversiones-en-telefonía-ip>.
2. Telefonía IP en la universidad de Chile. *Telefonía IP en la universidad de Chile*. [En línea] [Citado el: 26 de Febrero de 2009.] [http://www.telefoniaip.uchile.cl/capacitacion\\_telefonia.htm](http://www.telefoniaip.uchile.cl/capacitacion_telefonia.htm).
3. RedesTelecom.es. *RedesTelecom.es*. [En línea] 04 de Marzo de 2009. [Citado el: 26 de Febrero de 2009.] <http://www.redestelecom.es/Noticias/200812010024/Cisco-implanta-la-telefonía-IP-en-la-Universidad-de-Murcia.aspx>.
4. Avaya. *Avaya*. [En línea] 08 de Julio de 2008. [Citado el: 28 de Febrero de 2009.]  
<http://www.avaya.es/gcm/emea/es/tasks/learn/facts/iptelephony/qa1/iptelephony.htm>.
5. **ITU-D, Grupo de Expertos Sobre Telefonía IP del**. Informe esencial sobre telefonía IP. [En línea] [Citado el: 28 de Febrero de 2009.] [http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel\\_report-es.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/cyb/publications/2003/IP-tel_report-es.pdf).
6. Universidad Nacional Autónoma de México. *Universidad Nacional Autónoma de México*. [En línea] [Citado el: 28 de Febrero de 2009.] <http://www.telefonia.unam.mx/>.
7. Juventud Rebelde. *Juventud Rebelde*. [En línea] 23 de Mayo de 2007. [Citado el: 28 de Febrero de 2009.] <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2007-05-23/cuba-se-lanza-a-la-telefonía-ip-y-la-television-digital/>.
8. EHAS(Enlace Hispano Americano de Salud). *EHAS(Enlace Hispano Americano de Salud)*. [En línea] [Citado el: 03 de Marzo de 2009.] [http://www.ahas.org/index.php?page=cuba&hl=es\\_ES](http://www.ahas.org/index.php?page=cuba&hl=es_ES).
9. **Ernesto Miguel Muñoz González, Marvin Márquez Peralo**. *Personalización de Nova para Servicios de Telefonía Digital*. Ciudad de la Habana : UCI, 2008.

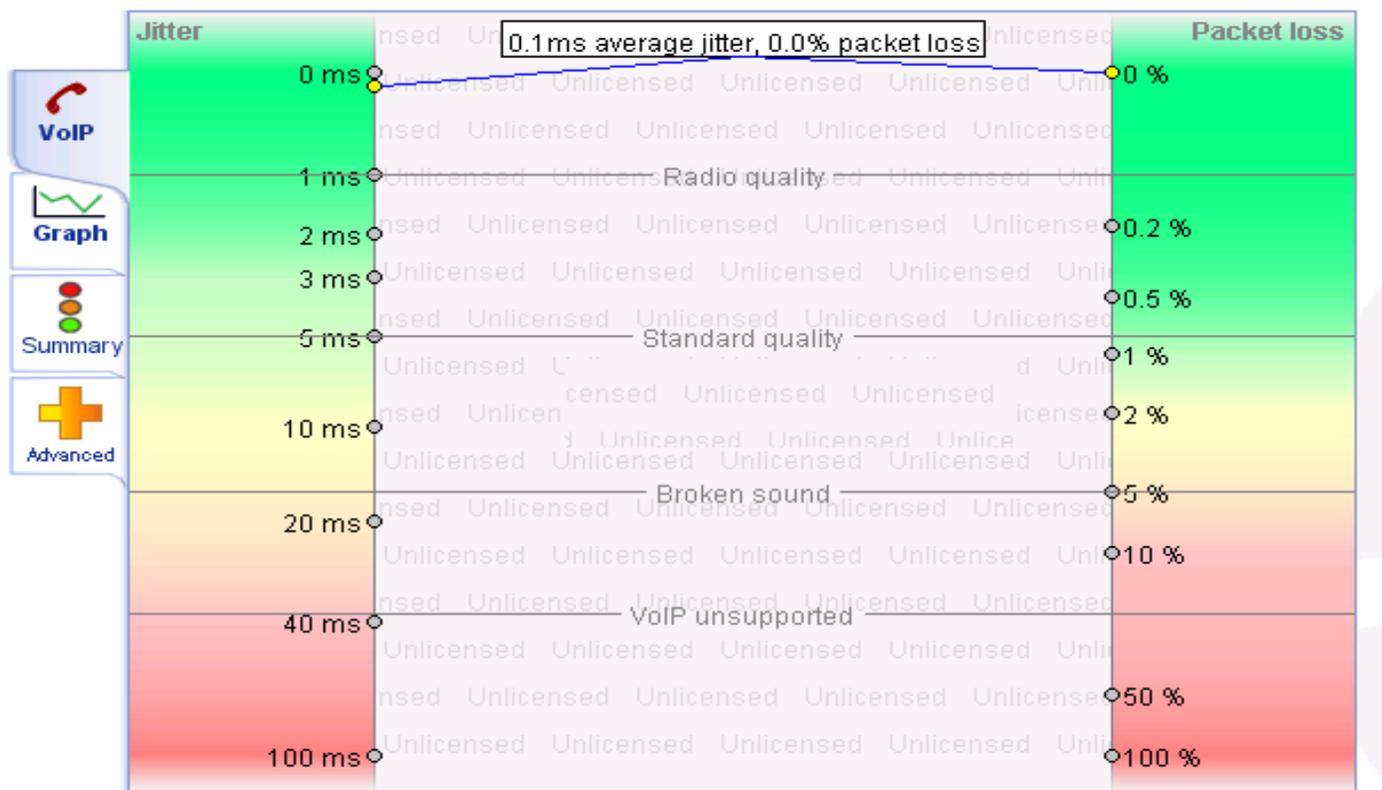
10. ElectronicaUnicron. *ElectronicaUnicron*. [En línea] [Citado el: 26 de febrero de 2009.]  
[http://www.unicrom.com/Tel\\_VoIP\\_ventajas\\_desventajas.asp](http://www.unicrom.com/Tel_VoIP_ventajas_desventajas.asp).
11. **Webmaster**. Contact Center Voip. *Contact Center Voip*. [En línea] 15 de Mayo de 2007. [Citado el: 03 de Marzo de 2009.]  
[http://www.contactcentervoip.com/ES/ASTERISK/CENTRALITA/PROTOCOLOS\\_SIP\\_IAX\\_MGCP](http://www.contactcentervoip.com/ES/ASTERISK/CENTRALITA/PROTOCOLOS_SIP_IAX_MGCP).
12. Telefonía Vo IP. *Telefonía Vo IP*. [En línea] [Citado el: 03 de Marzo de 2009.]  
<http://www.telefoniavozip.com/voip/protocolos-en-la-telefonía-ip.htm>.
13. Ciberhabitat. [En línea] [Citado el: 03 de Febrero de 2009.]  
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/ciberhabitat/museo/cerquita/redes/fundamentos/02.htm>.
14. VoIPForo. [En línea] [Citado el: 21 de Abril de 2009.] <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>.
15. Euskalnet. [En línea] [Citado el: 21 de Abril de 2009.]  
[http://www.euskalnet.net/apetxebari/nu\\_tecs/tele\\_ip.htm](http://www.euskalnet.net/apetxebari/nu_tecs/tele_ip.htm).
16. **(MIC).**, **Ministerio de Informática y las Telecomunicaciones**. RESOLUCION No. 128 / 2008. La Habana : s.n., 2008.
17. LaTienda del Cad. [En línea] [Citado el: 30 de Abril de 2009.]  
[http://www.latiendadelcad.com/lista\\_prod.asp?nom=Microsoft+Visio+2007](http://www.latiendadelcad.com/lista_prod.asp?nom=Microsoft+Visio+2007).
18. Visio Help. [En línea] [Citado el: 10 de Febrero de 2009.]
19. Uptodown. [En línea] [Citado el: 10 de Febrero de 2009.] <http://kivio.uptodown.com/ubuntu/>.
20. Los mejores programas libres y gratuitos para Windows XP y Windows Vista. [En línea] [Citado el: 12 de Marzo de 2009.] <http://www.freewebs.com/freesofts4win/office-es.html>.
21. Freedownloadmanager. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.]  
[http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Orion\\_VoIP\\_Monitor\\_51364\\_p/](http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Orion_VoIP_Monitor_51364_p/).

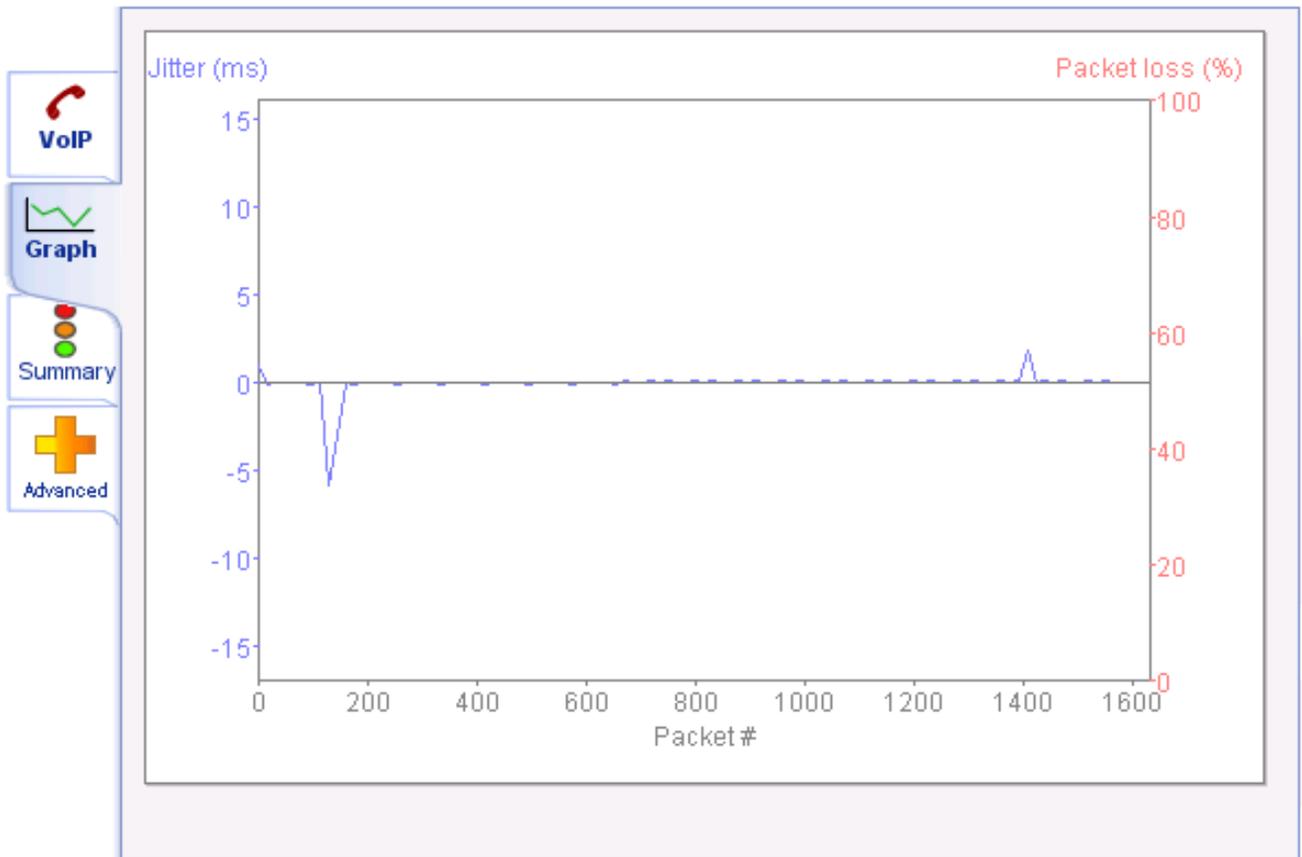
22. JDSU. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] <http://www.jdsu.com/products/communications-test-measurement/products/details/15605.html>.
23. VisualWare. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] <http://www.myconnectionserver.com/index.html>.
24. Webmaster. Contact Center Voip. Contact Center Voip. [En línea] 15 de Mayo de 2007. [Citado el: 11 de Marzo de 2009.] [http://www.contactcentervoip.com/ES/ASTERISK/CENTRALITA/SERVICIOS\\_VOIP](http://www.contactcentervoip.com/ES/ASTERISK/CENTRALITA/SERVICIOS_VOIP)
25. Díaz, Thayli Grave de Peralta. Propuesta de protocolo de enrutamiento para la Red de la UCI. Ciudad de La Habana, junio de 2007 : UCI, 2007.
26. Topologias. Topologias. [Online] [Cited: Marzo 22, 2009.] <http://www.angelfire.com/mi2/Redes/topologia.html#TOPOLOGÍA%20EN%20ANILLO>.
27. **Ana Aarellano Marcelino. Ana Aarellano Marcelino.** [Online] Marzo 9, 2009. [Cited: Marzo 22, 2009.] <http://anaarellanomarcelino.blogspot.com/>.
28. MSc. Raúl Gutiérrez García, Dra. Carmen Moliner Peña. Tecnología Resilient Packet Ring (RPR) para topologías en. [Online] [Cited: Marzo 23, 2009.] <http://www.cujae.edu.cu/eventos/convencion/cittel/Trabajos/CIT047.pdf>.
29. Martínez, José Luis Iglesias. Evolución de los Servicios y las Redes de Transporte de las Operadoras. [Online] [Cited: Marzo 22, 2009.] [https://www.rediris.es/jt/jt2003/archivo-jt/SALAB/05112003/Albura\\_JoseLuisIglesias.ppt](https://www.rediris.es/jt/jt2003/archivo-jt/SALAB/05112003/Albura_JoseLuisIglesias.ppt)
30. www.huawei.com. [En línea] [Citado el: 24 de Marzo de 2009.] <http://www.huawei.com/products/datacomm/detailitem/view.do?id=2086&rid=755>.
31. www.huawei.com. [En línea] [Citado el: 24 de Marzo de 2009.] <http://www.huawei.com/products/datacomm/detailitem/view.do?id=2052&rid=735>.
32. Digium. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] [http://store.digium.com/productview.php?product\\_code=B410P](http://store.digium.com/productview.php?product_code=B410P).

33. Integrared. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] <http://www.integrared.cl/cursos/analisis-de-la-calidad-de-la-voz-sobre-ip.html>.
34. Metodología para la medición de la latencia y pérdidas en la red IP. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] [http://200.33.150.85:8080/idx\\_metodologia.php](http://200.33.150.85:8080/idx_metodologia.php).
35. Atorresa. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] <http://atorresa.wordpress.com/category/jitter/>.
36. Telefonía IP. Protocolos de Señalización. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] [www.cepes.org.pe/apc-aa/archivos-aa/c7a70d31c765f4f180de4693e9795c2b/telefonialP\\_senalizacion.doc](http://www.cepes.org.pe/apc-aa/archivos-aa/c7a70d31c765f4f180de4693e9795c2b/telefonialP_senalizacion.doc).
37. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2009.] [http://diccionario.babylon.com/ANCHO\\_DE\\_BANDA#Informática](http://diccionario.babylon.com/ANCHO_DE_BANDA#Informática).
38. Mean Opinion Score (MOS) - A Measure Of Voice . [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2009.] <http://voip.about.com/od/voipbasics/a/MOS.htm>.
39. Messenger . [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2009.] [http://messenger.es/hardware-para-montar-un-servidor-asterisk\\_1425](http://messenger.es/hardware-para-montar-un-servidor-asterisk_1425)

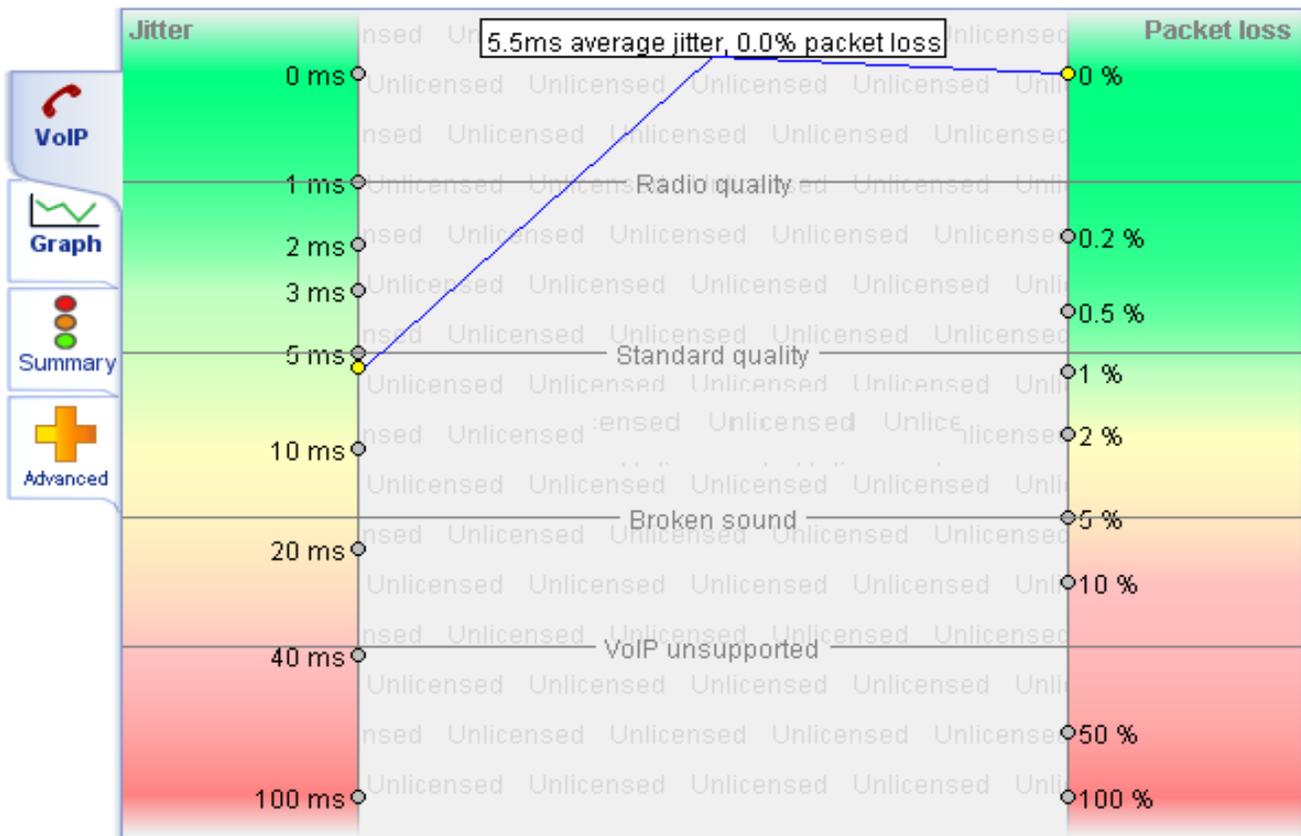
# Anexos

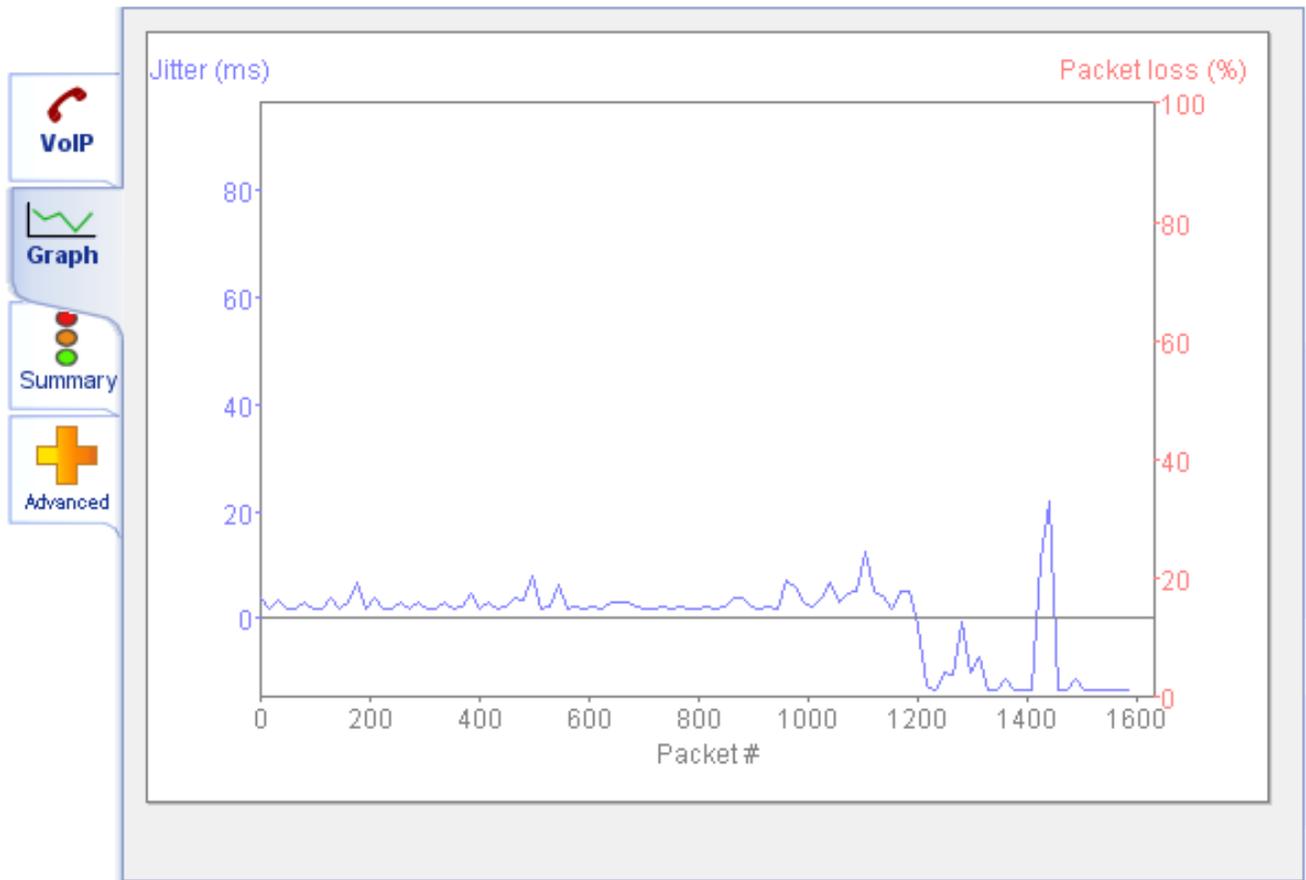
## Anexo 1 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.7.8.30)



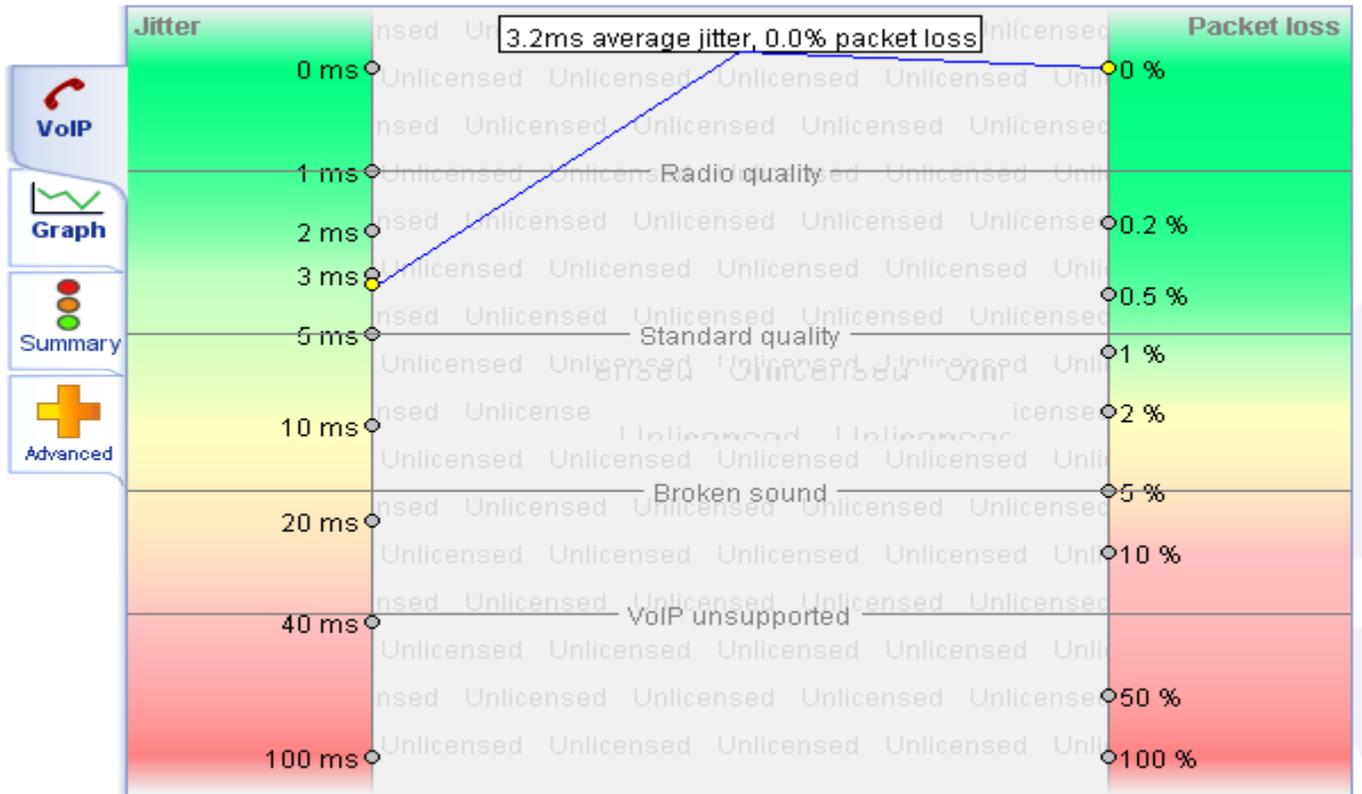


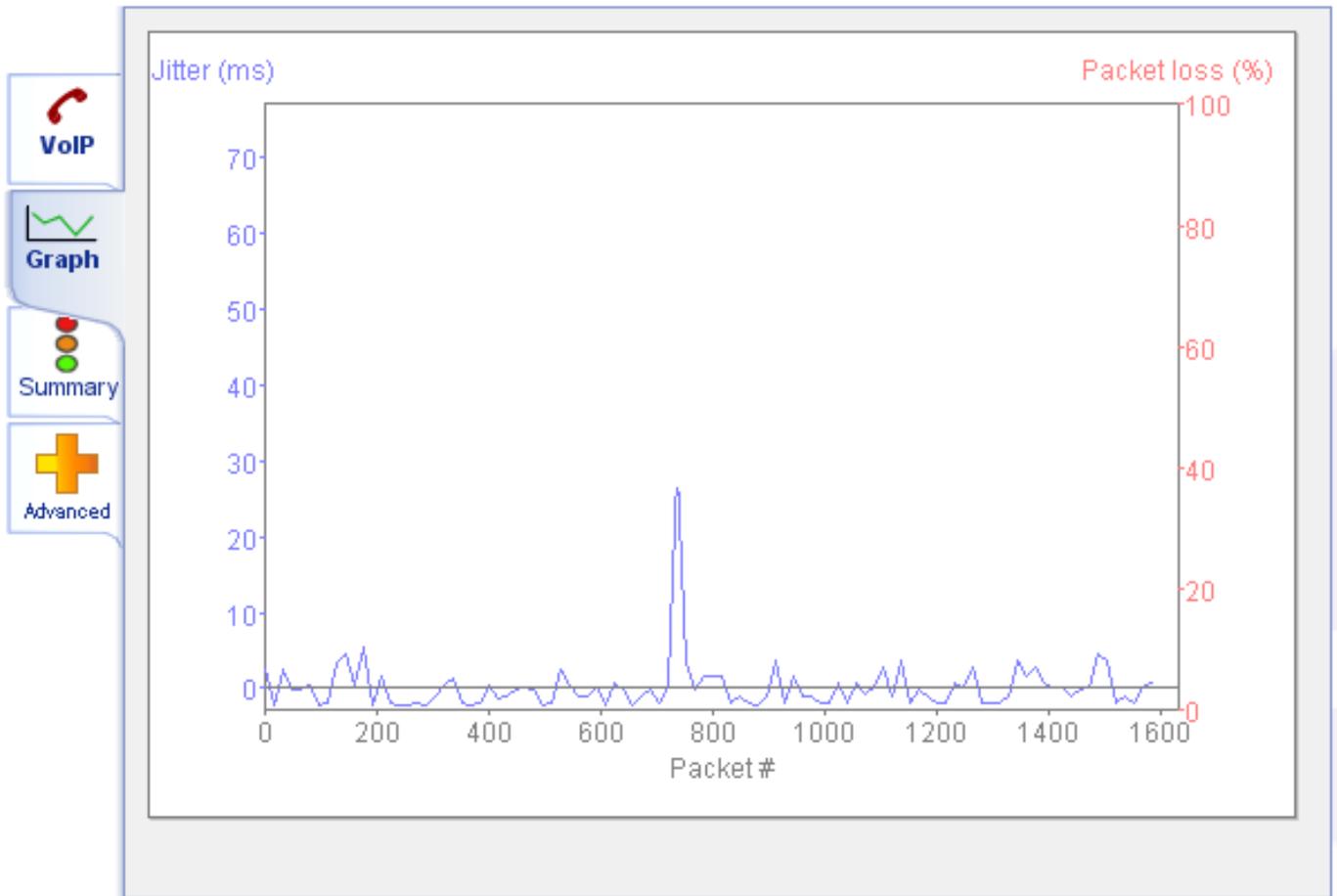
Anexo 2 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.8.3.150)





Anexo 3 (IPServidor: 10.9.9.105 – IPCliente: 10.31.17.231)





## **Glosario de Términos**

### **-A-**

**APIs:** Es un conjunto de convenciones internacionales que definen cómo debe invocarse una determinada función de un programa desde una aplicación.

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

**Ancho de banda:** En conexiones a Internet el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (BPS), kilobits por segundo (kbps), o megabits por segundo (mps).

**ATM:** Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

**ADSL:** Consiste en una transmisión de datos digitales (la transmisión es analógica) apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

### **-B-**

**Backbone:** Es usado en redes como vía principal para transportar tráfico entre otros segmentos de redes. Constituye el núcleo de la red.

**Broadcast:** Sistema de entrega de paquetes en el que una copia de un paquete dado se envía a todos los hosts conectados a la red. Ejemplo: Ethernet.

### -C-

**Call Center:** Es una unidad funcional dentro de la empresa (o bien una empresa en si misma) diseñada para manejar grandes volúmenes de llamadas telefónicas entrantes y salientes desde y hacia sus clientes, con el propósito de dar soporte a las operaciones cotidianas de la entidad.

**Cisco:** Es una empresa multinacional ubicada en San José (California, Estados Unidos), principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones.

### -D-

**Datagrama:** Es un fragmento de paquete que es enviado con la suficiente información como para que la red pueda simplemente enrutar el fragmento hacia el ordenador receptor, de 87 manera independiente a los fragmentos restantes. Esto puede provocar una recomposición desordenada o incompleta del paquete en el ordenador destino. La estructura de un datagrama es: cabecera y datos.

### -E-

**Ethernet:** Es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet se refiere a las redes de área local y dispositivos bajo el estándar IEEE 802.3.

**Encriptar:** Es una manera de codificar la información de un archivo de manera que no pueda ser leído en caso de ser interceptado por una tercera persona mientras viaja por la Red.

**EVoz:** Es la división de Grupalia Internet S.A. dedicada a la Consultoría Informática en el área de voz sobre IP y a la prestación de servicios a empresas.

### -F-

**Frame Relay:** Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas, introducida por la ITU-T a partir de la recomendación I.122 de 1988. Consiste en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos ("frames") para

datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos. Se utiliza para un servicio de transmisión de voz y datos a alta velocidad que permite la interconexión de redes de área local separadas geográficamente a un costo menor.

### **-G-**

**Gateway:** Un gateway o puerta de enlace, es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino. Una puerta de enlace o gateway es normalmente un equipo informático configurado para hacer posible a las máquinas de una red local (LAN) conectadas a él, de un acceso hacia una red exterior, generalmente realizando para ello operaciones de traducción de direcciones IP.

### **-H-**

**Host o terminal:** Aparato capaz de realizar operaciones de diálogo con un servidor. También se le llama cliente. Puede ser un ordenador, un servidor de archivos, un dispositivo de almacenamiento por red, una máquina de fax, impresora, etc.

**Hubs o concentrador:** Es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla.

**Hardware:** Incluye todas las partes físicas del computador, es decir, aquellos dispositivos que se conectan entre sí para formar una sola unidad de trabajo.

### **-I-**

**IEEE:** Electronics and Electrical Engineers. Una sociedad profesional de ingenieros eléctricos y científicos informáticos que subvencionan una serie de grupos de estándares técnicos.

**IP:** El Protocolo de Internet (por sus siglas en inglés de Internet Protocol), es un protocolo no orientado a conexión, usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

**ISP:** Proveedor de Servicios de Internet. Es un centro que garantiza acceso a Internet para usuarios finales y redes, a partir de poseer una infraestructura de telecomunicaciones orientada a tal servicio y mantener niveles elevados de conectividad regional, nacional y/o internacional. Generalmente brindan a sus usuarios servicios de correo electrónico, noticias entre otros,.

**Internet :** Conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas.

### **-L-**

**LAN:** Es la abreviatura de Local Area Network (Red de Área Local o simplemente Red Local). Una red local es la interconexión de varios ordenadores y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de unos pocos kilómetros.

**Ley A:** (por sus siglas en inglés de A-law), es un sistema de cuantificación logarítmica de señales de audio, usado habitualmente con fines de compresión en aplicaciones de voz humana. Está estandarizada por la ITU-T en G.711 y es similar a la ley Mu.

**Ley Mu:** (por sus siglas en inglés de Mu-law), es la norma de códec (compresión y descompresión) del algoritmo PCM, permite mejorar la relación señal-ruido sin necesidad de la adición de más datos.

### **-M-**

**MPLS:** Multiprotocol Label Switching. En español, intercambio de etiquetas multiprotocolo.

**Multicast (Multidifusión):** Una forma especial de broadcast en la que las copias del paquete se entregan sólo a un subconjunto de todos los posibles destinos.

**MAU:** Es un dispositivo multi-puerto del equipamiento en el que se conectan hasta 16 estaciones (ó puestos) de trabajo. La MAU brinda un control centralizado de las conexiones en red.

### **-N-**

**Nodo:** Punto de intersección o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar. En una red de ordenadores cada una de las máquinas es un nodo, y si la red es Internet, cada servidor constituye también un nodo.

**NAT:** (por sus siglas en inglés de Network Address Translation), es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir en tiempo real las direcciones utilizadas en los paquetes transportados

### **-P-**

**PSTN:** (por sus siglas en inglés de Public Switched Telephone Network). Red pública de telefonía conmutada. Término general que se refiere a la diversidad de redes y servicios telefónicos existentes a nivel mundial. A veces se denomina servicio telefónico analógico convencional (POTS).

**Protocolo:** Los protocolos son el conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre las entidades que forman parte de una red.

**PBX o PABX :** (por sus siglas en inglés de Private Branch Exchange y Private Automatic Branch Exchange para PABX) cuya traducción al español sería Central secundaria privada automática, es cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Este dispositivo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo privado en su denominación.

**PLC:** (por sus siglas en inglés de Power Line Communications), se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

**PCM:** (por sus siglas en inglés de Pulse Code Modulation), es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits.

### -Q-

**QoS:** (por sus siglas en inglés de Quality of Service). Es la medida de desempeño para un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad de servicio.

### -R-

**RIP:** (por sus siglas en inglés de Routing Internet Protocol). Es un protocolo de vector de distancia perteneciente a la arquitectura TCP/IP, que busca la ruta más corta entre dos puntos en una red a partir del análisis de las direcciones origen y destino.

**Router:** Enrutador, encaminador. Dispositivo de hardware para interconexión de redes de las computadoras que opera en la capa tres (nivel de red) del modelo OSI.

**RAM:** (por sus siglas en inglés de Random Access Memory). Memoria donde la computadora almacena datos que le permiten al procesador acceder rápidamente al sistema operativo, las aplicaciones y los datos en uso.

### -S-

**Subred:** Es un conjunto de direcciones IP y con ella se pueden hacer dos cosas: asignar direcciones IP a los equipos o dividirla nuevamente en subredes más pequeñas. En cada división, las subredes primera y última no se usan, cabe aclarar que no se usan para asignar direcciones IP a los equipos pero si se pueden utilizar para dividirlos en subredes más pequeñas.

**SingTel:** Grupo de comunicaciones líder de Asia con operaciones e inversiones a escala mundial.

**Softswitch:** Es el principal dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura NGN (Next Generation Network), encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP).

**Softphone:** (por sus siglas en inglés de Software y de Telephone) es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales.

**Switches o Conmutador:** Es un dispositivo analógico de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

**Software:** Se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital.

**SCCP:** Es un protocolo propietario de control de terminal desarrollado originariamente por Selsius Corporation. Actualmente es propiedad de Cisco Systems, Inc. y se define como un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el CallManager o Administrador de Llamadas.

**SGV:** (por sus siglas en inglés de Scalable Vector Graphics), es un lenguaje para describir gráficos vectoriales bidimensionales, tanto estáticos como animados, XML.

**-T-**

**Topología:** La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio.

**TDM:** Multiplexión por división de tiempo. Técnica en la que se le puede asignar ancho de banda a la información de múltiples canales a través de un solo cable basado en ranuras de tiempo pre asignadas. Se asigna ancho de banda a cada canal sin tener en cuenta si la estación tiene datos para transmitir.

**Telefonía IP:** La telefonía IP reúne la transmisión de voz y de datos, lo que posibilita la utilización de las redes informáticas para efectuar llamadas telefónicas. Además, ésta tecnología al desarrollar una única red encargada de cursar todo tipo de comunicación, ya sea de voz, datos o video, se denomina red convergente o red multiservicios.

**-V-**

**Voz sobre IP:** Es una tecnología que permite la transmisión de la voz mediante redes IP en forma de paquetes de datos. La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un

ordenador y teléfonos estándares. En general, servicios de comunicación que son transportados vía redes IP en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

### **-W-**

**WAN:** (por sus siglas en inglés de Wide Area Network), es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde alrededor de 100km hasta unos 1000 km, dando servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería RedIRIS, Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros (sobre la distancia la discusión es posible). Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa específica y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de Internet (ISP) para proveer de conexión a sus clientes.

**WiFi:** Es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables.

**WWW:** (por sus siglas en inglés de World Wide Web), sistema de Internet para vincular mediante hipertexto en todo el mundo, documentos multimedia, permitiendo un fácil acceso, totalmente independiente de la ubicación física, a la información común entre documentos.

### **-X-**

**XML:** (por sus siglas en inglés de Extensible Markup Language), lenguaje desarrollado por el W3 Consortium para permitir la descripción de información contenida en el WWW a través de estándares y formatos comunes, de manera que tanto los usuarios de Internet como programas específicos (agentes) puedan buscar, comparar y compartir información en la red.