



# TELEFONÍA IP Y SERVICIOS CONVERGENTES SOBRE REDES CABLEADAS

Frank Aquino Cornejo Moreira  
Cristhian Gustavo Minaya Vera  
Jorge Luis Moreira Calderón

# TELEFONÍA IP Y SERVICIOS CONVERGENTES SOBRE REDES CABLEADAS

Frank Aquino Cornejo Moreira  
Cristhian Gustavo Minaya Vera  
Jorge Luis Moreira Calderón

PRIMERA EDICIÓN

Telefonía IP y servicios convergentes sobre redes cableadas

Primera edición, diciembre 2016

Autores  
Frank Aquino Cornejo Moreira  
Cristhian Gustavo Minaya Vera  
Jorge Luis Moreira Calderón

Libro sometido a revisión de pares académicos.



Edición  
Diagramación  
Diseño  
Publicación

Cámara Ecuatoriana del Libro - ISBN-E: 978-9942-750-08-2  
Guayaquil - Ecuador

## Índice

<b>REDES CONVERGENTES</b>	<b>9</b>
<b>CALIDAD DE SERVICIO (QOS)</b>	<b>27</b>
<b>VOZ SOBRE IP</b>	<b>39</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>60</b>

### **Agradecimiento**

Este libro no hubiera sido posible sin la ayuda de Dios por habernos guiado por el camino de la felicidad hasta ahora, a nuestros Padres que con sus esfuerzos nos formaron para que ahora logremos este producto, a nuestras esposas e hijos que también fueron clave principal al momento de tenernos en su momento cierto grado de paciencia a todos ellos por brindarnos su apoyo incondicional en cada momento de nuestras vidas, por ser el motor que nos impulsa a seguir luchando día a día, también se agradece a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma colaboraron para que este libro sea culminado con éxito.

## PRÓLOGO

Los autores presentan una revisión bibliográfica y técnica profunda sobre el área que aborda, demostrando que el estudio de las redes y la tecnología son factores fundamentales en el desarrollo de la ciencia actual.

Este trabajo realiza un estudio para una solución de telefonía IP y servicios convergentes sobre la red cableada de la ESPAM – MFL. En el Primer Capítulo se describen los objetivos y una breve descripción de lo que se planea realizar justificando el tema y cada uno de los objetivos. Luego de obtener los resultados de los servicios consumidos por la red, se pudo determinar el ancho de banda para cada uno de ellos tanto para un tráfico preferencia como para un tráfico requerido. Al proponer una solución de telefonía IP, esta va a generar más tráfico en la red. Por tal motivo se determina el tráfico con calidad de servicio una vez estimado el número de teléfonos IP, se considera una hora pico con el 40% de llamadas simultaneas para el total de teléfonos IP. Para este tipo de infraestructura de red convergente es necesario establecer políticas de QoS donde se considera el mecanismo DifServ, esto permite establecer tres tipos de tráfico o servicio que son: voice, email y default, donde la clase voice tiene el encolamiento con mayor prioridad por incluir el tráfico de telefonía IP sensible al retardo, la clase email se le da una prioridad más baja destinada a garantizar el ancho de banda para correos y

trasferencia de archivos adjuntos, por último se establece la clase default para que tome el restante de los recursos de red. Se realizan los diferentes cálculos con los posibles tipos de tráfico determinado si el cableado actual cumple con los requerimientos mínimos soportando un tráfico convergente. Por último se propone un nuevo modelo de red convergente sugiriendo equipamiento Cisco, realizando una segmentación eficiente, proponiendo servidores de VoIP, ofreciendo una tabla de enrutamiento y cuáles serían las posibles extensiones para los teléfonos IP.

Los autores intentan presentar una explicación lógica fundamentada en la investigación en ciencias aplicadas con el fin de cumplir con los objetivos planteados durante su estudio.

# CAPITULO I

## REDES CONVERGENTES

El capítulo presenta la caracterización de las redes convergentes es la coexistencia de servicios de distinta naturaleza como lo es la voz, videos y la comunicación de datos. El uso de varios nodos en una misma red ofrece comodidad y flexibilidad. La convergencia de red se la conoce como convergencia de medios. Las redes convergentes pueden ser mejor definida como una estructura o una arquitectura para soportar todas las formas de medios de información en todas las tecnologías de redes (Audin, 2004).

Entre los niveles de una red convergente se dice que existen muchas definiciones de convergencia que pueden ser aceptadas ya que una red convergente puede implicar que se combine: diferentes medios de información en una sola red, todas las aplicaciones, conexiones alámbrica e inalámbricas, redes públicas y privadas, tráfico de negocios y de entretenimiento, etc. es por ello que resulta un poco complicado entender y clasificar el tipo de convergencia que conforma una red, ya que en la convergencia puede depender de varios factores. La convergencia es ahora generalmente reconocida por el predominio del protocolo IP, ya que este es el pegamento que une a las redes y aplicaciones.

La convergencia de red (nivel inferior) de LAN, WAN, por cable e inalámbrica utilizando el conjunto de protocolos IP, ofrece transporte de información común. Este nivel es independiente y agnóstico a las aplicaciones, excepto en cuanto a rendimiento de la red. Los dispositivos e instalaciones primarias son conmutadores LAN, instalaciones de transporte, redes de área local inalámbricas (WLAN), redes celulares y routers (Audin, 2004).

El siguiente nivel es la infraestructura de TI de servidores, estaciones de trabajo, teléfonos y terminales de vídeo. Estos dispositivos pueden ser aplicaciones específicas como un teléfono, o puede ser un PC o servidor de aplicación genérica. Los protocolos de soporte de aplicaciones como FTP, SMTP, Telnet, HTTP, RTP y RTSP son también parte de este nivel. Este nivel puede proporcionar servicios basados en software a los programas de aplicación en el nivel inmediatamente superior (Audin, 2004).

El tercer nivel contiene las aplicaciones para apoyar el usuario final. Estos incluyen el software de aplicación y servidores Web, el códec de compresión y la tecnología para voz y video y otras formas de dispositivos de entrada / salida (terminales de punto de venta, lectores de códigos de barras, escáneres, etc.). Este nivel también reúne las múltiples interfaces para el usuario final. Aquí es donde se lleva a cabo la convergencia de aplicaciones (Audin, 2004).

El nivel superior, interfaz de usuario, presenta interfaces que ofrecen el acceso del usuario final a las aplicaciones convergentes comunes de audio, visual y física (teclado, ratón, etc.) (Audin, 2004).

Las redes convergentes o multiservicio hacen referencia a la integración de servicio de voz, datos y videos sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red (Mejía Fajardo, 2004). Una red de convergencia basada en IP se construye bajo tres elementos importantes: Tecnología que permita ofrecer múltiples servicios sobre una red de datos, una red multipropósito construida sobre una arquitectura de red funcionalmente distribuida y basada en IP y en un sistema abierto de protocolos estándares maduro e internacionalmente aceptado (Mejía Fajardo, 2004).

La tecnología de red Multiprotocol Label Switching (MPLS) permite a las empresas y proveedores de servicios construir redes inteligentes de próxima generación ya que ofrecen una amplia variedad de servicios avanzados sobre una única infraestructura. Esta solución económica puede integrarse perfectamente sobre cualquier infraestructura existente, como IP, Frame Relay, ATM, o Ethernet. Los suscriptores con diferentes enlaces de acceso pueden ser agregados en un borde MPLS sin cambiar sus entornos actuales, como MPLS es independiente de las tecnologías de acceso. La integración de los componentes de aplicaciones, incluyendo MPLS VPN de capa 3, capa 2 VPNs, ingeniería de tráfico, QoS, GMPLS, e IPV6 permitir el desarrollo de las redes altamente eficientes, escalables y seguras que garanticen acuerdos de nivel de servicio (CISCO, Multiprotocol Label Switching (MPLS)).

Los Gateway de Señalización proporcionan una traducción transparente entre la conmutación de circuitos y la red IP, también

puede señalar en S7 (señalización No 7) o traducir y transmitir mensajes sobre una red IP a un Media Gateway o a otro Gateway de Señalización. Los Gateway de Señalización son desarrollados en grupos de dos o más para asegurar una buena disponibilidad ya que se vuelve crítico el tener que integrar la red de Voz. Las funciones de los Gateway de Señalización o Media Gateway pueden estar integradas en un solo dispositivo o en diferentes unidades (Fajardo & Marcela, 2012).

En una Arquitectura de red convergente se emplea un sistema abierto de protocolos estándares e internacionalmente aceptado. Los más utilizados son los siguientes:

H.323: desarrollado por el ITU-T para normalizar el establecimiento de llamadas y la transmisión de multimedios sobre redes conmutadas por paquetes que no garantizan ninguna QoS. H.323 se basa en el RTP (Real Time Protocol) de IETF y codecs estándares de la serie G. Aunque este fue el primer protocolo usado en VoIP, el SIP (Session Initiation Protocol) de IETF ha ganado mayor aceptación por que tiene mecanismos más sencillos para el establecimiento de la llamada (Mejía Fajardo, 2004).

SIP: es un protocolo de nivel de aplicación que puede establecer, modificar y terminar sesiones o llamadas multimedios a través de una red IP, incluyendo conferencias, aprendizaje a distancia, telefonía en Internet, etc (Fajardo & Marcela, 2012).

MGCP: media gateway control protocol, se usa para controlar media gateways desde elementos externos mediante llamadas normales. Un protocolo alternativo que lo supera es MEGACO o H.248 (Mejía

Fajardo, 2004).

SIGTRAN: es un conjunto de protocolos y niveles de adaptación usados para transportar información de señalización sobre redes IP (Mejía Fajardo, 2004).

Para la integración de un modelo de VoIP en una red convergente se tendría que considerar varios elementos técnicos tales como pérdida de paquetes, retardos y variaciones en el retardo. A continuación se analizaran los retos que existen al implementar un servicio de telefonía IP y como solucionarlos.

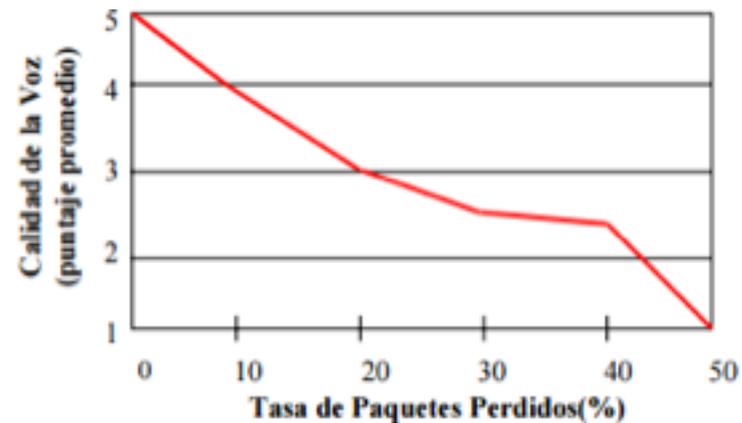
La pérdida de paquetes es el fallo de uno o varios paquetes que no llegan a su destino, esto puede tener efectos notables en todos los tipos de comunicaciones digitales. Por lo tanto a las pérdidas se las conoce como un fenómeno común en todas las redes conmutadas por paquetes IP. En este tipo de comunicación no se establecen circuitos físicos entre los extremos, estos provienen de diferentes fuentes ya que son transmitidos por enlaces de salida de cada enrutador y se almacenan en cola en espera. Mientras más personas accedan a la red, los enrutadores se congestionan y se produce la pérdida de paquetes (Mejía Fajardo, 2004, p. 9).

La pérdida de paquetes puede causar daños severos en la calidad de la voz transmitida sobre IP. Cuando se pierde un paquete, se pierde un fonema. Aunque el cerebro humano es capaz de reconstruir algunos fonemas perdidos, demasiadas pedidas pueden generar una

señal ininteligible (Mejía Fajardo, 2004, p. 9). En la siguiente figura se muestra como se degrada la calidad de la voz con la pérdida de paquetes.

Figura 3: Calidad de la voz en función de la tasa de pérdidas

Fuente: (Mejía Fajardo, 2004)



Existen varias técnicas que se emplean para combatir el fenómeno de pérdida de paquetes o por lo menos reducirlas, si no es posible, reparar el daño:

- Mejora de la red: La pérdida de paquetes se da por la insuficiencia de ancho de banda y/o la velocidad de procesamiento del enrutador, sin duda mejorar la infraestructura de red IP es una solución de ingeniería directa al problema. Se puede lograr grandes velocidades de transmisión usando tecnologías como: ATM, SONET, WDM, etc. o utilizar dispositivos de conmutación fotónica para aumentar la velocidad de procesamiento en los enrutadores (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- Sustitución por silencio: Se puede reproducir un silencio en vez del paquete perdido obteniendo una degradación menor si el tamaño de los paquetes es menor a 16 ms y la tasa de pérdidas menor al 1% (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- Sustitución por ruido: Resulta mejor reproducir un ruido blanco en vez de un silencio. Este fenómeno se atribuye a la restauración fonémica que hace el cerebro humano ante la presencia de ruido, lo cual no es posible ante la presencia del silencio (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- Repetición del paquete anterior: Cuando los paquetes son suficientemente pequeños y el último paquete recibido correctamente es muy cercano al perdido, la intermodulación permitirá disminuir la degradación de la señal, esta técnica se usa en GSM (Mejía Fajardo, 2004, p. 10)

- **Interpolación de paquetes:** En esta técnica se usa los paquetes vecinos al paquete perdido para reducir el reemplazo, se tiene que asegurar que el paquete reproducido siga las características cambiantes del flujo de voz (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- **Intercambio de tramas:** Al intercambiar tramas de voz entre varios paquetes para reordenar en el receptor, la pérdida de paquetes no implica pérdida de fonemas sino de varios segmentos pequeños no consecutivos, esto puede ser impredecible. La desventaja de este método sería en el retardo (Mejía Fajardo, 2004, p. 10).
- **Corrección de errores:** La información que se transmite de un paquete es redundante en los paquetes subsiguientes, cuando un paquete se pierde se puede extraer información de los paquetes vecinos. Se propone utilizar en RTP mecanismos para la transmisión de redundancia (Mejía Fajardo, 2004, p. 10)

Los retardos pueden afectar seriamente una conversación de voz, conduciendo incluso a una comunicación half-duplex (Mejía Fajardo, 2004). Los retardos inferiores a 150 ms son aceptables en la mayoría de aplicaciones. En comunicaciones de largas distancias, se está acostumbrado a aceptar retardos hasta de 400 ms. Para la PSTN el retardo es un problema insignificante, pues en CSN solo el retardo de propagación está presente y depende de la distancia. En VoIP existen varias fuentes de retardo que se suman para hacer de el retardo uno de los mayores retos en las redes de convergencia basadas en IP (Mejía Fajardo, 2004).

**Retardo de códec:** Este corresponde a la conversión analógico digital (A/D) y a la compresión para reducir el ancho de banda. Los esquemas de codificación más comunes emplean entre 10 y 40 ms por paquete y para la decodificación de 5 a 20 ms (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

**Retardo de serialización:** Este es el tiempo en que se lleva poner el paquete en la línea de transmisión y este depende de su velocidad. Por ejemplo, se necesitan 125 microsegundos para colocar un byte de información sobre una línea de 64 kbps. Mientras mayor es la longitud del paquete, mayor es el retardo de serialización (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

**Retardo en las colas:** Los paquetes compiten por el uso del enlace de salida en los puntos de conmutación como enrutadores y gateways, estos deben esperar que se transmitan los paquetes que llegaron antes. El número de paquetes en cola dependerá de las características estadísticas del tráfico, este retardo es altamente variable aun en paquetes consecutivos. Los mecanismos de calidad de servicio como Diffserv y RSVP disminuyen el retardo de los paquetes de voz aumentando el retardo de los paquetes de datos (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

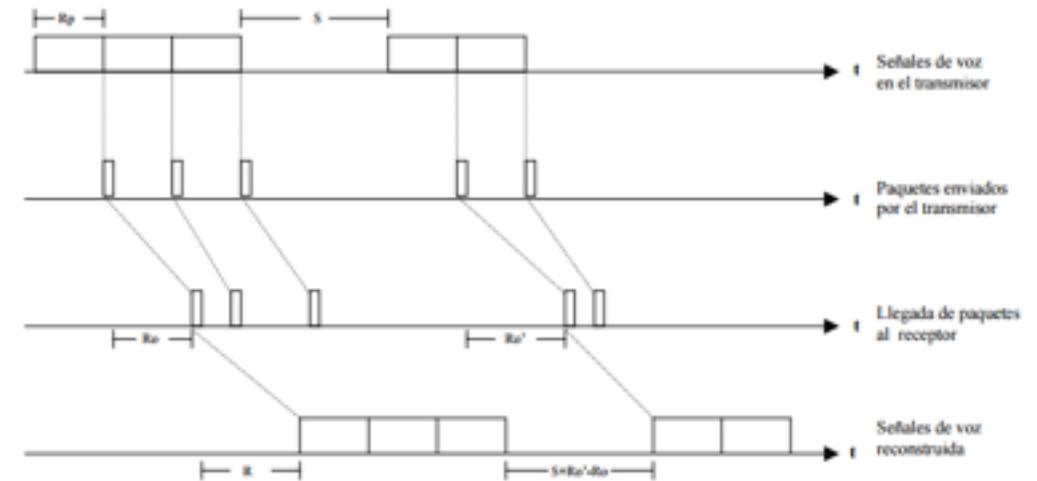
**Retardo de propagación:** Es el tiempo necesario en que las señales electromagnéticas y ópticas viajan de un extremo a otro (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

## VARIACIÓN EN EL RETARDO

La varianza de los tiempos entre llegadas de paquetes al receptor (el jitter) es el potencial más impactante para VoIP que el retardo mismo. La correcta secuencia en el tiempo es una característica importante de la voz, de manera que si dos sílabas de una palabra se pronuncian con cierto intervalo entre ellas, ese intervalo es tan importante como las sílabas mismas y un retardo adicional entre ellas rompería el ritmo de la voz. Si un paquete IP tarda más que el tiempo promedio, este se considera perdido y afectaría la calidad de la voz (Mejía Fajardo, 2004, p. 11).

Las variaciones dependen de la variabilidad del retardo en las colas y por la posibilidad de que los paquetes tomen una ruta diferente dentro de la red IP. Para controlar este fenómeno, el receptor almacena el primer paquete en un buffer anti-jitter por una determinada cantidad de tiempo antes de comenzar a reproducirlo, en la siguiente figura se muestra como el receptor agrega un retardo fijo  $R$  al primer paquete de cada periodo de sonido, si el retardo experimentado por un paquete fuese  $R_0$ , el retardo total sería  $RT = R + R_0$ . Los paquetes siguientes se construyen a la misma tasa constante con que se produjeron. Se deberá encontrar el tamaño óptimo del buffer que permita controlar el jitter sin aumentar el retardo a niveles excesivos. Algunos equipos lo ajustan dinámicamente de acuerdo con la variabilidad de la red (Mejía Fajardo, 2004, p. 12).

Figura 5: Algoritmo para reconstrucción de señales de voz paquetizadas  
Fuente: (Mejía Fajardo, 2004)



Las redes cableadas, también llamadas redes de Ethernet, son la clase más común de tecnología de red de área local (LAN). Una red cableada es un conjunto de dos o más computadoras, impresoras y/u otros dispositivos conectado por cables. Ethernet es el protocolo de red cableada más rápido con velocidades de 10 Mbps a 100 Mbps o superiores. Las redes cableadas aparte de integrarse a otros tipos de redes cableadas, lo pueden hacer también a redes inalámbricas. Un computador se puede conectar a una red con un cable Ethernet, el equipo debe tener un adaptador Ethernet (tarjeta de interfaz de red llamada NIC).

## TOPOLOGÍA DE REDES

Las topologías de redes describen la manera física en que los equipos de red se conectan y transmiten información a otros equipos. Básicamente se puede determinar tres topologías más usadas en una red cableada.

### TOPOLOGÍA ESTRELLA

La topología de red estrella tiene un elemento central que conecta a varios elementos de red como ordenadores, impresoras, etc. Este tipo de red se puede emplear en pequeñas empresas o en redes domésticas. Este tipo de topología es muy útil para aplicaciones con algún tipo de proceso centralizado o en la realización de tareas a nivel local. La desventaja de esta red es su vulnerabilidad ya que todos los datos deberán pasar a través de un ordenador central y, si falla este equipo la red perderá conectividad y producirá error (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

## **TOPOLOGÍA BUS**

La red bus no tiene ningún ordenador central y todos los equipos están conectados en un solo circuito. Este tipo de red emite señales en todas las direcciones y se utiliza un software especial para identificar qué equipo obtiene la señal. La desventaja de este tipo de red es que solo una señal puede ser enviada a la vez; si dos señales son enviadas al mismo tiempo, estas chocarán y se producirá un error. La ventaja es que no hay un ordenador central por lo que si un equipo se daña, la transmisión entre los demás no se verá afectada (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

## **TOPOLOGÍA ANILLO**

Este tipo de topología al igual que la de bus, no depende de un ordenador central. Cada equipo de la red se puede comunicar directamente con cualquier otro ordenador, y cada uno procesa sus propias aplicaciones de forma independiente. Una red anillo forma un bucle cerrado y los datos se envían solo en una dirección, si un

ordenador falla en la red, los datos pueden ser transmitidos (Muscatello, Martin, Wibowo, & 250, 2005).

## **MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

El propósito de la capa física es de transportar bits de una máquina a otra, para ello se pueden emplear varios medios físicos que hagan esta tarea. Cada medio de transmisión tiene su propio nicho en términos de ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 82).

## **MEDIOS MAGNÉTICOS**

La forma más común de transportar datos de una máquina a otra es previamente almacenarlos en medios magnéticos o removibles. Aunque no sea un método muy sofisticado, esto puede ser muy rentable cuando se necesita de un gran ancho de banda para la transmisión y al hacerlo por cualquier otro medio podría elevar el costo por bits transportado.

Para aclarar este punto veremos un simple cálculo. Una cinta Ultrium estándar puede guardar 800 Gigabytes. Una caja de 60 x 60 x 60 cm puede contener aproximadamente 1000 de estas cintas, para una capacidad total de 800 Terabytes. Una caja de cintas se puede entregar en cualquier parte de Estados Unidos en un plazo de 24 horas. El ancho de banda efectivo de esta transmisión es de 6400 terabits/86,400 seg. O de 70 Gbps. Si el destino está a una hora de camino por carretera, el ancho de banda se incrementa a 1700 Gbps. Ninguna red de computadoras puede siquiera acercarse a esta velocidad. Nunca subestimes el ancho de banda de una camioneta

repleta de cintas que viaje a toda velocidad por la carretera. (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 83).

## **PAR TRENZADO**

El par trenzado es uno de los medios de comunicación más antiguo y todavía el más común, consta de dos cables de cobre aislados de 1 mm de grosor. Los cables están tranzados en forma helicoidal, justo igual que una molécula de ADN. El trenzado se debe a que dos cables paralelos constituyen una antena simple. Por lo general una señal se trasmite como la diferencia en el voltaje entre los dos cables en el par. Esto ofrece una mejor inmunidad al ruido externo, ya que este tiende a afectar ambos cables en la misma proporción y en consecuencia, el diferencial queda sin modificación.

La aplicación más común del par trenzado es en sistema telefónico. Casi todos los teléfonos se conectan a la central telefónica mediante un par trenzado. Se puede tener varios kilómetros de par trenzado sin necesidad de amplificación, pero en distancias mayores la señal se atenúa demasiado y se requiere repetidores. Cuando muchos pares trenzados se tienden en paralelo a una distancia considerable, como los cables que van de un edificio de departamentos a la central telefónica, se agrupan en un haz de luz y se cubren con una funda protectora. Los pares en estos haces interferirían unos con otros si no estuviera trenzados. En algunas partes del mundo en donde las líneas telefónicas penden de postes sobre la tierra, es común ver haces de varios centímetros de diámetro. Los pares trenzados se pueden utilizar para transmitir información analógica o digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia que recorre,

pero en muchos casos se puede lograr varios megabits/segundo durante pocos kilómetros. Debido a su adecuado desempeño y bajo costo, los pares trenzados se utilizan mucho y es probable que se sigan utilizando durante varios años más (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 83).

## **CABLE COAXIAL**

Este cable tiene mejor blindaje y mayor ancho de banda que los pares trenzados sin blindaje, por lo que puede abarcar mayores distancias a velocidades más altas. Existen dos tipos de cables coaxiales, el de 50 ohms que se utiliza cuando se desea hacer una transmisión digital desde el inicio, el de 75 ohms se utiliza para una transmisión analógica y la televisión por cable. Un cable coaxial está compuesto por un alambre de cobre rígido como núcleo, rodeado por un material aislante que está forrado de un conductor cilíndrico, que por lo general es de malla de tejido fuertemente trenzado. El conductor extremo está cubierto con una funda protectora de plástico (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 84).

## **LÍNEAS ELÉCTRICAS**

El uso de las líneas eléctricas para la comunicación de datos es una idea antigua, las compañías de electricidad han usado este tipo de medio durante varios años para la comunicación de baja velocidad (por ejemplo, la medición remota), también en el hogar para controlar dispositivos (por ejemplo, el estándar x10). En los últimos años ha aumentado el interés por la comunicación de velocidades altas a través de estas líneas, dentro del hogar mediante una LAN como fuera

para el acceso a Internet de banda ancha. La convivencia de líneas eléctricas para el trabajo en red debe quedar claro. Se debe conectar una TV y un receptor a la toma de pared. La señal de datos esta sobrepuesta en la señal eléctrica de baja frecuencia ya que ambas señales usan el cableado al mismo tiempo (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 85).

La dificultad al utilizar el cableado eléctrico en el hogar para una red es que este se diseñó para distribuir señales eléctricas. Esta tarea es muy distinta a la de distribuir señales de datos, en donde el cableado del hogar hace un mal trabajo. Las señales eléctricas se envían a 50 – 60 Hz y el cableado atenúa las señales de frecuencia mucho más altas (MHz) que se necesitan para la comunicación de datos de alta velocidad. Las propiedades eléctricas varían de una casa a otra, estas cambian a medida que se encienden o apagan los electrodomésticos lo que haría que las señales de datos reboten alrededor del cableado y se puede originar ruido eléctrico. A pesar de estas dificultades, es practico enviar por lo menos 100 Mbps a través del cableado eléctrico mediante esquemas de comunicación que resistan frecuencias dañadas y ráfagas de errores (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 86).

## **FIBRA ÓPTICA**

La Fibra óptica se utiliza para la transmisión de largas distancias en las redes troncales, las redes LAN de alta velocidad y el acceso a internet de alta velocidad como FTTH (Fiber To The Home). Los componentes de una transmisión óptica son: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Por convención, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El medio de transmisión es

una fibra de vidrio ultradelgada. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz enciende en él. Al conectar una fuente de luz en un extremo de la fibra óptica y un detector al otro extremo, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica en el extremo receptor (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 87).

Existen dos tipos de fibras que se diferencian en la forma en que los rayos de luz quedan atrapados en ellas. Cuando existen muchos rayos de luz rebotando con ángulos diferentes y cada rayo tiene un modo distinto, a este tipo de fibra con esta propiedad se le denomina fibra óptica multimodo y son empleadas en distancias cortas (hasta 2 kilómetros). Pero si el diámetro de la fibra se reduce a unas cuantas longitudes de onda de luz, la fibra actúa como una guía de ondas y la luz se puede propagar solo en línea recta, sin rebotar, a esta se le llama fibra óptica monomodo y son utilizadas en redes de grandes distancias (hasta un máximo de 400 kilómetros) (Tanenbaum & Wetherall, 2012, p. 88).

# CAPITULO II

## CALIDAD DE SERVICIO (QOS)

La Calidad de Servicio (QoS) es la capacidad de una red para proveer garantía y control en la asignación de recursos y una diferenciación de servicios conforme a las aplicaciones que los soliciten. La ITU E.800 define a la Calidad de Servicio como el efecto global de las presentaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio (Romero Terner M. , 2009). En el RFC 2386 define a la Calidad de Servicio como el conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo (Romero Terner M. , 2009). Una red convergente debe soportar diferentes tipos de aplicaciones (Voz, Video, Datos, etc.) simultáneamente sobre una misma infraestructura IP, estas aplicaciones tienen diferentes características y requerimientos por ejemplo VoIP es sensible al retardo y al jitter. Sin importar el tipo de aplicación, múltiples flujos compiten por un limitado ancho de banda, los paquetes atraviesan múltiples dispositivos y link que añaden retardo, los paquetes en la red experimentan distintas cantidades de retardo y estos pueden ser desechados si un link está congestionado (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se describen los parámetros más importantes que enfrenta una red convergente.

El ancho de banda (Bandwidth) es la cantidad de datos que se transmite en un determinado tiempo mediante un circuito de comunicación. El ancho de banda de una ruta va a ser igual al ancho de banda más lento, en una red convergente múltiples flujos compiten por un mismo ancho de banda, lo que resulta que este, sea compartido para los diferentes flujos. La falta de ancho de banda puede tener un impacto en el rendimiento de la red (retardo, pérdida de paquetes, etc.). Existen varias soluciones frente a la falta de Ancho de Banda, una solución efectiva sería el incremento del mismo, pero esto resultara muy costoso. Se podría enviar paquetes importantes primero donde habría que clasificar, marcar el tráfico y desarrollar mecanismos adecuados de encolamiento. Y por último se podría usar compresión de los datos y las cabeceras en los diferentes protocolos que se usan en cada capa del modelo de red (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

El retardo End-to-End es igual a la suma de todos los retardos (retardo de procesamiento, encolamiento, serialización, propagación), en las redes de mejor esfuerzo (Best Effort) los retardos de serialización y transmisión son fijos, mientras que los retardos de encolamiento y de procesamiento son impredecibles. Las aplicaciones sensibles no admiten retardos grandes e impredecibles (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se describen todos los retardos que forman parte del retardo End-to-End.

- Retardo por Procesamiento: Es el tiempo tomado por un dispositivo desde que toma un paquete en la interfaz de entrada, luego lo examina y lo pone en la cola de paquetes en la interfaz de

salida (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

- Retardo por Encolamiento: Es el tiempo que un paquete pasa en la cola de salida de un dispositivo (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- Retardo por Serialización: Es el tiempo que le toma a un dispositivo poner todos los bits de un paquete en el medio de transmisión (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- Retardo de Propagación: Es el tiempo tomado por un paquete en atravesar el medio de transmisión de un enlace (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

## VARIACIÓN DEL RETARDO O JITTER

Se le denomina Jitter a la variación de los tiempos de retardo en los diferentes paquetes que conforman un mismo flujo de datos (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). Las causas que pueden generar un Jitter se describen a continuación.

- Paquetes de un mismo flujo son procesados, encolados, desencolados, etc., de manera independiente y diferente (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- En consecuencia cada paquete puede llegar al destino fuera de secuencia y con un retardo diferente cada uno (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- Para aplicaciones de tiempo real es esencial que en el destino los paquetes lleguen en el orden correcto y con la misma velocidad que fueron generados (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

- La solución para el jitter es la utilización de un buffer denominado de-jitter, siempre y cuando la variación de los retardos no sean muy grandes (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- En el destino, el de-jitter recibe los paquetes los re-ordena y los entrega a la aplicación de tiempo real con la frecuencia con la que fueron emitidos (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

### **PÉRDIDA DE PAQUETES (PACKET LOSS)**

La pérdida de paquetes sucede cuando un dispositivo de red no tiene más espacio en sus buffers para retener paquetes entrantes, cuando existe un reinicio (reset) de una interfaz, esta también ocasiona pérdida de paquetes. El protocolo de transporte TCP usa el mecanismo de Ventana Deslizante para enfrentar el problema de pérdida de paquetes. Las aplicaciones basadas en UDP reenvía todo el archivo ante una pérdida de paquete, esto tiende a congestionar más la red (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se muestra el impacto que se puede tener la pérdida de paquetes en determinado tipos de aplicaciones.

- Video Conferencia: La imagen se distorsiona, audio desfasado, etc. (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- VoIP: la comunicación es entrecortada (Pequeños periodos de silencio) (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).
- Transferencia de archivos: archivos dañados (Chafla, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

•

### **PROCOLOS USADOS EN CALIDAD DE SERVICIO (QOS)**

Un protocolo es la descripción formal de formatos de mensaje y de reglas que dos ordenadores deben seguir para intercambiar dichos mensajes. Un protocolo puede describir detalles de bajo nivel de las interfaces máquina-a-máquina o intercambios de alto nivel entre programas de asignación de recursos. A continuación se detallan protocolos usados para proveer calidad de servicio en una red convergente.

#### **RSVP (RESOURCES RESERVATION PROTOCOL)**

El protocolo RSVP es utilizado para reservar recursos en la red, este protocolo se emplea en el mecanismo de QoS IntServ. RSVP indica específicamente cuales son las necesidades de calidad de servicio que requiere el tráfico de una aplicación a lo largo de una ruta extremo a extremo a través de una red. Si cada dispositivo de red a lo largo del camino puede reservar el ancho de banda necesario, la aplicación de origen puede iniciar la transmisión (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)). IntServ requiere de varias funciones en los routers y conmutadores para la señalización extremo a extremo, a continuación se mencionan:

- Control de admisión para determinar si un nuevo flujo se puede conceder la QoS solicitada sin afectar las reservas existentes (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).
- Clasificación de reconocer los paquetes que necesitan determinados niveles de calidad de servicio (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).

- Monitoreo para tomar medidas, incluyendo paquetes posiblemente caídos, cuando el tráfico no se ajusta a sus características especificadas (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).
- Colas y programación para reenviar paquetes de acuerdo a las peticiones de calidad de servicio que se han concedido (CISCO, Resource Reservation Protocol (RSVP)).

### **MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)**

Mediante el protocolo MPLS se puede ofrecer servicios altamente escalables que son diferenciados en una conexión de extremo a extremo empleando una configuración muy simple. En el modelo OSI a nivel de capa 2, se analizan protocolos como Ethernet y SONET, estos pueden transportar paquetes IP, pero solo en redes punto a punto, sean estas LAN o WAN. La capa 3 del mismo modelo cubre todo el direccionamiento y enrutamiento a través del protocolo IP. MPLS se encuentra entre estas capas tradicionales, proporcionando características adicionales para el transporte de datos a través de la red (Steenbergen). Se podría decir que MPLS es un protocolo de capa 2.5 y estaría haciendo funciones de enlace de datos y red.

### **RTP (REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL)**

El protocolo RTP se establece en el cuándo el usuario ejecuta alguna tarea, por lo general va sobre UDP, ya que posee menor retardo que TCP. RTP no garantiza la entrega de todos los paquetes, ni la llegada de éstos en el instante adecuado. La función básica de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar tanto a un solo destino (unicast)

o múltiples destinos (multicast). Los paquetes son numerados de la siguiente manera: se le asigna a cada paquete un número mayor que su antecesor. Esto será útil para que la aplicación conozca si ha fallado algún paquete o no en la transmisión. Si ha fallado, al no tener un control de flujo, de errores, de confirmaciones de recepción ni de solicitud de transmisión, la mejor opción es la interpolación de los datos (Gil Cabezas, 2009).

Otra característica muy importante para las aplicaciones de contenido multimedia en tiempo real es el time-stamping (marcación del tiempo). La idea es permitir que el origen asocie una marca de tiempo con la primera muestra de cada paquete. Las marcas de tiempo son relativas al inicio del flujo, por tanto, solo importa las diferencias entre dichas marcas de tiempo. Con este planteamiento, el destino es capaz de almacenar un pequeño buffer e ir reproduciendo cada muestra el número exacto de milisegundos después del inicio del flujo reduciendo los efectos de la fluctuación y sincronizando múltiples flujos entre sí (Gil Cabezas, 2009). A continuación se muestra el encabezado RTP el cual está conformado por 3 palabras de 32 bits y algunas extensiones.

### **TIPOS DE TRÁFICOS**

Dentro de una red existen diferentes tipos de tráfico los cuales pueden converger a nivel de transmisión, de red o de aplicación. Estos tipos de tráficos tienen diferentes características que diferencia uno de otro. Por ejemplo existen tráficos que son orientados a las conexiones, sensibles al retardo, tolerante a la latencia y a la disponibilidad de la red, etc. (Medina, Trafico de Redes). A continuación mencionamos algunos tipos de tráficos que pueden existir en una red convergente:

- Voz / Fax.
- Datos de transacción.
- Datos cliente / servidor.
- Mensajería.
- Transferencia de archivos.
- Datos en lote
- Administración de red.
- Video conferencia.

A continuación se describirá alguno de los diferentes tipos de tráfico mencionados.

## DATOS

En una red los generadores de datos más usuales son los servidores Web, la transferencia de ficheros (FTP), las conexiones remotas (Telnet) y los chats (IRC). La mayoría de los servicios de comunicación se dan en redes TCP/IP (Internet). Estos servicios tienen un comportamiento diferente. El web, por ejemplo, se distingue por presentar una gran cantidad de diferencias, habitualmente de reducido tamaño (a menos que se esté navegando por una página de ficheros de sonido e imágenes grandes). FTP, por lo contrario, presenta largas transferencias de información (Rincón). Y así cada tipo de aplicación tiene una manera diferente de comportarse en una red.

## AUDIO

En este tipo de tráfico lo más habitual es que sea una señal de voz, se aprovechan las características de habla humana, que se presenta a ráfagas con silencios intercalados entre palabras y frases. Por ello lo más común es que los codificadores de voz (G.711 por ejemplo)

incorporen detectores de silencio, durante los cuales no se transmite información (Rincón).

Figura 20: Posible traza de una fuente de voz.

Fuente: (Rincón)

## VIDEO

El tráfico de video de tasa variable (VBR) es independiente del codificador usado. Presentan una cantidad no despreciable de correlaciones, a diferentes niveles (Línea, bloque, cuadro, escena). Los codificadores aprovechan la alta redundancia espacial y temporal de las señales de video para conseguir factores de compresión elevados. Las señales de video de estos codificadores son de tasa variable, estos repiten un esquema en el que aparecen imágenes codificadas a partir de las intra (que contiene toda la información del cuadro, denominadas I), e imágenes codificadas a partir de las intra por predicción (hacia delante o hacia atrás, denominados P y B). Los cuadros intra son los que provocan picos en la tasa de transmisión, ya que contienen mucha más información que los cuadros P y B (Rincón).

## MODELOS DE QoS

Calidad de Servicio (QoS) es un requisito que en la actualidad las redes lo exigen. La presencia de tráfico de VoIP y video en la misma infraestructura que se utiliza para el tráfico de datos requiere de la implementación de QoS para garantizar la correcta prestación de cada uno de los servicios. En la actualidad existen tres modelos para proporcionar calidad de servicio (Chaffa, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014). A continuación se detallan los modelos de QoS.

## MODELO BEST-EFFORT

En este modelo ningún mecanismo de QoS es aplicado, es usado por defecto en cualquier tipo de red. Los paquetes de voz, datos y video, etc., son tratados con la misma importancia (no hay diferenciación). A este tipo de modelo se lo compara con el servicio de correo tradicional. Este modelo tiene grandes beneficios ya que es de fácil implementación y de gran escalabilidad, aunque no tiene garantías para el tráfico y no diferencia el tipo de tráfico que cursa por la red (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

## MODELO SERVICIOS INTEGRADOS (IntServ)

Este modelo se basa en la reserva de recursos de red para proveer QoS, se basa en los mecanismos de señalización y manejo/reserva de recursos de red. Se denomina a IntServ como Hard-Qos porque provee garantías de ancho de banda (BW), delay, etc. las cuales son especificadas y predichas. RSVP (Resource Reservation Protocol) es un protocolo de señalización y se emplea para la reserva de recursos de red (hop-by-hop). IntServ simula al modelo de la PSTN (señalización y reserva de recursos durante toda la llamada), también provee múltiples servicios, uno por cada flujo de datos (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

Figura 21: Esquema General Router RSVP.

Fuente: (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

## MODELO SERVICIOS DIFERENCIADOS (DiffServ)

En este modelo la red reconoce las diferentes clases de tráfico y les aplica parámetros de QoS y fue diseñado para superar las limitaciones de los modelos Best-Effort e IntServ. DiffServ es llamado Soft-QoS

(no ofrece una garantía de QoS absoluta, pero es escalable). Este modelo es basado bajo el concepto de Clases de tráfico (que permite diferenciar el tipo de tráfico que cursa por la red) y PHB (que permite definir la política y la prioridad que se le debe aplicar a un paquete cuando atraviesa por un salto), PHB no requiere de señalización y es escalable, también este realiza una clasificación del tráfico y lo marca de acuerdo a su clases, de esta forma el nivel de servicio dependerá de la marca que tiene cada flujo (Chafra, Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP, 2014).

# CAPITULO III

## VOZ SOBRE IP

La voz sobre IP se define como una aplicación de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de comunicación de paquetes, convierte las señales de voz estándar en paquetes en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales, vía el protocolo IP (Internet Protocol; Protocolo de Internet). La ventaja real de esta tecnología es la transmisión de forma gratuita, ya que viaja como dato (Ramirez E, VoIP, 2014).

Normalmente cuando se habla de redes VoIP se piensa que la principal ventaja es el bajo costo en las llamadas a larga distancia, pero este no es justamente uno de los principales motivos por los cuales las redes VoIP son las mejores que las tradicionales analógicas (Ramirez E, Voz Digital, 2014). Los mayores beneficios de las redes de VoIP son las siguientes:

- Mayor eficiencia en el uso del ancho de banda y de la electrónica de red: Menores costos de transmisión. Las redes VoIP no utilizan ningún canal dedicado, estas comparten el ancho de banda de la red con otras aplicaciones.
- Gastos de red consolidados: Las aplicaciones de datos, voz y video convergen en el mismo hardware y soporte. Todas operan en una infraestructura común y bajo el mismo grupo de administradores.
- Incrementa la productividad: Los teléfonos IP Cisco son más

que simples teléfonos, con los teléfonos IP se puede acceder a los directorios de usuarios, a base de datos, es decir, que el teléfono se convierte en un sofisticado dispositivo de comunicación que permite ejecutar muchas aplicaciones en el propio terminal (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

- Acceso a nuevos dispositivos de comunicación: contrariamente a la telefonía analógica los teléfonos IP pueden comunicarse con dispositivos tales como PC, dispositivo de red, asistentes digitales, etc., a través de la conectividad IP (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

#### 2.4.2 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE VOZ SOBRE IP

La voz analógica empezó a ser digitalizada en los años 1960s, aunque la técnica para hacerlo había sido desarrollada desde los años 1930s, el esfuerzo y costo de realizar la digitalización era demasiado alto dados los recursos de la tecnología disponibles en esa época. Actualmente la digitalización de la voz es algo común, además esta debe ser paquetizadas para luego ser enrutada. A continuación se detallan cada una de estas funciones que son indispensables para un sistema de VoIP.

#### **DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ**

El proceso de digitalización que produce la voz PCM a 64 kbps se lleva a cabo en tres pasos básicos. Los pasos son:

- Muestreo: Para modelar una forma de onda arbitraria, lo primero que se debe hacer es establecer un conjunto de tiempos o instantes en que la onda va a ser muestreada. Una muestra es una toma instantánea de la onda en un momento dado. Típicamente, los intervalos de muestreo están espaciados regularmente a intervalos precisos, aunque no hay razón matemática para que este tiempo

de muestreo uniforme tenga que ser fijo, sino que es más sencillo hacerlo en esta forma. Está demostrado matemáticamente que si el muestreo de la onda se realiza con la frecuencia adecuada, la onda analógica de entrada puede ser reconstruida perfectamente en el extremo de recibo. Todo lo que se necesita hacer es usar un circuito electrónico para suavizar las muestras digitales generadas durante el proceso de muestreo (Ramirez E, Voz Digital, 2014). El teorema de Nyquist determina la velocidad mínima de muestreo de una señal analógica y señala que esta debe ser al menos el doble de la frecuencia más alta. La voz humana utiliza frecuencias entre 200 a 9000 Hz, el oído humano puede detectar entre 20 a 20000 Hz. Los sistemas tradicionales de telefonía fueron diseñados para frecuencias entre 300 a 3400 Hz. La velocidad de muestreo para digitalizar la voz fue definida en 8000 muestras por segundo, permitiendo frecuencias de hasta 4000 Hz (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

**Cuantización:** Las señales analógicas que producen voz PCM a 64 kbps son digitalizadas dos veces. Las muestras PAM son convertidas primero a una secuencia de 0s y 1s mediante el proceso de cuantización, luego son convertidas nuevamente a una forma apropiada para viajar grandes distancias a través de enlaces de comunicaciones digitales. También es posible cuantizar y luego usar un modem para enviar la voz digitalizada a través de un enlace análogo. La voz digital PCM a 64 kbps fue desarrollada para enlaces digitales llamados "Enlaces DS-0", "DS-0 Links". DS-0 significa nivel de señal digital o, digital level 0 y constituye la base fundamental de

todos los sistemas de multiplexación digital (Ramirez E, Voz Digital, 2014). La Cuantización es la representación de una muestra con un valor numérico (step), una escala de 256 steps es utilizada. Las muestras son redondeadas por arriba o por debajo a un step cercano, el redondeo introduce inexactitud (ruido por cuantificación) (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

**Codificación:** Cada muestra es codificada usando 8 bits (un bit de polaridad, 3 bits para el segmento y 4 bits para el step), el ancho de banda necesario para una llamada es de 64 kbps (8000 muestras por segundo de 8 bits cada una). Las redes de telefonía basadas en circuitos utilizan TDM para combinar múltiples canales de 64 kbps (DS-0) en una única línea física (Ramirez E, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL, 2014).

## COMPRESIÓN DE LA VOZ

Existen varios algoritmos de compresión de voz orientados a reducir los requerimientos de Ancho de Banda (BW) de una llamada de VoIP. Estos algoritmos varían según los siguientes parámetros (Chafra, CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL, 2014):

- Requerimiento de Ancho de Banda (BW).
- Degradación de la calidad de la voz que provocan.
- Retardo que introduce.
- Consumo de CPU por su complejidad.

Existen varios estándares para la compresión de la voz, la principal

organización de estandarización es la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que gobierna toda la telefonía internacional y tiene una gran influencia a nivel nacional en los diferentes países, ya que no tiene mucho sentido utilizar métodos totalmente diferentes dentro de cada país y preocuparse solo por la contabilidad con los circuitos internacionales (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

En el ITU, todos los estándares de voz digital son emitidos por el Grupo de Estudio 15 del ITU-t (Study Group SG 15) como parte de la serie G de recomendaciones (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

## ENRUTAMIENTO DE LOS PAQUETES

Para garantizar la interoperabilidad entre la red telefónica y las redes de transmisión de datos es necesario utilizar grupos de protocolos. Los protocolos asociados a la Voz IP se dividen en dos grupos: Protocolos de Señalización y Protocolos de Transporte (Ramirez E, VoIP, 2014).

## PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión. Existen algunos protocolos de señalización, que han sido desarrollados por diferentes fabricantes u organizaciones como la ITU o el IETF, y que se encuentran soportados por Asterisk (Ramirez E, VoIP, 2014). Algunos son:

- SIP (Session Initialization Protocol): Es un protocolo de

señalización (application-layer control) creado para administrar sesiones multimedia entre dos o más partes. Muchos se confunden pensando en que el protocolo SIP es quien transporta la voz propiamente dicha pero no es así, esta labor la realiza otro protocolo que veremos más adelante; de lo que sí se encarga SIP es de la comunicación necesaria para establecer una llamada, modificarla, así como para finalizarla (Ramirez E, VoIP, 2014).

- H.323: El estándar H.323, fue desarrollado por la ITU-T desde 1996, es un documento que describe el uso de un conjunto de especificaciones para el transporte de servicios de conferencia multimedia basados en paquetes. Puede ser aplicado, solo audio (telefonía IP), audio y datos, video y datos; en comunicaciones multimedio-multipunto. Originalmente pensado para comunicación multimedia dentro de una LAN, pero los fabricantes lo adoptaron para proporcionar servicios de voz sobre servicio de redes IP (Ramirez E, VoIP, 2014). H.323 define cuatro elementos fundamentales en la arquitectura de red que son: Terminales, pasarelas o gateways, gatekeepers y border elements y MCUs.

- MGCP (Media Gateway Control Protocol): Este protocolo define la comunicación entre los agentes de llamada y las pasarelas de telefonía, un agente de llamada es un dispositivo o un sistema de dispositivos, que implementa alguna aplicación de telefonía, así como un conmutador, un PBX (Private Branch Exchange) o un servidor CTI (Computer Telephone Integration) (Ramirez E, VoIP, 2014).

## PROTOCOLO DE TRANSPORTE

La información presencial se puede considerar como el estado de un

dispositivo en un instante particular, puede indicar si algún usuario está conectado, si está ocupado o incluso puede transmitir información de su posición geográfica por medio de coordenadas. Se requiere de un protocolo presencial cuando se piensa mantener una suscripción a largo plazo entre dispositivos que pueden o no estar disponibles en distintos momentos (Ramirez E, VoIP, 2014). A continuación se describen algunos de los protocolos para el transporte:

- UDP (User Datagram Protocol): Este protocolo de transporte proporciona un medio de transporte poco confiable pero de alta velocidad a través de Internet. El mensaje es transmitido sobre un datagrama UDP simple o paquete. Para los mensajes más largos existe una forma compacta de SIP que economiza espacio al representar algunos campos con un solo carácter. El puerto utilizado para la transmisión es escogido de un grupo de puertos sobre el 49152 o bien se utiliza el 5060 (Ramirez E, VoIP, 2014).

- TCP (Transmission Control Protocol): Provee transporte confiable sobre IP, utiliza una secuencia de números y mensajes de recibido para asegurar que cada bloque de datos (segmento) ha sido recibido. Los segmentos perdidos son re-transmitidos hasta que son recibidos correctamente. TCP representa un transporte confiable con un costo de complejidad y de retraso en la red. Se utiliza para mensajes con una extensión mayor a 1000 octetos (Ramirez E, VoIP, 2014).

- TLS (Transmission Layer Security): Es basado en el protocolo SSL (Secure Socket Layer) utilizado principalmente en navegadores de Internet y utiliza TCP para transporte. Se compone de dos partes: transporte y handshake. El primero provee un medio de

transporte confiable y privado ya que sus paquetes son encriptados. El segundo se utiliza para establecer la conexión, negociar las claves de encriptación y proveer autenticación. SIP aprovecha ambas ventajas de TLS sin embargo la encriptación y autenticación solo funcionan para conexiones de un salto (Ramirez E, VoIP, 2014).

- RTP (Real Time Transport Protocol): El objetivo de este protocolo es de proporcionar servicios de difusión de audio y video, videoconferencia y simulaciones en tiempo real de extremo a extremo en redes de paquetes, sin embargo no dispone de ningún mecanismo para asegurar la calidad de servicio, el proceso de transporte implica dividir en paquetes el flujo de bits que proporciona el codificador de señal, enviar dichos paquetes por la red y reensamblar el flujo de bits original en el destino (Ramirez E, VoIP, 2014).
- RTCP (Real Time Control Protocol): Este protocolo es una parte del RTP y está diseñado para trabajar en conjunto con RTP (RFC 1889/1890), los participantes periódicamente envían paquetes RTCP para proveer información sobre la calidad de la entrega de datos, proporciona servicios de control. Cada flujo RTP cuenta con información adicional proporcionada por RTCP utilizada para realizar un seguimiento de la calidad de la transmisión (Ramirez E, VoIP, 2014).
- RTSP (Real Time Streaming Protocol): El propósito del RTSP es el de establecer y controlar streams multimedia de audio y video, es un protocolo del nivel de aplicación, actúa como un control remoto de servidores multimedia. El protocolo RTSP es similar al HTTP en sintaxis y funcionamiento, se le diseñó así para utilizar la tecnología ya desarrollada por HTTP (Ramirez E, VoIP, 2014).

## COMPONENTES DE VoIP

Una red VoIP tiene que llevar a cabo diferentes funciones, algunas de ellas obligatorias y otras opcionales. Algunos dispositivos pueden realizar múltiples y simultáneas aplicaciones. A continuación se describen los principales componentes de una red de VoIP:

- Teléfonos: Pueden coexistir con los teléfonos analógicos, teléfonos PBX, teléfonos IP Cisco IP, etc. (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- Gateway: Interconectan los dispositivos que no necesariamente son accesibles desde una red IP, por ejemplo en una comunicación de un teléfono IP hacia una red de telefonía analógica (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- MCU: (Multipoint Control Units), es un componente de hardware de conferencia que combina los medios recibidos por los participantes de una videoconferencia y los devuelve hacia los otros (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- Servidores de aplicación y bases de datos: Estos están disponibles para cada una de las aplicaciones requeridas y opcionales dentro de la red de telefonía IP (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- GateKeepers: Es posible obtener dos tipos de servicios independientes como enrutamiento de llamadas resolviendo una llamada hacia un nombre o dirección IP, CAC (Call Admission Control) otorga permisos para intentar llevar a cabo la llamada (Ramirez E, Voz Digital, 2014).
- Agente de llamadas: En un modelo de control de llamadas centralizadas es necesario efectuar un enrutamiento de llamadas, resolución de direcciones, establecimiento de la llamada, etc., son

manejados por los CA (Call Agents) (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

- Terminales de video: Estos son necesarios para Videoconferencias (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

- DSP: Son dispositivos conversores de señales analógicas a señales digitales y viceversa, mediante la utilización de diferentes algoritmos de codificación y decodificación (Códec) (Ramirez E, Voz Digital, 2014).

## CAPITULO IV

## MARCO METODOLÓGICO

Actualmente las comunicaciones han logrado un avance significativo incorporando varios servicios sobre una misma infraestructura de red. La ventaja de tener una red convergente es que se la puede aprovechar para transmitir varios servicios por un mismo medio, pero hay que tener presente que esto causara congestión en la red y si no se tiene una buena infraestructura habrá lugares críticos en los cuales el tráfico de paquetes colapsará por completo. Por tal motivo hay que trabajar con los estándares de calidad, cableado y equipamiento que se debe implementar para aplicar políticas de calidad de servicio en una infraestructura de red convergente. Las redes de comunicación se han convertido en un factor económico en muchos países del mundo, su infraestructura es crítica para el intercambio de información ya que actúa como principal catalizador en el intercambio de relaciones económicas, sociales, culturales, etc. a través de los rápidos cambios tecnológicos y la proliferación de una gama de nuevos servicios (Jaydip Sen; Tata Consultancy Services Ltd., 2009).

El presente trabajo consiste en proponer un modelo de red basado en los servicios convergentes transmitidos por medios guiados en el que se deberá priorizar el tráfico de los paquetes sensibles al retardo. En la actualidad la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” posee una arquitectura de red donde su backbone es de fibra óptica el mismo que interconecta todas las facultades y oficinas administrativas de la institución. La ESPAM-MFL

posee ocho carreras en las cuales trabajan personas que se dedican a labores administrativas y de dirección, además existen dos institutos de Informática e Idiomas y edificios como la Biblioteca, Dirección de posgrado, Departamento financiero, Rectorado y Vicerrectorado, etc., los cuales pueden causar un consumo de red elevado. La mayor parte de la infraestructura de la ESPAM-MFL esta interconectada por fibra óptica, un sistema de comunicación de fibra óptica posee cierta ventaja sobre otro sistema. Estas ventajas incluyen una mayor capacidad de transporte de información, mínimas pérdidas, menor costo por bit, aislamiento eléctrico, pequeño tamaño y peso, y robustez del medio ambiente (Downing, 2004).

El nuevo modelo de infraestructura de red convergente se basara en aplicar un mecanismo de Calidad de Servicio (QoS) que sea capaz de priorizar el tráfico, el mismo que deberá ofrecer las garantías para un ancho de banda mínimo a paquetes sensibles al retardo de tal forma que los paquetes de telefonía IP sean recibidos con variaciones mínimas des su origen. El análisis de la infraestructura cableada actual que posee la institución permitirá ver cuáles son los puntos críticos de congestión de paquetes, también ayudara a determinar si los equipos y medios de transmisión son lo suficientemente aptos para la incorporación de del servicio de telefonía IP o la incorporación de más usuarios en la red.

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, Voz IP, VoIP, VoIP (por sus siglas en inglés, Voice over IP), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto

significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como las redes PSTN (sigla de Public Switched Telephone Network, Red Telefónica Pública Conmutada) (SERVICOM, n.d.).

Las ventajas más importantes que se puede mencionar al implementar un servicio de telefonía IP en una plataforma de red es que: una llamada de telefonía con VoIP es mucho más económica que una llamada telefónica convencional, permite la comunicación con: (dispositivos virtuales, portátiles, móviles, etc.) en cualquier lugar del planeta, mediante los IVR se puede ingresar a menús interactivos y realizar consultas dinámicas, se puede integrar o es compatible con líneas de operadores locales como CNT, TV-Cable, etc. (SERVICOM, n.d.).

Una red convergente es construida sobre una arquitectura de red funcional y basada en IP, la misma que ofrece un sistema abierto de protocolos mundialmente aceptado. Las redes convergentes o redes de multiservicio hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red (Mejía Fajardo, 2004).

La importancia de este proyecto se enfoca en realizar un estudio de soluciones de telefonía IP en la red cableada de la ESPAM – MFL, para ello es necesario tener hacer un levantamiento de información acerca de la infraestructura de red que posee esta institución, también habría que determinar los tipos de tráfico que convergen en la red para estimar un ancho de banda adecuado para ellos, realizar el dimensionamiento de los enlaces con la incorporación de equipos

y medios de transmisión que cumplan con normas de calidad para el mejor desempeño de la red convergente, por ultimo habría que proponer un modelo de red aplicado políticas de calidad de servicio que garantice el tráfico de la solución de telefonía IP. La calidad de servicio comprende requerimientos en todos los aspectos de una conexión de red como: Tiempo de respuesta de los servicios, pérdidas, relación señal a ruido (S/N), diafonías, eco, interrupciones, niveles de sonidos, etc. (OECD Ministerial Meeting, 2008).

Esto nos lleva a revisar que a principio de la década de los 80, las edificaciones se construían tomando en cuenta pocas especificaciones relacionadas con los servicios de comunicaciones que operarían en la misma edificación. Las empresas de telefonía se encargaban de hacer su tendido de cable en el momento de la construcción, los sistemas para la transmisión de datos eran instalados una vez que la edificación entraba en funcionamiento y sus departamentos eran ocupados. Fue entonces cuando en 1985 se organizan comités técnicos para desarrollar estándares para cableado de telecomunicaciones, cuyo trabajo final se presentó el 9 de julio de 1991. Dentro de los estándares para cableado estructurado se debe considerar varios aspectos, uno de ellos es que las remodelaciones en los edificios son constantes por lo tanto los sistemas de telecomunicaciones deben ser dinámicos y las tecnologías y el equipamiento puede cambiar por completo, además se debe tener en cuenta que las telecomunicaciones involucra varios servicios como lo es la transferencia de datos, tráfico de internet, transmisión de audio y video, servicios de consultas a bases de datos, etc. (Carrera Valle, 2010).

Las plataformas de redes cableadas utilizan altas capacidades de medios físicos como la fibra óptica y el uso general de protocolos basados en IP para soportar un triple play de los servicios de voz, video y datos. En el dominio inalámbrico, aunque con cierto retraso, se observa una tendencia similar de aumento de capacidad y proporcionan una gama de servicios en una infraestructura de red centrada en una IP común (Lehr & Chapin, 2013).

CISCO propuso la siguiente solución para la reducción de Costos y Conectividad Total en la empresa Agricom que se encargaba de la producción y exportación de frutas, dicha solución consistió en la implementación del sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco con base en telefonía IP (voz, datos y video). Este proporciona una plataforma redundante (Call Manager) que controla las llamadas y habilita herramientas como las conferencias MeetMe, en este caso para 15 usuarios, con enrutamiento mejorado de llamadas, capacidades de espera y seguridad incrementada (CISCO, AGRICOM Y TELEFONIA IP).

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, desde que se constituyó como empresa pública al servicio de la ciudadanía, en enero de 2010, ha evolucionado y se ha robustecido. En la actualidad, dispone de una moderna plataforma tecnológica que hace posible la transmisión de voz, datos y video, de manera segura y con óptima calidad, que certifica la prestación de servicios convergentes de telecomunicaciones a bajo costo, al alcance de amplios sectores sociales: urbanos, rurales, residenciales comerciales, institucionales y empresariales (CNT, n.d.).

Para la realización del libro se busco como abjetivo principal realizar un estudio de soluciones de telefonía IP y servicios convergentes sobre redes cableadas para optimizar el tráfico de paquetes sensibles al retardo en la ESPAM MFL.

Para lo que se aplico el analisis de la infraestructura de red y la eficacia actual de enlaces cableados.

La determinación del el tráfico sin garantías de calidad de servicio o de mejor esfuerzo, al mismo tiempo el tráfico de paquetes aplicando calidad de Servicio para cada una de las carreras de la ESPAM MFL. Aplicar políticas de calidad de servicio QoS y control de ancho de banda para comprobar el tráfico de paquete en la red cableada.

Realizar el dimensionamiento de los enlaces y coberturas de la red cableada con el nuevo modelo de infraestructura de red convergente. Proponer un nuevo modelo de infraestructura de red aplicando políticas de Calidad de Servicio en la red convergente.

Identificada la problemática para el libro y realizada la revisión bibliográfica necesaria para aplicar el estudio se aplica la técnica de la observación, también se empleó varios instrumentos como una ficha digital realizada en la hoja de cálculo para cuantificar las necesidades de la red y determinar los diferentes tipos de consumo de la red actual en el campus Politécnico de la ESPAM – MFL, estas fichas se muestran en el Anexo número 1 y 2.

Para realizar la selección de la muestra se especificaron diversos criterios útiles en cada oficina, aula o laboratorio que cubre la red cableada tales como el número de conexiones de red existente, es

estado de ellas, la necesidad o no de telefonía IP, el tipo de cable utilizado en la toma de red, entre otros. Esto ayudó a determinar el número de posibles usuarios para el servicio de telefonía IP, además se pudo saber si la red actual cumple con las normativas vigentes de cableado estructurado y a establecer la agregación de más tomas de red según las necesidades de cada lugar visitado.

Se logró establecer los diferentes tipos de servicios que normalmente recurren los usuarios en la red y poder determinar el consumo de ancho de banda para cada servicio establecido en la red.

Lo que nos lleva a concluir que el levantamiento de información que se hizo, la red cableada cumple con estándares vigentes, la fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125  $\mu\text{m}$  soportaría la hora pico con la transmisión de voz y datos, al tener que transmitir voz, siendo este sensible al retardo.

Los 80 MB que hay de ancho de banda del servicio de Internet que ofrece el proveedor de CNT abastece la demanda del consumo de internet, se puede satisfacer el servicio de navegación preferencial para cada usuario en todos los edificios del Campus Politécnico.

Se han establecido dos tipos de clases en las cuales se puede diferenciar los diferentes tipos de tráfico para la LAN como son: clase voice-in que tiene encolamiento DSCP EF para priorizar el tráfico de voz según el filtrado de paquetes en el puerto 5060 por una ACL, también se creó la clase email-in con un encolamiento DSCP AF41 para garantizar el ancho de banda del tráfico SMTP.

En las interfaces de salida donde interconecta las diferentes redes del campus politécnico, se han definido tres clases: la clase

voice-out con una prioridad de tráfico de 2000 kbps, se determinó ese valor escogiendo el ancho de banda máximo requerido en la telefonía IP en todo el campus politécnico que es de 0,24 MB que sería igual a  $0,24 \text{ MB} \times 1000 \text{ KB} \times 8 \text{ bits} = 1920 \text{ Kbps}$ , también se creó la clase email-out en la cual se garantiza un ancho de banda de 600 Kbps que se sacó sumando 22,18 Kbps del servicio de correo electrónico más los 549,33 Kbps del servicio de transferencia de archivos, por último se emplea la clase class-default con ancho de banda fair-queue para que le asigne al tráfico Best Effort el ancho de banda que sobra.

El tráfico total estimado en la hora pico para el nuevo modelo de red convergente es 68,92 MB, este se sacó sumado 67,69 MB de los servicios de internet más 1,23 MB del servicio para telefonía IP que llevados a Kbps serían igual a  $68,92 \text{ MB} \times 1000 \text{ KB} \times 8 \text{ bits} = 689,75 \text{ Kbps}$ .

Recomendando mejorar el cableado estructurado para las conexiones que van desde cada uno de los Router al Switch de distribución, se podría utilizar UTP Categoría 6a ya que este cable tiene velocidades que van de 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps.

Realizar una reestructuración de los 80 MB de ancho de banda de internet para que equitativamente sea repartido a las diferentes edificaciones dependiendo del número de usuarios. El autor propone la siguiente distribución.

□ Se debe tomar en cuenta que los enlaces cableados más distante como los que hay desde la red de Agroindustrias a la red de Agrícola que es aproximadamente de 1051 Metros y el otro enlace

que hay desde la red de Veterinaria hasta la red de Biblioteca que es de 807 Metros. Se debería utilizar regeneradores ópticos a la mitad de cada uno de estos enlace ya que la fibra óptica utilizada puede transmitir a 1Gbps en distancias de hasta 500 metros.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

Mejia Fajardo, A. (s.f.). Redes Convergentes. (Fundacion Dialnet) Recuperado el 2016 de 02 de 20, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2332462>

CNT. (s.f.). Corporacion Nacional De Telecomunicaciones. (Gobierno Nacional de la República de Ecuador) Recuperado el 2016 de 02 de 24, de [http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=192&Itemid=17](http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=17)

Carrera Valle, S. G. (2010). DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO Y DE LA RED WIRELESS LAN PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO EDUCADORES DE TUNGURAHUA. AMBATO: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/116/1/t537e.pdf>

Jaydip Sen; Tata Consultancy Services Ltd. (07 de 2009). CONVERGENCE AND NEXT GENERATION NETWORKS. Recuperado el 10 de 03 de 2016, de CONVERGENCE AND NEXT GENERATION NETWORKS: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1012/1012.2524.pdf>

Downing, J. N. (2004). Fiber Optic Communications. Cengage Learning.

OECD Ministerial Meeting. (17 de 06 de 2008). Convergence and Next Generation Networks. Obtenido de Convergence and Next Generation Networks: <http://www.oecd.org/sti/ieconomy/40761101.pdf>

Lehr, D. W., & Chapin, J. M. (03 de 2013). On the Convergence of

Wired and Wireless Access Network Architectures. Obtenido de On the Convergence of Wired and Wireless Access Network Architectures: [https://www.researchgate.net/publication/222579239\\_On\\_the\\_convergence\\_of\\_wired\\_and\\_wireless\\_access\\_network\\_architectures](https://www.researchgate.net/publication/222579239_On_the_convergence_of_wired_and_wireless_access_network_architectures)

Butler, J., & Morrow, M. (2015). IP Networks and Their Evolution. Obtenido de IP Networks and Their Evolution: [https://www.itu.int/osg/spu/tnt/Documents/Day\\_one\\_afternoon/BUTLER.pdf](https://www.itu.int/osg/spu/tnt/Documents/Day_one_afternoon/BUTLER.pdf)

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). Redes de Computadoras (Quinta ed.). Mexico: PEARSON.

Audin, G. (01 de 10 de 2004). Architectures For Convergence. Obtenido de Architectures For Convergence: [http://www.tmcnet.com/channels/sip/sip-articles/bcr\\_audin\\_architecture.pdf](http://www.tmcnet.com/channels/sip/sip-articles/bcr_audin_architecture.pdf)

CISCO. (s.f.). Multiprotocol Label Switching (MPLS). Recuperado el 22 de 05 de 2016, de Multiprotocol Label Switching (MPLS): <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html>

Mejía Fajardo, Á. M. (14 de 11 de 2004). Ciencia e Ingeniería Neogranadina, CONVERGED NETWORKS. (U. M. Granada, Ed.) Recuperado el 27 de 05 de 2016, de CONVERGED NETWORKS: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101407.pdf>

Muscatello, J., Martin, J., Wibowo, & 250, I. (20 de 04 de 2005). Wired and Wireless Networks. Obtenido de Wired and Wireless Networks: <https://www.iup.edu/>

Avila, K. (s.f.). Almacenamiento Magnetico. Recuperado el 02 de 06 de 2016, de Almacenamiento Magnetico: <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-son-dispositivos-de-almacenamiento-magnetico/>

Pinzón, C. C. (s.f.). Medios de Transmisión. Recuperado el 02 de 06 de 2016, de Medios de Transmisión: <https://www.emaze.com/@ALQITC/Medios-de-Transmision>

NEOTEO. (25 de 02 de 2010). Utilizando la red eléctrica para transmitir datos. Obtenido de Utilizando la red eléctrica para transmitir datos: <http://www.neoteo.com/19058-utilizando-la-red-electrica-para-transmitir>

Romero Ternero, M. (2009). Calidad de Servicio (QoS) en redes. Obtenido de Calidad de Servicio (QoS) en redes: <http://www.dte.us.es/personal/mcromero/masredes/docs/SMARD.0910.qos.pdf>

CISCO. (s.f.). Resource Reservation Protocol (RSVP). Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Resource Reservation Protocol (RSVP): <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/resource-reservation-protocol-rsvp/index.html>

CISCO. (s.f.). Multiprotocol Label Switching. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Multiprotocol Label Switching: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html>

Steenbergen, R. A. (s.f.). MPLS for Dummies. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de MPLS for Dummies: <https://www.nanog.org/meetings/nanog49/presentations/Sunday/mpls-nanog49.pdf>

Medina, Y. (s.f.). Trafico de Redes. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de Trafico de Redes: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/TraficoRedes.pdf>

Rincón, R. D. (s.f.). INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE TRÁFICO PARA REDES DE BANDA ANCHA. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE TRÁFICO PARA REDES

DE BANDA ANCHA: <file:///C:/Users/frank/Downloads/178762-240392-1-PB.pdf>

Chafla, J. F. (9 de 01 de 2014). Calidad de Servicio (QoS) en Redes TCP/IP. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ramirez E, D. (2014). CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ramirez E, D. (2014). Voz Digital. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ramirez E, D. (2014). VoIP. Quito, Pichincha, Ecuador.

CISCO. (s.f.). Preguntas frecuentes sobre MPLS para principiantes. Recuperado el 16 de 06 de 2016, de Preguntas frecuentes sobre MPLS para principiantes: [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1023/1023775\\_mpls\\_faq\\_4649.pdf](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1023/1023775_mpls_faq_4649.pdf)

Prado, A. (2013). REDES DE BANDA ANCHA (MPLS). Quito, Pichincha, Ecuador.

TAPASCO GARCIA, M. O. (2008). MPLS, EL PRESENTE DE LAS REDES IP. Obtenido de MPLS, EL PRESENTE DE LAS REDES IP: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1311/1/0046T172.pdf>

Gómez Valdivia, J. R. (10 de 06 de 2005). MPLS Y SU APLICACIÓN EN REDES PRIVADAS VIRTUALES (L2VPNs Y L3VPNs). Obtenido de MPLS Y SU APLICACIÓN EN REDES PRIVADAS VIRTUALES (L2VPNs Y L3VPNs): [http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT083\\_MolinerPena.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/IT083_MolinerPena.pdf)

Delfino, A., Rivero, S., & San Martín, M. (s.f.). Ingeniería de Tráfico en Redes MPLS. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de Ingeniería de Tráfico en Redes MPLS: [http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria\\_de\\_Trafico\\_en\\_Red\\_MPLS.pdf](http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria_de_Trafico_en_Red_MPLS.pdf)

Fjellskål, E. B., & Solberg, S. (05 de 2002). Evaluation of Voice over

MPLS (VoMPLS) compared to Voice over IP (VoIP) . Obtenido de Evaluation of Voice over MPLS (VoMPLS) compared to Voice over IP (VoIP): [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/137386/master\\_ikt\\_2002\\_fjellskaal.pdf?sequence=1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/137386/master_ikt_2002_fjellskaal.pdf?sequence=1)

CISCO. (26 de 07 de 2002). Multiprotocol Label Switching (MPLS) on Cisco Routers. Obtenido de Multiprotocol Label Switching (MPLS) on Cisco Routers: [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12\\_0s/feature/guide/fs\\_rtr22.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_0s/feature/guide/fs_rtr22.html)

CISCO. (s.f.). Cisco 7200 Series Routers. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de Cisco 7200 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/7200-series-routers/index.html>

CISCO. (s.f.). Cisco 12000 Series Routers. Recuperado el 19 de 06 de 2016, de Cisco 12000 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/12000-series-routers/index.html>

CISCO. (s.f.). Cisco 7500 Series Router. Recuperado el 19 de 06 de 2016, de Cisco 7500 Series Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7500-series-routers/product\\_data\\_sheet0900aecd800f5542.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7500-series-routers/product_data_sheet0900aecd800f5542.html)

CISCO. (s.f.). Cisco 10720 Internet Router. Recuperado el 22 de 06 de 2016, de Cisco 10720 Internet Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/10720-router/product\\_data\\_sheet09186a0080091b6b.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/10720-router/product_data_sheet09186a0080091b6b.html)

CISCO. (s.f.). Cisco 10000 Series Routers. Recuperado el 22 de 06 de 2016, de Cisco 10000 Series Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/10000-series-routers/index.html>

Romero Ternero, M. (2004). Seguridad en redes y protocolos asociados. Obtenido de Seguridad en redes y protocolos asociados:

<http://www.dte.us.es/personal/mcromero/docs/ip/tema-seguridad-IP.pdf>

MULTICOM. (s.f.). Cat5 vs Cat6 Cable. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de Cat5 vs Cat6 Cable: <http://www.multicominc.com/training/technical-resources/cat5-vs-cat6-cable/>

Telecomunicaciones, U. I. (16 de 03 de 2011). Recomendación G.651. Obtenido de Recomendación G.651: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.651/es>

Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. (2005). ETSI EG 202 057-4 V1.1.1. Sophia Antipolis Cedex: ETSI.

OPTRAL. (09 de 12 de 2009). Fibra óptica: Velocidad de transmisión y longitud de enlace. Obtenido de Fibra óptica: Velocidad de transmisión y longitud de enlace: <http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Alcance%20fo.pdf>

MikroTik. (s.f.). Product specifications RB1100AHx2. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Product specifications RB1100AHx2: <http://routerboard.com/about>

Cisco. (s.f.). Cisco 1900 Series Integrated Services Routers. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Cisco 1900 Series Integrated Services Routers: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/1900-series-integrated-services-routers-isr/index.html>

QPCOM. (s.f.). Gigabit Ethernet Switch. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de Gigabit Ethernet Switch: [http://www.qpcom.com/Portals/116/web2/CATALOGO/CATALOGO%20ESPANOL/QP7024B\\_Spec.pdf](http://www.qpcom.com/Portals/116/web2/CATALOGO/CATALOGO%20ESPANOL/QP7024B_Spec.pdf)

TP-LINK. (s.f.). USER GUIDE TL - SL5428. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de USER GUIDE TL - SL5428: <http://www.tp-link.com/resources/software/20081219163917.pdf>

NETWORKS, S. (s.f.). SG500X-48 CISCO MANAGED SWITCH. Recuperado el 07 de 08 de 2016, de SG500X-48 CISCO MANAGED SWITCH: <http://www.storagenetworks.com/products/network/cisco/switches/sg500x-48.php>

Medina, Y. (s.f.). TELEPROCESO Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS. Recuperado el 08 de 08 de 2016, de TELEPROCESO Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/TraficoRedes.pdf>

Huston, G. (07 de 2001). Best Efforts Networking. Obtenido de Best Efforts Networking: <http://www.potaroo.net/ispcol/2001-09/2001-09-best.pdf>

Chafra, J. F. (11 de 01 de 2014). Clasificación y Marcaje. Quito, Pichincha, Ecuador.

Cisco. (13 de 03 de 2015). Cisco MWR 2941-DC Mobile Wireless Router. Obtenido de Cisco MWR 2941-DC Mobile Wireless Router: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/mwr-2900-series-mobile-wireless-routers/data\\_sheet\\_c78-419853.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/mwr-2900-series-mobile-wireless-routers/data_sheet_c78-419853.html)

Elastix. (s.f.). Información de Elastix. Recuperado el 28 de 08 de 2016, de Información de Elastix: <http://www.elastix.org/informacion/>

Fajardo, M., & Marcela, Á. (01 de 05 de 2012). Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Obtenido de Ciencia e Ingeniería Neogranadina: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101407.pdf>

Gil Cabezas, J. (2009). PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL. Recuperado el 11 de 06 de 2016, de PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL: <http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>

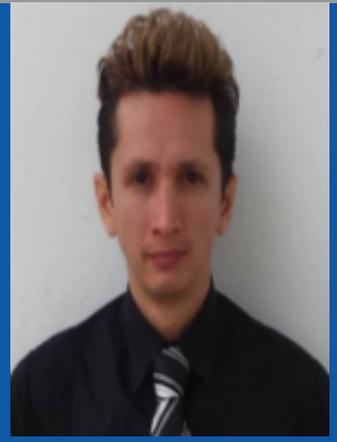
CISCO. (s.f.). AGRICOM Y TELEFONIA IP. Recuperado el 03 de

01 de 2016, de [http://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_mx/solutions/small-business/Historia\\_Agricom.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/small-business/Historia_Agricom.pdf)

SERVICOM. (s.f.). SERVICOM "TECNOLOGIA A SU SERVICIO". (SERVICOM) Recuperado el 2016 de 02 de 20, de SERVICOM "TECNOLOGIA A SU SERVICIO": <http://pt.slideshare.net/danielmiyagi/fundamentos-de-telecomunicaciones-33872144>

Chafra, J. F. (2014). CODIFICACION BASICA DE VOZ: CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL. Quito, Pichincha, Ecuador.

Chafra, J. F. (01 de 09 de 2014). CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA. Quito, Pichincha, Ecuador.



Frank Aquino Cornejo Moreira, Docente del Centro de Aprendizaje y Aplicaciones Informáticas de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, con funciones de: Impartir cursos a estudiantes de todas las Carreras y al sistema de Admisión y Nivelación de la universidad. Formación profesional: Ingeniero en Informática, Master en Redes de Comunicación. Docente especializado en materias de: Redes de datos, Teleinformática, Estructura de datos, base de datos, Programación de sistemas Operativos, Programación Orientada a Objetos, Programación Web.

Cristhian Gustavo Minaya Vera, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí en su Extensión en Chone Carrera Ingeniería en Sistemas, con funciones de: Responsable de Prácticas y Pasantías de las Carreras Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Civil, Tutor académico, Tutor de Trabajo de Titulación y Miembro de Proyectos de Vinculación. Formación profesional: Licenciado en Informática, Master en Educación Informática. Docente especializado en materias de: Estructura de datos, Programación Orientada a Objetos, Programación Web, Programación Móvil, Herramientas CASE, Sistemas Distribuidos entre otras.

Jorge Luis Moreira Calderón, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí en su Extensión en Chone, Carrera Ingeniería en Sistemas, con funciones de: Responsable de la comisión de investigación del área técnica, Tutor académico, y docente de la materia de redes de computadoras I y II. Formación profesional: Ingeniero en Informática, Master en redes de comunicaciones. Docente especializado en el campo de las redes de comunicaciones y de forma específica en: Redes LAN, WAM, Satélite, redes celulares, inalámbricas, seguridad y gestión de redes, con visión a las tendencias tecnológicas, dominio de los aspectos técnicos y de la aplicación de la tecnología en el entorno nacional e internacional.

ISBN: 978-9942-750-08-2



9 789942 750082