

**ESTUDIO, IMPLEMENTACION Y ANALISIS DE TRÁFICO DE UNA RED VOIP BAJO  
EL PROTOCOLO SIP**

**ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRONICÁ  
BUCARAMANGA**

**2008**

**ESTUDIO, IMPLEMENTACION Y ANALISIS DE TRÁFICO DE UNA RED VOIP BAJO  
EL PROTOCOLO SIP**

**ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el titulo de  
Ingeniero Electrónico**

**Director de tesis**

**PhD. JHON JAIRO PADILLA AGUILAR**

**Ingeniero Electrónico**

**BUCARAMANGA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRONICÁ**

**2008**

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bucaramanga, 17 de Octubre del 2008

A mis padres, Faustino Alarcón, mi madre Graciela Quigua, por su gran apoyo recibido.

A mis hermanos William, Fausto, Angélica.

**ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jhon Jairo Padilla Aguilar, director del proyecto, por su apoyo durante la realización de este mismo, y por todo el conocimiento recibido durante el proceso de formación de la ingeniería electrónica.

A la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga por ser la institución que me acogió durante estos años y de la que he recibido una formación integral que me ha permitido convertirme en un profesional.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron pendientes e hicieron aportes de diferentes formas durante la ejecución de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                          | Pág. |
|------------------------------------------|------|
| <b>I. INTRODUCCION</b>                   | 01   |
| OBJETIVOS                                | 02   |
| <b>II. MARCO TEORICO</b>                 | 03   |
| 1. ARQUITECTURA DE UNA RED VOIP          | 03   |
| 1.1COMPONENTES HARDWARE DE UNA RED VOIP  | 04   |
| 1.1.1 SOFTSWITCH                         | 04   |
| 1.1.2 SWITCH                             | 05   |
| 1.1.3 ROUTER                             | 05   |
| 1.1.4 GATEWAY                            | 06   |
| 1.1.5 SOFTPHONE PC                       | 06   |
| 1.1.6 TELÉFONO ANALOGO                   | 07   |
| 1.1.7 TELEFONO IP                        | 07   |
| 1.2 COMPONENTES SOFTWARE DE UNA RED VOIP | 08   |
| 1.2.1 SOFTWARE ELASTIX                   | 08   |
| 1.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE ELASTIX       | 08   |
| 1.2.1.2 INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN WEB   | 08   |
| 1.2.2 PROGRAMA IDEFISK                   | 09   |
| 1.2.3 ANALIZADOR DE PROTOCOLOS WIRESHARK | 09   |
| 1.2.3.1 FUNCIONAMIENTO DE WIRESHARK      | 10   |
| 2. MODELO OSI PARA PROTOCOLOS VOIP       | 11   |
| 2.1 CAPA FISICA                          | 11   |
| 2.2 CAPA ENLACE                          | 12   |

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3 CAPA DE RED                                                | 12        |
| 2.4 CAPA DE TRANSPORTE                                         | 12        |
| 2.4.1 PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL (RTP)             | 12        |
| 2.4.2 PROTOCOLO DATAGRAMA DE USUARIO (UDP)                     | 13        |
| 2.4.3 PROTOCOLO DE CONTROL EN TIEMPO REAL                      | 13        |
| 2.5 CAPA DE SESION                                             | 13        |
| 2.6 CAPA DE PRESENTACION                                       | 13        |
| 2.6.1 CÓDEC G.729                                              | 13        |
| 2.6.2 CÓDEC G.711                                              | 14        |
| 2.7 CAPA DE APLICACIÓN                                         | 14        |
| <b>III. METODOLOGIA DE LA TESIS</b>                            | <b>15</b> |
| 3. DESARROLLO DE LA TESIS                                      | 15        |
| 3.1 ARQUITECTURA VOIP CONSTRUIDA EN EL LABORATORIO             | 15        |
| 3.1.1 CONFIGURACION DE EQUIPOS DE LA RED VOIP                  | 16        |
| 3.1.2 CONFIGURACION DEL SWITCH 5500                            | 16        |
| 3.1.3 CONFIGURACION DEL GATEWAY                                | 17        |
| 3.1.4 CONFIGURACION DEL PC                                     | 17        |
| 3.2 PROTOCOLO DE INICIO DE SESION (SIP)                        | 18        |
| 3.2.1 DEFINICION DE SIP                                        | 18        |
| 3.2.2 CARACTERISTICAS DE LA CREACIÓN Y TERMINACIÓN DE SESIONES | 18        |
| 3.2.3 FUNCIONAMIENTO DE SIP                                    | 19        |
| 3.2.4 TIPO DE MENSAJE SIP                                      | 20        |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 3.2.5 CAMPOS DE ENCABEZADOS DE UN MENSAJE SIP  | 20 |
| 3.3 FASES DE UNA SESIÓN SIP                    | 21 |
| 3.3.1 INICIO DE UNA SESION                     | 21 |
| 3.3.2 RESPUESTA DEL SERVIDOR ELASTIX           | 22 |
| 3.3.3 INVITACION DEL SERVIDOR AL AUS           | 23 |
| 3.3.4 RESPUESTA DEL AUS                        | 24 |
| 3.3.5 REPUESTA DEL SOFTSWITCH AL AUC           | 25 |
| 3.3.6 RESPUESTA DEL AUS                        | 26 |
| 3.3.7 RESPUESTA DEL SOFTSWITCH                 | 27 |
| 3.3.8 RESPUESTA DEL AUC                        | 28 |
| 3.3.9 TERMINACION DE UNA SESION                | 29 |
| 3.3.10 RESPUESTA DEL BYE                       | 30 |
| 4. CABECERAS DE LOS PROTOCOLOS VOIP            | 31 |
| 4.1 TAMAÑO DE LAS CABECERAS                    | 32 |
| 4.2 CABECERAS DE LOS PROTOCOLOS USADOS EN VOIP | 32 |
| 4.2.1 CABECERA DEL PROTOCOLO RTP               | 32 |
| 4.2.2 CABECERA DEL PROTOCOLO UDP               | 33 |
| 4.2.3 CABECERA DEL PROTOCOLO IP                | 34 |
| 4.3 ANCHO DE BANDA TEÓRICO                     | 35 |
| 5. TOMA DE MUESTRAS DE TRAFICO VOIP            | 36 |
| 5.1 INTRODUCCION                               | 36 |
| 5.2 ARQUITECTURA DE RED UTILIZADA              | 37 |
| 5.3 EXPERIMENTO 1: UN FLUJO VOIP               | 38 |
| 5.3.1 CONDICIONES DE LA PRUEBA                 | 38 |
| 5.3.2 RESULTADOS OBTENIDOS                     | 38 |
| 5.3.3 DIAGRAMA DE MENSAJES PARA 1 LLAMADA VOIP | 39 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 5.3.3.1 COMPORTAMIENTO DEL PROTOCOLO SIP         | 40 |
| 5.3.3.2 COMPORTAMIENTO DEL PROTOCOLO RTP         | 41 |
| 5.3.3.3 COMPORTAMIENTO DEL PROTOCOLO UDP Y SDP   | 41 |
| 5.3.4 OTRAS HERRAMIENTAS DEL WIRESHARK PARA VOIP | 41 |
| 5.3.4.1 REGISTRO DE LLAMADAS VOIP                | 41 |
| 5.3.4.2 CODIFICACIÓN DEL PAQUETE RTP             | 42 |
| 5.4 EXPERIMENTO 2: 2 FLUJOS VOIP                 | 42 |
| 5.4.1 CONDICIONES DE LA PRUEBA                   | 42 |
| 5.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 43 |
| 5.5 EXPERIMENTO 3: 3 FLUJOS VOIP                 | 44 |
| 5.5.1 CONDICIONES DE PRUEBA                      | 44 |
| 5.5.2 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 44 |
| 5.6 EXPERIMENTO 4: 4 FLUJOS VOIP                 | 46 |
| 5.6.1 CONDICIONES DE PRUEBA                      | 46 |
| 5.6.2 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 46 |
| 5.7 EXPERIMENTO 5: 5 FLUJOS DE VOIP              | 47 |
| 5.7.1 CONDICIONES DE PRUEBA                      | 47 |
| 5.6.2 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 47 |
| 5.8 EXPERIMENTO 6: 6 FLUJOS VOIP                 | 47 |
| 5.8.1 CONDICIONES DE PRUEBA                      | 47 |
| 5.8.2 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 48 |
| 5.9 EXPERIMENTO 7: 7 FLUJOS VOIP                 | 48 |
| 5.9.1 RESULTADOS OBTENIDOS                       | 48 |
| 5.10 EXPERIMENTO 8: 8 FLUJOS VOIP                | 49 |
| 5.10.1 RESULTADOS OBTENIDOS                      | 49 |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| 5.11 EXPERIMENTO 9: 9 FLUJOS VOIP              | 49        |
| 5.11.1 RESULTADOS OBTENIDOS                    | 49        |
| 5.12 EXPERIMENTO 10: 10 FLUJOS DE VOIP         | 49        |
| 5.12.1 RESULTADOS OBTENIDOS                    | 49        |
| 6. ANALISIS DEL ANCHO DE BANDA VOIP            | 50        |
| 6.1 DISTRIBUCIÓN DEL ANCHO DE BANDA            | 50        |
| 6.2 DISTRIBUCION DE PAQUETES RTP               | 51        |
| 6.3 DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL ANCHO DE BANDA | 52        |
| <b>IV. CONCLUSIONES</b>                        | <b>53</b> |
| BIBLIOGRAFIA                                   | 55        |
| ANEXOS                                         | 57        |

## LISTA DE FIGURAS

|                                               | PÁG. |
|-----------------------------------------------|------|
| FIGURA 1. ARQUITECTURA DE UNA RED VOIP        | 03   |
| FIGURA 2. CODIFICACIÓN Y COMPRESIÓN DE LA VOZ | 04   |
| FIGURA 3. SWITCH 3COM                         | 05   |
| FIGURA 4. ROUTER CISCO                        | 05   |
| FIGURA 5. GATEWAY                             | 06   |
| FIGURA 6. SOFTPHONE                           | 06   |
| FIGURA 7. TELÉFONO CONVENCIONAL               | 07   |
| FIGURA 8. TELÉFONO IP                         | 07   |
| FIGURA 9. INTERFAZ GRAFICA DE ELASTIX         | 09   |
| FIGURA 10. PROGRAMA IDEFISK                   | 09   |
| FIGURA 11. SOFTWARE WIRESHARK                 | 10   |
| FIGURA 12. MODELO OSI PARA VOIP               | 11   |
| FIGURA 13. RED VOIP                           | 16   |
| FIGURA 14. INTERFAZ GRAFICA DEL GATEWAY       | 17   |
| FIGURA 15. CONFIGURACIÓN DEL PC               | 17   |
| FIGURA 16. AGENTE DE USUARIO                  | 19   |
| FIGURA 17. INVITACIÓN SIP                     | 21   |
| FIGURA 18. MENSAJE DE INVITACIÓN              | 22   |
| FIGURA 19. RESPUESTA DEL SERVIDOR             | 22   |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| FIGURA 20. MENSAJE DE RESPUESTA DEL SOFTSWITCH | 23 |
| FIGURA 21. INVITACIÓN AL AUS                   | 23 |
| FIGURA 22. MENSAJE DE INVITACIÓN               | 24 |
| FIGURA 23. RESPUESTA DEL AUS                   | 24 |
| FIGURA 24. MENSAJE DE REPIQUE                  | 25 |
| FIGURA 25. RESPUESTA DEL SERVIDOR              | 25 |
| FIGURA 26. MENSAJE DEL SOFTSWITCH              | 26 |
| FIGURA 27. RESPUESTA DEL AUC                   | 26 |
| FIGURA 28. MENSAJE 200 OK                      | 27 |
| FIGURA 29. RESPUESTA DEL SERVIDOR              | 27 |
| FIGURA 30. MENSAJE DEL SOFTSWITCH              | 28 |
| FIGURA 31. RESPUESTA ACK DEL AUC               | 28 |
| FIGURA 32. MENSAJE ACK                         | 29 |
| FIGURA 33. TERMINACIÓN DE UNA LLAMADA          | 29 |
| FIGURA 34. MENSAJE BYE                         | 30 |
| FIGURA 35. RESPUESTA DEL BYE                   | 30 |
| FIGURA 36. MENSAJE DE RESPUESTA AL BYE         | 31 |
| FIGURA 37. CABECERAS VOIP                      | 31 |
| FIGURA 38: CABECERA RTP                        | 32 |
| FIGURA 39. CABECERA UDP                        | 33 |
| FIGURA 40. CABECERA IP                         | 35 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| FIGURA 41. ARQUITECTURA VOIP                  | 37 |
| FIGURA 42. TRAFICO DE UNA LLAMADA             | 38 |
| FIGURA 43: PAQUETES EN UNA LLAMADA VOIP       | 39 |
| FIGURA 44: MENSAJES EN UNA LLAMADA VOIP       | 39 |
| FIGURA 45: LLAMADAS VOIP                      | 42 |
| FIGURA 46: DECODIFICACIÓN DE LA VOZ           | 42 |
| FIGURA 47: TRAFICO DE 2 LLAMADAS              | 43 |
| FIGURA 48. PAQUETES EN 2 LLAMADAS             | 43 |
| FIGURA 49: TRAFICO DE 3 LLAMADAS              | 45 |
| FIGURA 50. PAQUETES EN TRES LLAMADAS          | 45 |
| FIGURA 51: TRAFICO DE 4 LLAMADAS              | 46 |
| FIGURA 52: TRAFICO DE 5 LLAMADAS              | 47 |
| FIGURA 53: TRAFICO DE 6 LLAMADAS              | 48 |
| FIGURA 54: TRAFICO DE 10 LLAMADAS SIMULTÁNEAS | 49 |
| FIGURA 55. ANCHO DE BANDA PROMEDIO            | 51 |
| FIGURA 56. PAQUETES RTP                       | 51 |
| FIGURA 57. PORCENTAJE DEL ANCHO DE BANDA      | 52 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                        | PÁG. |
|--------------------------------------------------------|------|
| TABLA 1. CODIGO DEL SWITCH 3COM                        | 16   |
| TABLA 2.PARÁMETROS DE ANCHO DE BANDA CON CODIFICADORES | 35   |
| TABLA 3. DATOS DE LAS LLAMADAS VOIP                    | 50   |

## LISTA DE ANEXOS

|                                   | PÁG. |
|-----------------------------------|------|
| ANEXO. GUIAS DE LABORATORIOS VOIP | 57   |

## GLOSARIO

**Códec:** Compresión-descompresión. En VoIP es el algoritmo que define el porcentaje de compresión de la voz. La calidad de la compresión y los requerimientos de procesado.

**Congestión:** Situación en que el tráfico presente en la red excede la capacidad/ancho de banda disponible en la red

**DNS:** es una base de datos distribuida y jerárquica que almacena información asociada a nombres de dominio en redes como Internet.

**DTMF:** Señales de audio generadas cuando presionamos los botones de un teléfono de tonos. Cada botón corresponde a una frecuencia definida.

**DSS1:** Un protocolo de señalización usado entre los terminales RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) y las centralitas pbx.

**Eco:** El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original.

**Full Dúplex:** las llamadas de teléfono suelen ser full dúplex, lo que significa que las dos partes de la comunicación pueden hablar y escuchar al mismo tiempo. Frente a esto tenemos la comunicación half dúplex que es cuando sólo puede hablar una de las dos partes

**Gateway:** En telefonía IP, se dice del dispositivo que convierte llamadas de voz, en tiempo real, entre la telefonía pública conmutada (PSTN) y redes IP. Las funciones de un Gateway IP incluyen compresión/descompresión de voz, paquetización, rutado de llamadas y señalización de control.

**GUI:** En el contexto del proceso de interacción persona-ordenador, la interfaz gráfica de usuario, es el artefacto tecnológico de un sistema interactivo que posibilita, a través del uso y la representación del lenguaje visual, una interacción amigable con un sistema informático.

**Half Dúplex:** En contraposición con full dúplex, sólo una de las partes puede hablar o escuchar al mismo tiempo.

**IETF:** Un grupo de trabajo técnico dentro de las actividades de Internet. La IETF se reúne tres veces al año para fijar estándares técnicos para Internet.

**ITSP:** Proveedor del servicio telefónico en Internet.

**ITU-T:** (Antes llamado CCIT-T) Grupo internacional que rige los estándares de telecomunicaciones.

**JITTER:** En VoIP, jitter es la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. Es un problema típico de las redes de conmutación de paquetes.

**LATENCIA:** También llamado retardo. Es el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Junto al ancho de banda, definen la velocidad y capacidad de una red

**MGCP:** Un protocolo complementario a H.323 y SIP, diseñado para controlar los Gateway desde dispositivos de llamada externos en arquitecturas de Gateway descentralizadas. Funcionando con el protocolo GLP (Gateway Location Protocol).

**MULTIDIFUSIÓN:** es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen.

**NAT:** Traducción de direcciones de red. Consiste en reescribir las direcciones de origen y/o destino de los paquetes IP cuando estos pasan por un router o un firewall. Muchos sistemas usan NAT para que múltiples ordenadores o redes privadas puedan acceder a Internet usando una sola dirección pública.

**PBX:** Centralita de tamaño particular (para casas u oficinas) que interconecta las extensiones internas de los teléfonos y proporciona conexión con la red telefónica exterior.

**PCM:** modulación por codificación de pulsos, sistema para codificar la voz.

**PDD:** Indica el tiempo que transcurre entre que se marca el último número de una llamada y se oye la señal de respuesta de que ha conectado con el número llamado.

**POTS:** Sistema de telefonía convencional, basado normalmente en líneas analógicas

**PSTN:** La Red Telefónica Conmutada, es una red de comunicación diseñada primordialmente para la transmisión de voz, aunque pueda también transportar datos, por ejemplo en el caso del fax o de la conexión a Internet a través de un módem acústico.

**QoS:** Calidad de servicio. Expresa la idea de que las tasas de transmisión, las tasas de errores y otras características pueden ser medidas, mejoradas y de alguna manera garantizadas de antemano.

**Retardo:** Es el tiempo de tránsito de los paquetes desde el origen al destino y vuelta. Las personas son capaces de mantener una conversación cómodamente aunque exista cierto retardo, sin embargo llegado a un umbral puede empezar a ser incómodo para mantener una conversación.

**RTP:** protocolo de transporte en tiempo real, Es un protocolo de nivel de transporte utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en un video-conferencia.

**RTSP:** protocolo de flujo de datos en tiempo real

**SIP:** Protocolo para iniciar sesiones interactivas que necesiten elementos multimedia como video, voz, Chat, juegos o realidad virtual.

**Softphone:** Programa de software que corre en un PC (de sobremesa o portátil) que permite hacer y recibir llamadas por Internet con VoIP. Se puede usar unos auriculares, o un altavoz y un micrófono, en lugar de un teléfono. La interfaz del softphone se parece a un teclado de un teléfono tradicional.

**SDP:** Protocolo de descripción de sesión, es un formato para describir parámetros de inicialización de streaming media. Ha sido publicado por el IETF.

**TDM** - multiplexación por división de tiempo, toda la telefonía convencional está basada en este concepto. TDM refiere a circuitos T1 e E1.

**TU :** transacción de usuario

**UA:** agente de usuario

**UAC :** Agente de usuario cliente

**URI:** identificador uniforme de recurso, Un URI es una cadena corta de caracteres que identifica inequívocamente un recurso (servicio, página, documento, dirección de correo electrónico, enciclopedia).

**URL:** es un localizador uniforme de recurso. Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización.

**VoIP:** Término usado en telefonía IP para definir los servicios que se usan para transmitir voz usando el protocolo IP.

## **RESUMEN**

En este trabajo de grado se realizó el análisis de tráfico que circula por una red VoIP utilizando el programa llamado Wireshark. Por medio del análisis realizado se analizó el comportamiento del ancho de banda en un sistema VoIP y el funcionamiento del protocolo SIP. En el documento se explica la configuración de los equipos de red y programas que son usados en esta tecnología VoIP y los códigos de programación de los dispositivos de red utilizados en la red prototipo, tales como el Switch, Softphone y el Gateway. Finalmente se presentan las graficas del ancho de banda que es consumido en diferentes llamadas telefónicas, el cual muestra un proporcional incremento, concluyendo que son datos reales y muy diferentes a los datos teóricos vistos anteriormente. Adicionalmente, en este trabajo de grado se realizó un manual de prácticas de laboratorio de VoIP.

**PALABRAS CLAVES:** VoIP, Switch, Softphone, Gateway, Wireshark.

## **ABSTRACT**

This work analyzes the traffic carried through a VoIP network. This analysis is performed by means of a sniffer program called Wireshark. Results shows the behavior of the bandwidth in a VoIP system and the operation of the SIP protocol. The configuration of network equipment and programs that are used in VoIP technology and the programming codes of network devices such as Switch, and Gateway Softphone, are described. Finally there are several bandwidth consumption graphics. These results show consumed traffic in several simultaneous telephone calls. Results show a proportional bandwidth increasing until certain number of users and then traffic reaches a saturation. Then, we conclude that results are very different from theoretical data seen before in other works.

**KEY WORDS:** VoIP, Switch, Softphone, Gateway, Wireshark.

## INTRODUCCION

El crecimiento que ha adquirido la tecnología IP ha llegado a técnicas nuevas como la digitalización de la voz, mecanismos de control y priorización de tráfico y protocolos de transmisión en tiempo real. Con el sistema VoIP, el usuario se puede comunicar desde un teléfono fijo adaptado a la red IP, por lo que puede realizar y recibir llamadas telefónicas de teléfonos fijos, softphone o teléfonos IP. Las actuales centrales de telefonía pública están interconectadas a la red IP, garantizando la calidad del servicio. La interconexión entre la red IP y la red telefónica pública se lleva a cabo por medio de un Gateway que permite la adaptación a la red IP.

Un sistema VoIP podría ser implementado en la sede de la Universidad Pontificia Bolivariana. Por lo que este proyecto busca analizar las características de consumo de ancho de banda de las comunicaciones VoIP con el fin de dejar una información útil para un futuro estudio de implementación de esta tecnología en cualquier empresa que tenga una red Ethernet que pueda ser usada para este tipo de comunicaciones. VoIP es una avanzada tecnología IP que brinda una buena calidad de audio, además de reducir costos económicos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- ♦ Analizar el tráfico en una red de VoIP bajo el protocolo SIP

### **Objetivos específicos**

- ♦ Estudiar y Analizar la arquitectura SIP
- ♦ Montar en laboratorio un sistema de VoIP basado en el protocolo SIP
- ♦ Realizar análisis de tráfico de la red de VoIP bajo el protocolo SIP. Este análisis incluye el estudio de factores como el consumo de Ancho de banda y retardos de los paquetes.
- ♦ Realizar una guía detallada de la forma de instalar una red de VoIP.
- ♦ Realizar guías de laboratorio para el manejo de un sistema VOIP.

## II. MARCO TEORICO

### 1. ARQUITECTURA DE LA RED VOIP

En este capítulo se describirá el diseño de la arquitectura de la red VoIP. Se comenzará con la descripción de los equipos que conforman la red VoIP. La figura 1 muestra una conexión de red VoIP.

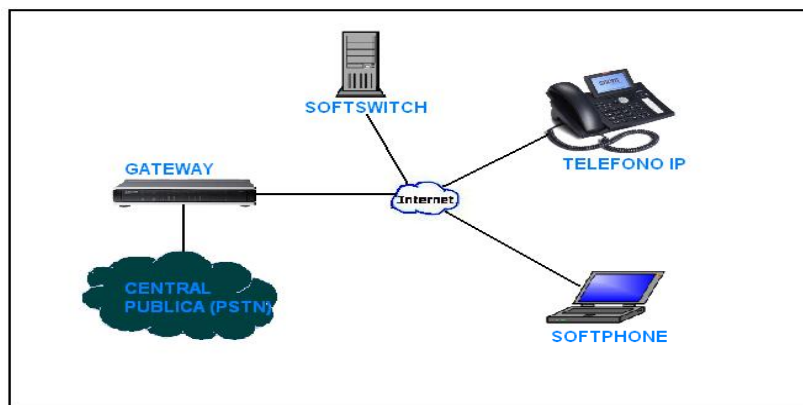


Figura 1 Arquitectura de una red VOIP<sup>1</sup>

VoIP es una tecnología de comunicación diseñada para operar sobre el protocolo IP. Un sistema VoIP está compuesto por protocolos que intervienen en los enlaces de la comunicación, así como por el software Elastix, que actúa como una central PBX, y dispositivos como routers, switches, y Gateways. Un Gateway permite la comunicación VoIP con extensiones telefónicas análogas.

La voz sobre IP convierte las señales de voz en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP o como IP por Ethernet.

---

<sup>1</sup> Fuente: autor del libro

La telefonía IP no utiliza circuitos físicos para la conversación, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y en flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (pulse code modulación) por medio del codificador/decodificador de voz (códec). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red LAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso. [7]

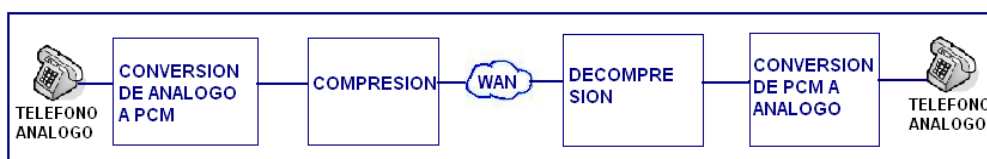


Figura 2. Codificación y Compresión de la Voz<sup>2</sup>

## 1.1 COMPONENTES DE UNA RED VOIP

Los equipos utilizados en una red VoIP, encargados de la transmisión de voz y datos, son descritos en esta sección junto con su funcionamiento dentro de la red.

**1.1.1 SOFTSWITCH:** Es una central PBX que se encarga de enrutar la llamada hasta su destino final mediante protocolos de transporte de voz. Para que las llamadas sean realizadas y establecidas, los usuarios deben estar registrados en el Softswitch. Un Softswitch se construye utilizando un servidor con un software que

---

<sup>2</sup> Fuente : autor del libro

realiza las tareas de control de las llamadas. Un ejemplo de este tipo de programas es el programa Elastix [14], fabricado por Palosanto y de distribución gratuita. Este softswitch puede estar ubicado dentro de una red LAN.

- 1.1.2 Switch: Es un dispositivo de red que permite interconectar varios segmentos de LAN, filtra el tráfico de la red basándose en direcciones MAC, por lo que el Switch tiene almacenado tablas de direcciones MAC. Debido a que el filtrado de paquetes se realiza basándose en las direcciones MAC, los Switches procesan rápidamente el tráfico de la red [9]. En la figura 3 se muestra un switch 3com similar al utilizado en las pruebas de VoIP.



Figura 3. Switch 4400 3com<sup>3</sup>

- 1.1.3 Router: Es un dispositivo para interconexión de redes mediante el protocolo IP. El router comprueba las entradas en su tabla de enrutamiento donde se encuentran la dirección de subred y así determinar que ruta toma para enrutar el paquete. En la figura 4 se muestra el router de marca cisco de la serie 800 que fue utilizado para las pruebas de VoIP [9].



Figura 4. Router cisco<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>4</sup> Fuente: Autor del libro

- 1.1.4 Gateway: Se encarga de conectar los teléfonos análogos a la red IP. El Gateway convierte la señal de voz análoga a paquetes IP, así permite adaptar los teléfonos convencionales al lenguaje de Voz IP y así poder comunicarse con los teléfonos que se encuentren registrados dentro de la red VoIP. Puede estar ubicado dentro de una red LAN, como se muestra en la figura 1. En la figura 5 se muestra el Gateway de marca Grandstream que fue utilizado para las prácticas del proyecto.



Figura 5. Gateway <sup>5</sup>

- 1.1.5 Softphone PC: Es un computador conectado a la red que cumple con las mismas funciones de un teléfono convencional. Se utiliza el software IDEFISK, este software nos permite trabajar con extensiones de tipo SIP e IAX, y permite el enlace desde el computador para poder comunicarnos a los teléfonos y dispositivos de la red. La figura 6 muestra un Softphone y el auricular que es necesario para poder comunicarse.



Figura 6. Softphone<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>6</sup> Fuente: Autor del libro

1.1.6 Teléfono Análogo: es un dispositivo de telecomunicación que permiten la comunicación a través de una central telefónica convencional. Trabajan con señales análogas y para ser implementadas en la red VoIP es necesario de un Gateway que permita la adaptación a la red IP. La figura 7 muestra un teléfono análogo utilizado para las prácticas de laboratorio.



Figura 7. Teléfono convencional <sup>7</sup>

1.1.7 Teléfono IP: Es un teléfono adaptado con un hardware y software que permite la comunicación de llamadas telefónicas a la red VoIP. El teléfono IP puede conectarse directamente a la red VoIP y comunicarse con todos los dispositivos telefónicos de la red VoIP ya que puede convertir la voz análoga a paquetes IP. La figura 8 es un teléfono IP y puede ser utilizado en una red LAN como se muestra en la figura 1.



Figura 8. Teléfono IP<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>8</sup> Fuente: [mobile.laninfor.com](http://mobile.laninfor.com)

## 1.2 COMPONENTES SOFTWARE DE UNA RED VOIP

A continuación se describirán los programas que conforman la red VoIP, su funcionamiento y su operación para facilitar la comunicación de llamadas entre dispositivos VoIP.

1.2.1 Software ELASTIX: Elastix es un software aplicativo que integra herramientas disponibles para PBX basado en Asterisk. Elastix es como cualquier PBX, permite conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso a una RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) tanto básicos como primarios. Elastix añade nuevas interfaces para el control y reportes de sí mismo. [4]

### 1.2.1.1 Características de Elastix:

- ◆ Soporte para Virtualización
- ◆ Interfaz Web para el usuario.
- ◆ Conversión "Fax a email" para faxes entrantes. También se puede enviar algún documento digital a un número de fax a través de una impresora virtual.
- ◆ Interfaz para tarifas.
- ◆ Configuración gráfica de parámetros de red.
- ◆ Opciones para reiniciar/apagar remotamente.
- ◆ Reportes de llamadas entrantes/salientes y uso de canales.
- ◆ Módulo de correo de voz integrado.

### 1.2.1.2 Interfaz de Administración Web:

Es una página web que muestra todas las herramientas de administración de Elastix, en esta interfaz se puede configurar las extensiones, teléfonos análogos, teléfonos IP, softphone y todos los dispositivos de comunicación que se deseen registrar. En el Menú Sistema se puede ver la información de estado y funcionamiento del servidor Elastix. La figura 9 muestra la interfaz gráfica y todas las funciones de Elastix [14].

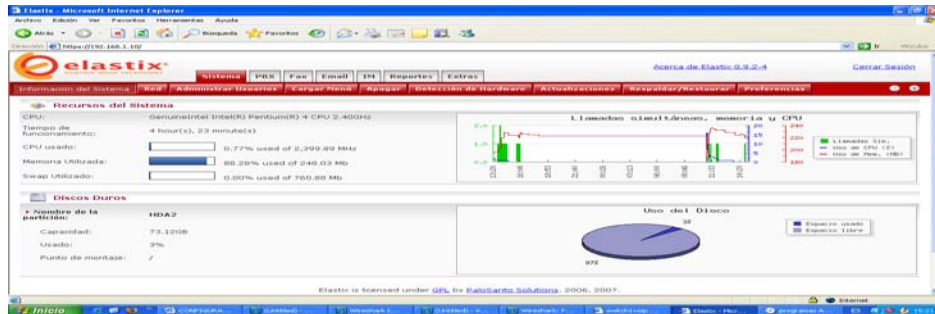


Figura 9. Interfaz grafica de Elastix<sup>9</sup>

### 1.2.2 Programa IDEFISK:

Es un programa que actúa como un teléfono Softphone, logrando tener un computador conectado a la red VoIP de manera que cumpla con las mismas funciones de un teléfono convencional. Por medio de IDEFISK [3] se puede comunicar al computador con todos los softphone, teléfonos convencionales y teléfonos IP. La figura 10 muestra la ventana del programa Idefisk.

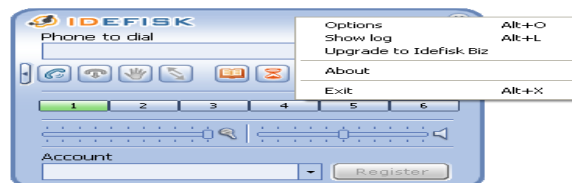


Figura 10. Programa Idefisk<sup>10</sup>

### 1.2.3 Analizador de Protocolos Wireshark:

Antes conocido como Ethereal, es un analizador de protocolos utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos. Cuenta con todas las características estándar de un analizador de protocolos. En la figura 11 se muestra la ventana del programa Wireshark, capturando paquetes VoIP.

<sup>9</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>10</sup> Fuente: autor del libro

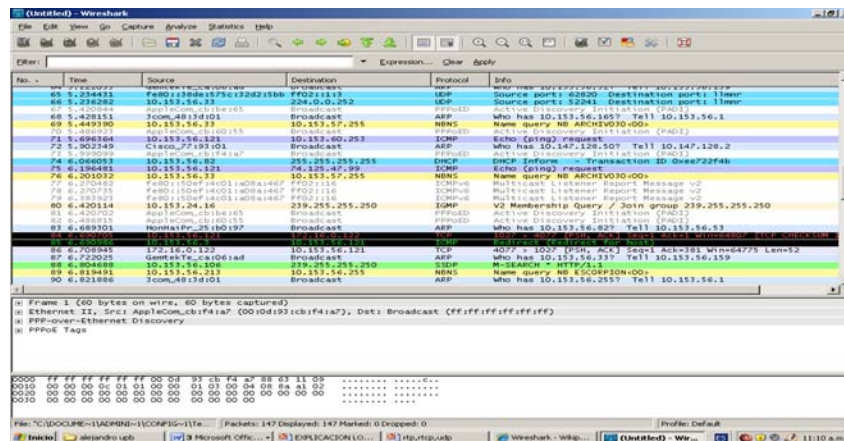


Figura 11. Software Wireshark<sup>11</sup>

#### 1.2.3.1 Funcionamiento de Wireshark:

Es un analizador de tráfico, permite capturar y mostrar en tiempo real los paquetes transmitidos y recibidos en la red a la cual el computador está conectado. Wireshark tiene una interfaz gráfica como muestra la figura 11. Además tiene muchas opciones de organización y filtrado de información. Permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red.

Wireshark [1] permite examinar datos de una red o de un archivo de captura salvado en disco. Se puede analizar la información capturada, a través de los detalles de cada paquete o mediante recursos estadísticos de todos los paquetes capturados. Wireshark incluye un completo lenguaje para filtrar lo que queremos ver y la habilidad de mostrar el flujo reconstruido de una sesión de la capa de transporte y de la capa de aplicación.

Wireshark es un sniffer que permite capturar tramas y paquetes que pasan a través de la interfaz de red, además permite analizar las llamadas de VoIP y también los protocolos

<sup>11</sup> Fuente: autor del libro

que intervienen en la comunicación como SIP, RTP, UDP, entre otros. También Describe de forma gráfica los enlaces de cada llamada, mediante diferentes tipos de gráficos.

## 2. MODELO OSI PARA VOIP

En la figura 12. Se puede apreciar que la tecnología VoIP esta compuesta por diversos protocolos que representan diferentes funciones en el Modelo OSI. A continuación se describirá como se organiza cada una de las capas para VoIP.

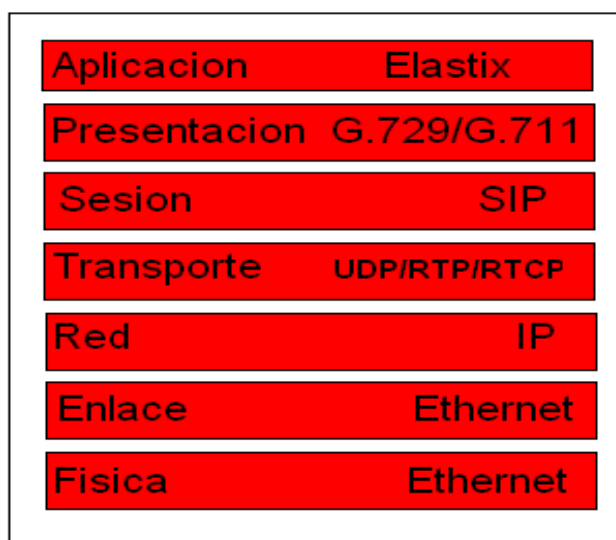


Figura 12. Modelo OSI para VOIP<sup>12</sup>

2.1 Capa Física: Es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, para esta conexión se utilizan medios de transmisión guiados y no guiados. Los Medios guiados son: cable coaxial, cable de par trenzado, fibra óptica y otros tipos de cables; y los medios no guiados son: radio, infrarrojos, microondas, láser y otras redes inalámbricas. La capa física es la encargada de transmitir los bits de información a través del medio utilizado para la transmisión. Se ocupa de las propiedades físicas y características eléctricas de los diversos componentes; de la velocidad de transmisión, si

---

<sup>12</sup> Fuente: autor del libro

ésta es uni o bidireccional (simplex, dúplex o full-dúplex). También de aspectos mecánicos de las conexiones y terminales, incluyendo la interpretación de las señales eléctricas/electromagnéticas [5].

2.2 Capa Enlace: se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo, algunos de los protocolos que intervienen son HDLC, PPP, STP.

2.3 Capa de Red: se encarga de hacer que los datos lleguen desde el origen al destino. Debe gestionar la congestión de red, que ocurre en los routers. La PDU (unidad de datos de protocolo) de la capa 3 se conoce como paquete. Los routers trabajan en esta capa. El protocolo IP es un protocolo usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de estos a través de una Internet.

2.4 Capa de Transporte: Acepta los datos enviados por las capas superiores, los divide en pequeñas partes si es necesario, y los pasa a la capa de red. También se asegura que lleguen correctamente al otro lado de la comunicación. Los protocolos que actúan en esta capa para VoIP son: RTP (Real-time Transport Protocol) Protocolo de transporte en tiempo real, UDP (user datagram protocol) protocolo datagrama de usuario, RTCP (protocolo de control de transporte en tiempo real)

2.4.1 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP [12]): Es un protocolo que se encarga de la transmisión de información en tiempo real como la voz y el video. Funciona sobre el protocolo de transporte UDP, como lo muestra la figura 11. El protocolo RTP tiene el objetivo de asegurar la calidad del servicio en tiempo real y tiene funciones como:

- ◆ Identificar el tipo de información transmitida
- ◆ Agregarle marcadores temporales y números de secuencia a la información transmitida
- ◆ la medición de tiempo y el reporte de la calidad (función de RTCP).

2.4.2 Protocolo Datagrama de Usuario (UDP [13]): Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de Datagramas. Permite el envío de Datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación, ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si los paquetes han llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o de recepción.

2.4.3 Protocolo de control en tiempo real (RTCP [12]): Es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP). El RTCP se usa habitualmente para transmitir paquetes de control a los participantes de una sesión multimedia de streaming. (Streaming: refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al computador).

2.5 Capa de Sesión: Es la que se encarga de mantener el enlace entre los dos computadores que estén trasmitiendo archivos. El protocolo que actúa en esta capa es el SIP (Session Initiation Protocol), Protocolo de Inicio de Sesión [10]. El SIP ofrece algunos servicios: Control de la sesión a establecer entre el emisor y el receptor, Control de la concurrencia<sup>13</sup>, mantener puntos de verificación que permiten reanudar la transmisión por causas de alguna interrupción, entre otros.

2.6 Capa de Presentación: Para esta capa se utilizan los Codecs G729, G711. El códec Permite cifrar los datos y comprimirlos, es un traductor. Se tratan aspectos como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas. Es la encargada de manejar las estructuras de datos abstractas y realizar las conversiones de representación de datos necesarias para la correcta interpretación de los mismos.

2.6.1 Códec G.729: utiliza una velocidad de datos de 8Kbps y el algoritmo que utiliza es el CS-ACELP (Conjugate structure Algebraic CELP), la calidad de ancho de banda es

---

<sup>13</sup> Concurrencia: es la propiedad de los sistemas que permiten que múltiples procesos sean ejecutados al mismo tiempo.

directamente proporcional a la calidad de datos transmitidos por lo que para el códec G729 es menor el ancho de banda utilizado.

2.6.2 Códec G.711: utiliza una velocidad de datos de 64Kbps y el algoritmo que utiliza es el PCM (Pulse Code Modulation). La calidad de la voz para el Códec G.711 es mejor por lo cual utiliza un mayor ancho de banda.

2.7 Capa de Aplicación: se usa el programa Elastix (Sección anexos), el cual Ofrece a las aplicaciones (de usuario o no) la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (POP-Protocolo de Oficina de Correos y SMTP-protocolo simple de transferencia de correo electrónico), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP-Protocolo de Transferencia de Archivos) [8].

### III METODOLOGÍA DE LA TESIS

Se investigó y analizó información acerca los temas referentes a la tecnología Voz IP y las facetas que intervienen en una comunicación VoIP como: protocolos, arquitecturas, dispositivos de comunicación de redes. Igualmente Se utilizó el software Elastix que ha sido bajado gratis de Internet y utilizado como una central telefónica PBX. Se realizó un acople entre el software Elastix y las dispositivos de red usados. Al tener funcionando el sistema VoIP se llevo a cabo la captura de datos con el programa Wireshark, el cual permitió un análisis completo de toda la información almacenada en cada llamada telefónica, y finalmente se obtuvieron los resultados deseados en el proyecto VoIP.

#### 3. Desarrollo de la tesis

La grafica mostrada en la figura 13, es la red VoIP que se construyó en el laboratorio de la UPB. Con esta red se realizaron pruebas de llamadas telefónicas entre todas las extensiones configuradas. Se realizó la toma de datos del tráfico de la red VoIP con el analizador Wireshark. Los softphone estaban configurados con el programa IDEFISK, que permite hacer llamadas a otros usuarios VoIP.

##### 3.1 Arquitectura VoIP construida en el laboratorio:

La arquitectura mostrada en la figura 13 fue diseñada en prioridad a la funcionalidad del softswitch Elastix, ya que el softswitch es el principal operador de la Red VoIP construida y puede ser usado en redes LAN y WAN. El Switch 3COM 4400 al igual que el router CISCO de serie 800 fueron los equipos utilizados ya que se encuentran disponibles en los laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana, para poder hacer buen uso de estos dispositivos se realizó con anticipación una capacitación, practicas de programación y simulación con programas para cada dispositivo. Para los equipos Softphone se usaron los computadores de la sala del laboratorio de la UPB, los cuales fueron programados con el programa IDEFISK. Se uso el programa IDEFISK porque es muy práctico para este tipo de comunicación y es una versión libre. Se uso el GATEWAY de marca Grandstreams ya que se ejecuta con el protocolo SIP, el cual permitió un mejor funcionamiento. Se uso el programa WIRESHARK ya que presenta un buen catalogo de funciones para el manejo de la tecnología VoIP, el wireshark presenta detalladamente los

pasos de cada llamada telefónica, al igual que los protocolos que intervienen en una comunicación de Voz IP.

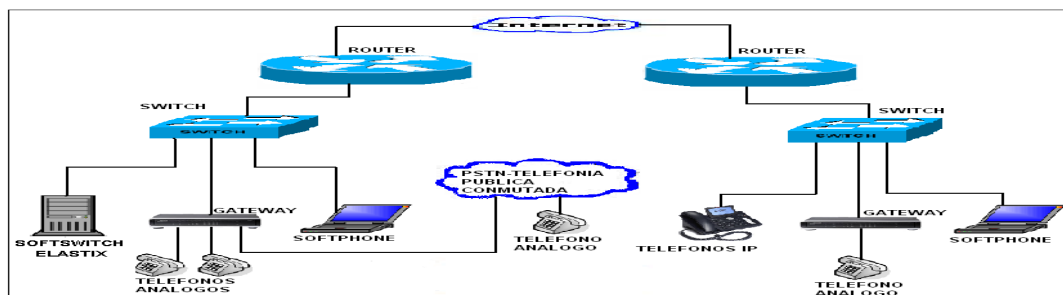


Figura 13. Red VOIP<sup>14</sup>

3.1.1 CONFIGURACION DE EQUIPOS DE LA RED VOIP: para las pruebas VoIP se utilizaron los siguientes equipos.

3.1.2 Configuración del Switch 5500: El Switch 5500 de 3com, dispone de 26 puertos. Se utilizó cable UTP directo para las conexiones desde el Switch a los equipos de red como PC, servidor Elastix, Gateway, routers. El Switch fue configurado con su respectivo lenguaje; a continuación se muestra los códigos con el que se configuro el dispositivo.

| INSTRUCCIÓN                                          | COMENTARIO                                                         |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <switch1>system-view                                 | El comando es la entrada para configurar el Switch 3com            |
| >sysname nombre-del-switch                           | El comando sysname sirve para asignarle un nombre al switch        |
| [Switch] interface vlan1                             | El comando interface Vlan1 permite configurar la IP.               |
| [Switch-vlan-interface]ip address dir_IP mascara_red | permite asignarle el numero de dirección IP y la mascara           |
| [Switch-vlan-interface] quit                         | El comando quit permite salir de la configuración                  |
| [Switch]display current-configuration                | Permite verificar toda la configuración en ejecución y la inicial. |

Tabla 1. Código del Switch 3com<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>15</sup> Fuente: autor del libro

3.1.3 Configuración del Gateway: El Gateway utilizado para las pruebas de tráfico VoIP fue un equipo de marca Grandstream que posee 8 puertos FXS (Foreign Exchange Station-interfaz de abonado externo), 1 puerto de conexión telefónico. Ver figura 5. La programación del Gateway se realizó vía Web, por medio de su dirección IP. La figura 14 muestra la interfaz gráfica del Gateway Grandstream. La explicación en el anexo.

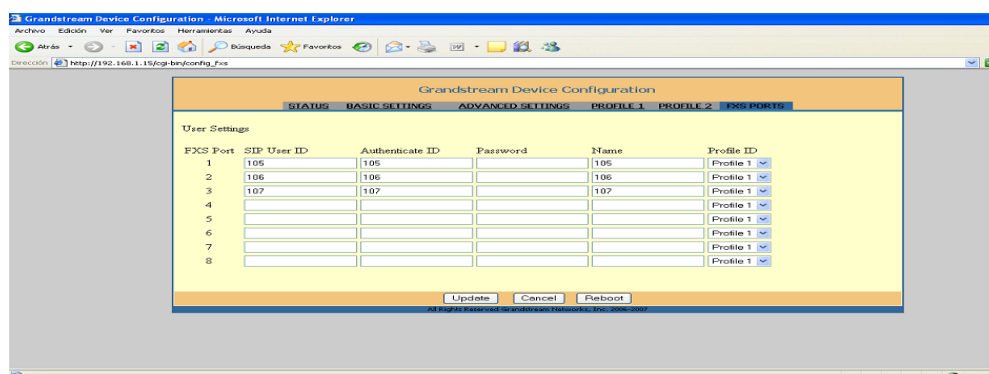


Figura 14. Interfaz grafica del Gateway<sup>16</sup>

3.1.4 Configuración del PC: Al computador se le instala el programa IDEFISK, el cual se configura con la dirección de Dominio del servidor Elastix 192.168.1.10. Igualmente debe configurarse el PC, ver figura 15. En la ventana de propiedades TCP/IP marcamos el numero de dirección IP que se le va a asignar al PC y su respectiva mascara. Con esto aseguramos conexión entre el switch y cada PC. La explicación se ampliara en el anexo.

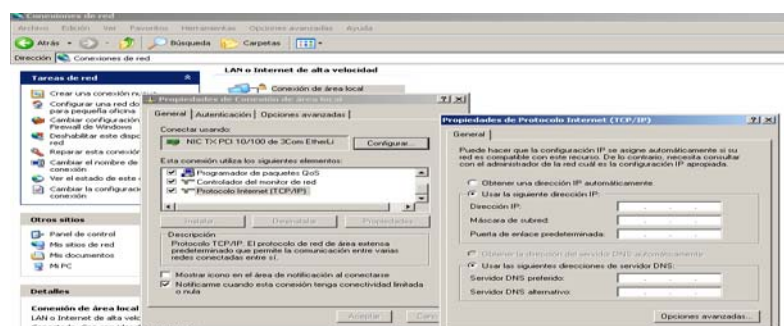


Figura 15. Configuración del PC<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Fuente: Autor del libro

### 3.2 PROTOCOLO DE INICIO DE SESION (SIP)

Hay muchas aplicaciones de Internet que requieren la creación y gestión de un período de sesiones, una sesión se considera un intercambio de datos entre una asociación de participantes. En VoIP el protocolo de inicio de sesiones (SIP, RFC 3261) es aplicado cuando se crea una comunicación con llamadas telefónicas sobre IP.

3.2.1 Definición de SIP: Un protocolo de control que puede establecer, modificar y poner fin a las sesiones multimedia (conferencias), tales como llamadas telefónicas por Internet. SIP también puede invitar a los participantes a Sesiones ya existentes, tales como conferencias de multidifusión<sup>18</sup>. SIP proporciona funciones que se pueden utilizar para implementar diferentes servicios. Por ejemplo, SIP puede localizar un usuario y emitir un mensaje hacia su ubicación actual. Si esta iniciativa se utiliza para proporcionar una descripción escrita en el período de sesiones SDP [11] (Session Description Protocol, Protocolo de descripción de sesión), por ejemplo, los criterios de valoración pueden ponerse de acuerdo sobre los parámetros de un período de sesiones.

#### 3.2.2 Características de la Creación y Terminación de Sesiones:

- ◆ Ubicación del usuario: Definición de los sistemas finales que se utilizarán para la comunicación.
- ◆ Disponibilidad del Usuario: Detección de la voluntad del usuario en participar en las llamadas.
- ◆ Capacidades del Usuario: Definición de los medios de comunicación y los parámetros de los medios que se utilizarán.
- ◆ Sesión de instalación: Establecimiento de los parámetros de las sesiones con ambas partes quien llama y es llamado.

---

<sup>17</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>18</sup> Multidifusión: es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente.

- ♦ Gestión de la Sesión: incluye la transferencia y la terminación de los períodos de sesiones, la modificación de los parámetros de sesiones, y servicios relacionados [2].

### 3.2.3 Funcionamiento de SIP:

SIP define al agente de usuario (AU) a todos los puntos extremos del protocolo, es decir son los que emiten y consumen los mensajes del protocolo SIP. Por ejemplo, Un videoteléfono, un teléfono, un cliente de software (softphone). Los agentes de Usuario (AU) pueden ser de dos tipos:

- Agente de Usuario Cliente (AUC): Son los que realizan una solicitud de una llamada.
- Agente de Usuario Servidor (AUS): son los que reciben una solicitud de una llamada y responden a esa solicitud.

A continuación se describirá el proceso para establecer una llamada telefónica por medio de los agentes de usuario AUC y AUS. La figura 16 muestra los tipos de agentes de usuarios disponibles para esta red.

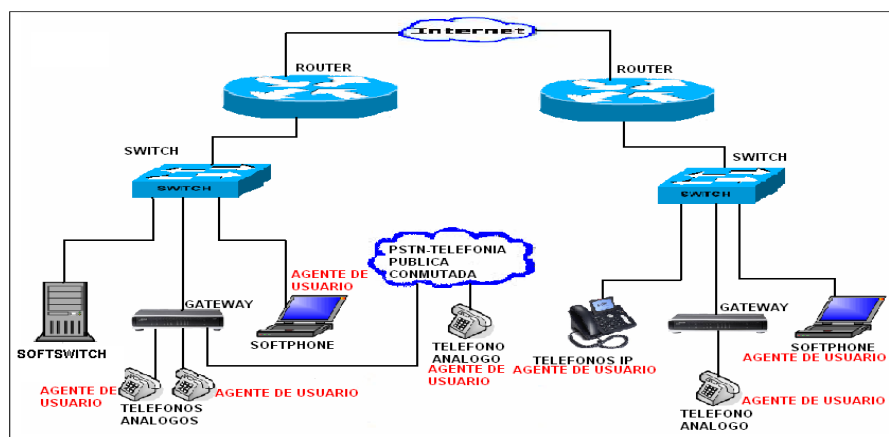


Figura 16. Agente de Usuario<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Fuente: autor del libro

La AUC (Agente de Usuario Cliente) envía una petición al Softswitch que está configurado. El servidor Elastix establece que la petición es para un usuario y entonces se vale de la información de registro de dicho usuario para establecer su ubicación física, entonces encamina la petición hacia dicha dirección IP. Si el AUS (Agente de Usuario Servidor) se encuentra desocupado, comenzará a alertar al usuario destino y envía una respuesta hacia el usuario origen con un código de estado (180). Cuando el usuario acepta la invitación, se genera una respuesta (con el código 200) que indica que la petición fue aceptada. La recepción de la respuesta final es confirmada por el AUC con el método ACK [2].

**3.2.4 Tipo de Mensaje SIP:** Un mensaje SIP es una solicitud de un cliente a un servidor, o una respuesta de un servidor a un cliente. Una solicitud SIP generada por un AUC deberá contener los siguientes campos de cabecera: Destino, origen, CSeq, Call-ID, Max-remite, y Via.

**3.2.5 Campos de encabezados de un mensaje SIP:**

- ♦ **Destino:** se especifica el destino "lógico" deseado de la solicitud, o la dirección IP de registro del usuario o recurso que es el objetivo de esta petición.
- ♦ **Origen:** indica el identificador lógico del iniciador de la solicitud, posiblemente la dirección IP del usuario de registro.
- ♦ **Call-ID:** actúa como un identificador único para agrupar una serie de mensajes pertenecientes a una misma llamada. Debe ser el mismo para todas las solicitudes y respuestas enviadas por cualquier AU en un cuadro de diálogo. Debe ser el mismo en cada registro de una AU.
- ♦ **CSeq o Secuencia de comandos:** sirve como una manera de identificar el orden de las transacciones.
- ♦ **Max-delanteros:** El campo de encabezado Max-delanteros sirve para limitar el número de saltos que puede hacer una solicitud en el camino hacia su destino. Consiste en un entero que es decrementado por uno, en cada salto.

- ♦ **Via:** Indica el protocolo de transporte utilizado para la transmisión de una llamada e identifica la dirección a donde la respuesta ha de ser enviada. Un valor del campo de encabezado “Via” es añadido sólo después de que el transporte utilizado para llegar al próximo salto ha sido seleccionado [2].

### 3.3 Fases de una Sesión SIP

A continuación se describe las etapas para establecer, mantener y finalizar una llamada bajo el protocolo SIP.

3.3.1 Inicio de una Sesión: La figura 17 describe el envío de una solicitud de llamada, inicialmente el mensaje M1 sale del Gateway y se dirige al Softswitch para buscar el usuario solicitado en los registros.

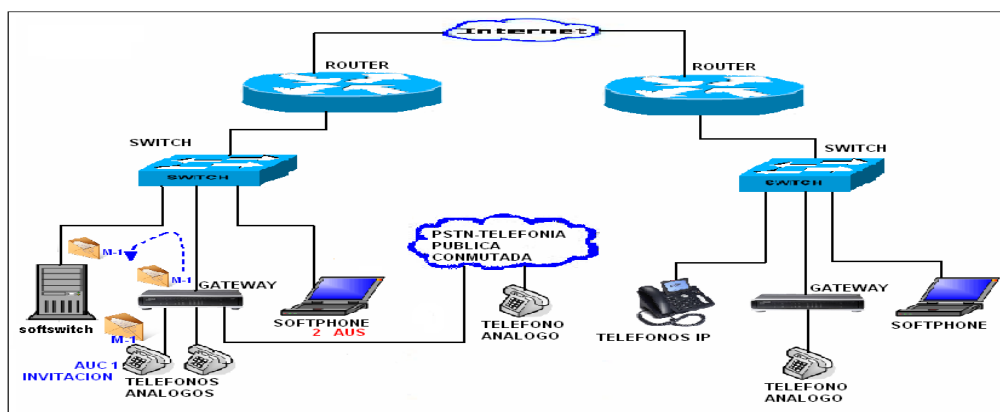


Figura 17. Invitación SIP<sup>20</sup>

En la figura 18 se observa un ejemplo de la estructura de un mensaje de solicitud de llamada, conocido como “INVITE SIP”. La explicación de los campos se encuentra en la sección 3.2.5

Se observa en la figura 18 que el campo “Via” indica el protocolo de transporte UDP y la dirección a quien va dirigido el mensaje (Softswitch Elastix).

---

<sup>20</sup> Fuente: Autor del libro

El campo “Mas-Remite”, el numero 70 se va decrementando por cada salto que realice.

El campo “Para” contiene la dirección del usuario al que se quiere comunicar.

```
INVITE SIP: Gina@Elastix.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8
Max-Remite: 70
para: Gina<sip:bob@Elastix.com>
De: alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 invitación
Contacto:<sip:alejo@pc33.Elastix.com>
Content-Type: aplicación / sdp
Content-Length: 142
```

Figura 18. Mensaje de invitación [10]

3.3.2 Respuesta del Servidor Elastix: en la figura 19 se observa que una vez el Softswitch recibe una solicitud (INVITE SIP), El servidor responde al AUC con un mensaje 100 TRYING que indica que la invitación ha sido recibida.

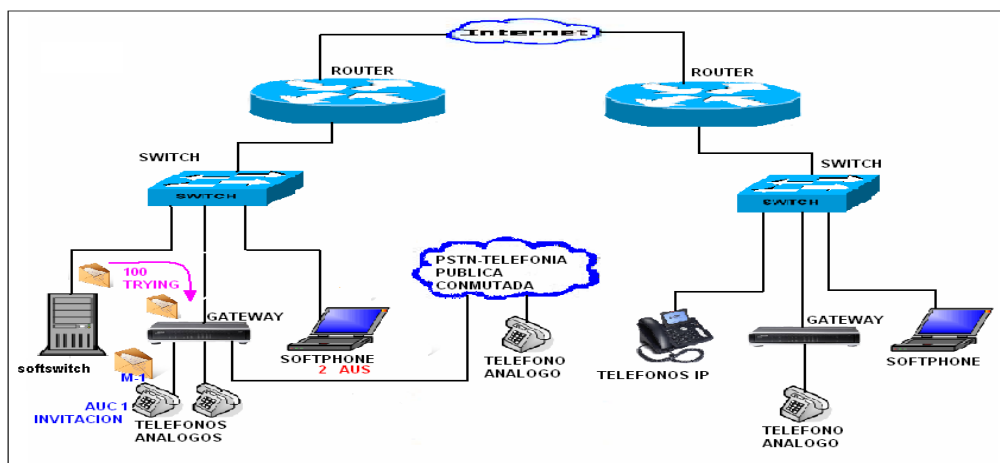


Figura 19. Respuesta del Servidor<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Fuente: Autor del libro

Un ejemplo de un mensaje respuesta del softswitch se observa en la figura 20

```
SIP/2.0 100 Trying
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8 ; recibido = 192.0.2.1
para:Gina<sip:Gina@Elastix.com>
De:alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 invitación
Content-Length: 0
```

Figura 20. Mensaje de respuesta del softswitch [10]

3.3.3 Invitación del Servidor al AUS: Como muestra la figura 21, el Softswitch busca en la base de datos el usuario solicitado y le envía una solicitud mediante un mensaje de INVITE SIP.

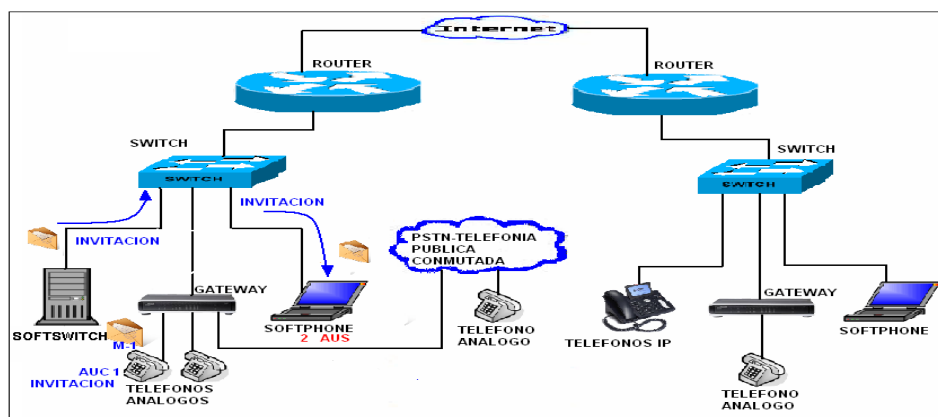


Figura 21. Invitación al AUS<sup>22</sup>

En la figura 22 se observa un ejemplo de este mensaje de invitación. El campo “max-remite” va decrementando por cada salto que haga en el camino hacia su solicitud por lo cual vemos en la grafica el numero 68. En el campo “call-ID” el código que identifica una

<sup>22</sup> Fuente: Autor del libro

llamada se mantiene siempre durante una llamada. Un campo “Vía” es agregado debido a que es el destino próximo a donde va la solicitud.

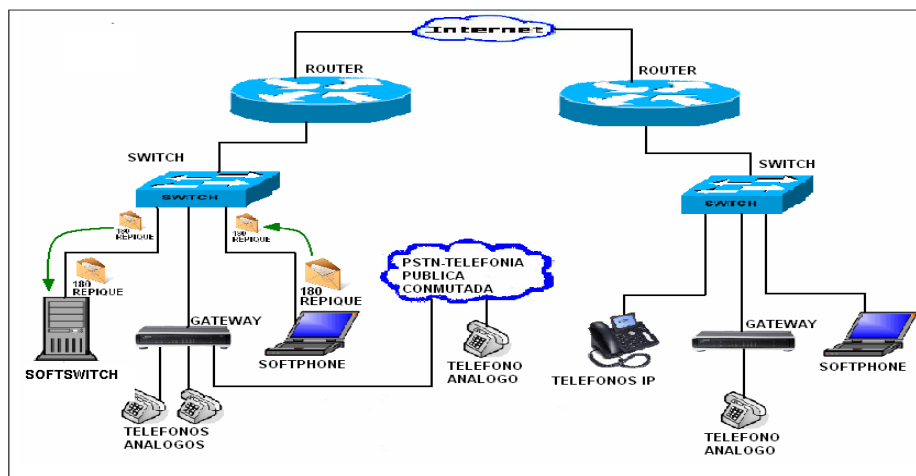
```

Invitación SIP: @192.0.2.4 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.Elastix.com; rama = z9hG4bK77ef4c2312983.1 ;
recibido = 192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8 ; recibido = 192.0.2.1
Max-Remite: 68
para:Gina<sip:gina@Elastix.com>
De:Alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 INVITAN
Contacto: <sip:alice@pc33.Elastix.com>
Content-Type: aplicación / sdp
Content-Length: 142

```

Figura 22. Mensaje de invitación [10]

3.3.4 Respuesta del AUS: En la figura 23, El teléfono o el AUS indica una respuesta con un código 180 Ringing, que se enruta a través de el Softswitch en la dirección contraria.

Figura 23. Respuesta del AUS<sup>23</sup>

En la figura 24 se muestra un mensaje de repique, se observa que el campo de longitud de contenido es 0, y mantiene igual los otros campos.

<sup>23</sup> Fuente: autor del libro

```

SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.Elastix.com; rama = z9hG4bK77ef4c2312983.1 ; recibido = 192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elasix.com; rama = z9hG4bKnashds8 ; recibido = 192.0.2.1
Para: Gina<sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf
De: Alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
Contacto: <sip:gina@192.0.2.4>
CSeq: 314159 invitación
Content-Length: 0

```

Figura 24. Mensaje de repique [10]

3.3.5 Respuesta del Softswitch al AUC: En la figura 25, se muestra el envío de la respuesta de repique del servidor al AUC, quizás usando un tono de audio o muestra un mensaje en la pantalla del AUC.

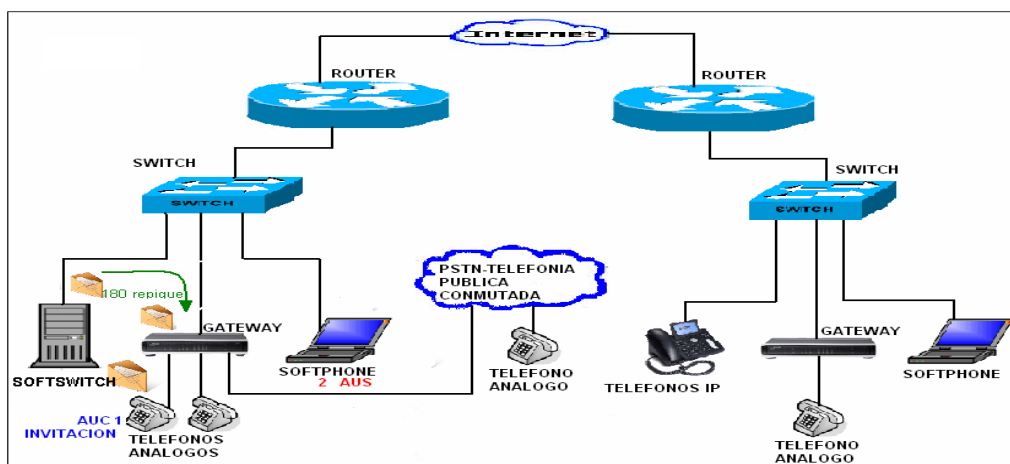


Figura 25. Respuesta del servidor<sup>24</sup>

En la figura 26 se observa un ejemplo de respuesta del Softswitch. Un campo "Via" es eliminado, y Los otros campos no cambian para este mensaje.

<sup>24</sup> Fuente: Autor del libro

```

SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8 ; recibido = 192.0.2.1
para:Gina<sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf
De:Alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
Contacto:<sip:bob@192.0.2.4>
CSeq: 314159 Invitación
Content-Length: 0

```

Figura 26. Mensaje del Softswitch [10]

3.3.6 Respuesta del AUS: En la figura 27, el usuario decide responder a la llamada. Cuando coge el teléfono, su teléfono SIP envía un mensaje 200 (OK) indicando la respuesta a la llamada. El 200 (OK) contiene un cuerpo de mensaje SDP con la descripción de los medios de comunicación el tipo de período de sesiones.

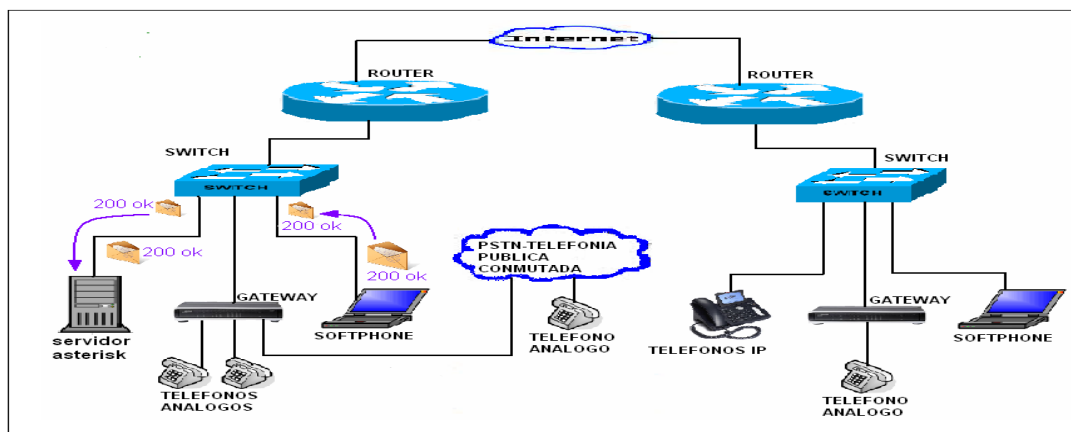


Figura 27. Respuesta del AUC<sup>25</sup>

En la figura 28 se muestra un ejemplo de un mensaje de respuesta del AUS. El campo “content-length” tiene un mayor tamaño debido a que contiene información de voz.

<sup>25</sup> Fuente: Autor del libro

```

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.Elastix.com; rama = z9hG4bK77ef4c2312983.1 ; recibido = 192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8 ; recibido = 192.0.2.1
Para: Gina<sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf
De: Alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 Invitacion
Contacto: <sip:gina@192.0.2.4>
Content-Type: application / sdp
Content-Length: 131

```

Figura 28. Mensaje 200 OK [10]

3.3.7 Respuesta del Softswitch: en la figura 29. Se muestra el reenvío de la respuesta 200 OK, que es dirigida al usuario indicado para iniciar la llamada.

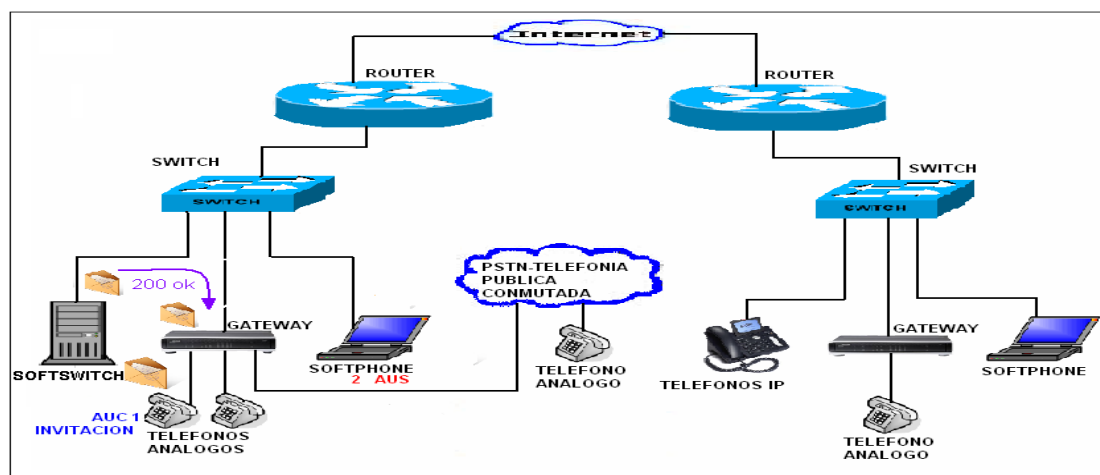


Figura 29. Respuesta del Servidor<sup>26</sup>

En la figura 30 se muestra un ejemplo de un mensaje de respuesta 200 OK. Se observa que se elimina un campo "Vía" debido a que el mensaje ya llegó a su destino.

<sup>26</sup> Fuente: Autor del libro

```

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; rama = z9hG4bKnashds8; recibido = 192.0.2.1
para: Gina <sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf
De: Alejo <sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 invitación

Contacto: <sip:gina@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131

```

Figura 30. Mensaje del Softswitch [10]

3.3.8 Respuesta del AUC: La figura 31 se observa que la respuesta ACK, es la confirmación del establecimiento de la llamada. El ACK pasa por el servidor y dirigida al AUS.

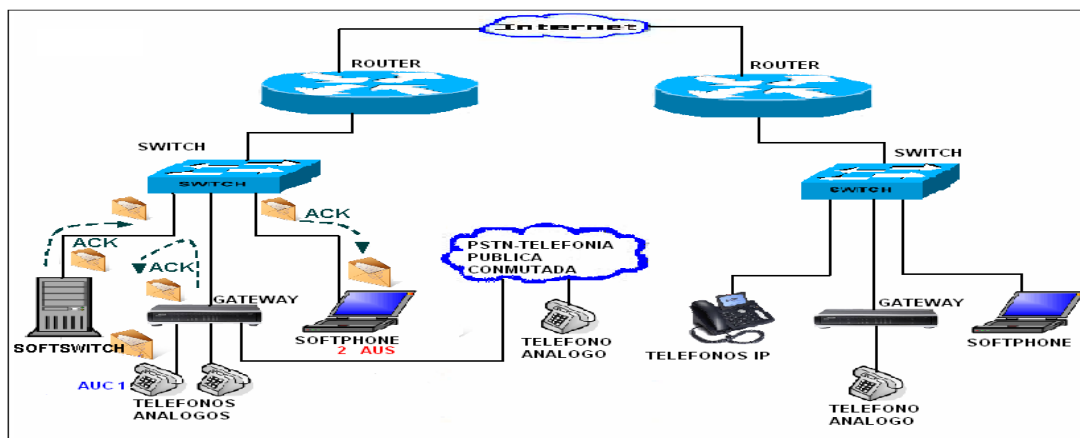


Figura 31. Respuesta ACK del AUC<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Fuente: Autor del libro

En la figura 32 se muestra el mensaje de respuesta ACK.

```
ACK SIP:gina@192.0.2.4 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.Elastix.com; Rama = z9hG4bKnashds9
Max-Remite: 70
para: Gina<sip:bob@Elastix.com>; tag = a6c85cf
De: Alejo<sip:alejo@atlanta.com>; tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 ACK
Content-Length: 0
```

Figura 32. Mensaje ACK [10]

3.3.9 Terminación de una Sesión: En la figura 33 se observa la finalización de una llamada, cualquiera de los agentes de usuario puede desconectarse (cuelga) y genera un mensaje BYE. Este BYE se dirige directamente AUS.

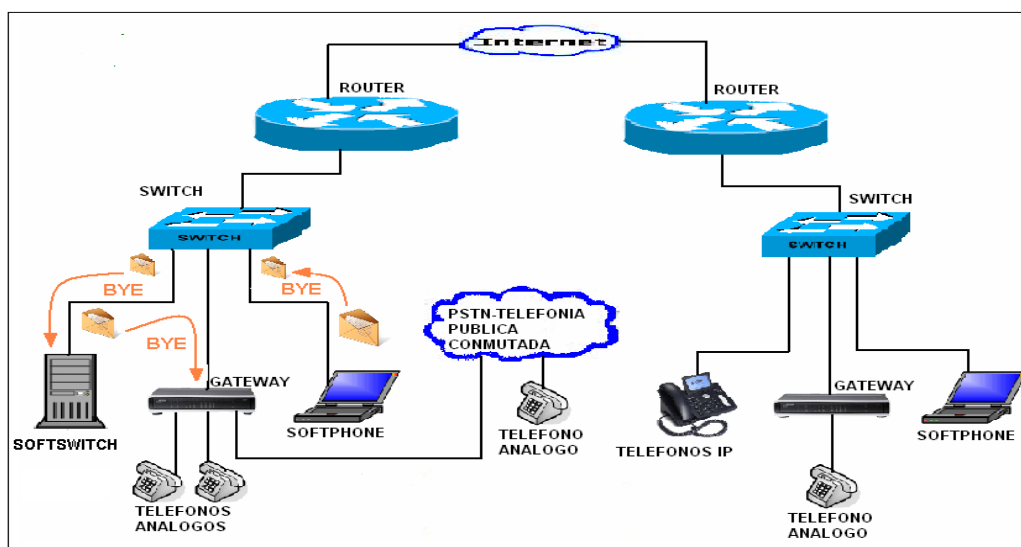


Figura 33. Terminación de una llamada<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Fuente: Autor del libro

En la figura 34 se muestra el ejemplo de un mensaje BYE. El campo “CSeq” indica la secuencia de mensajes BYE con un entero de 231.

```
BYE SIP:  
alice@pc33.Elastix.com SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP 192.0.2.4; rama = z9hG4bKnashds10  
Max-Remite: 70  
De: Gina<sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf  
para: Alejo <sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774  
Call-ID: a84b4c76e66710  
CSeq: 231 BYE  
Content-Length: 0
```

Figura 34. Mensaje BYE [10]

3.3.10 Respuesta del BYE: La figura 35 muestra la confirmación de la recepción del BYE con una respuesta 200 (OK), que pone fin al período de sesiones y la transacción BYE.

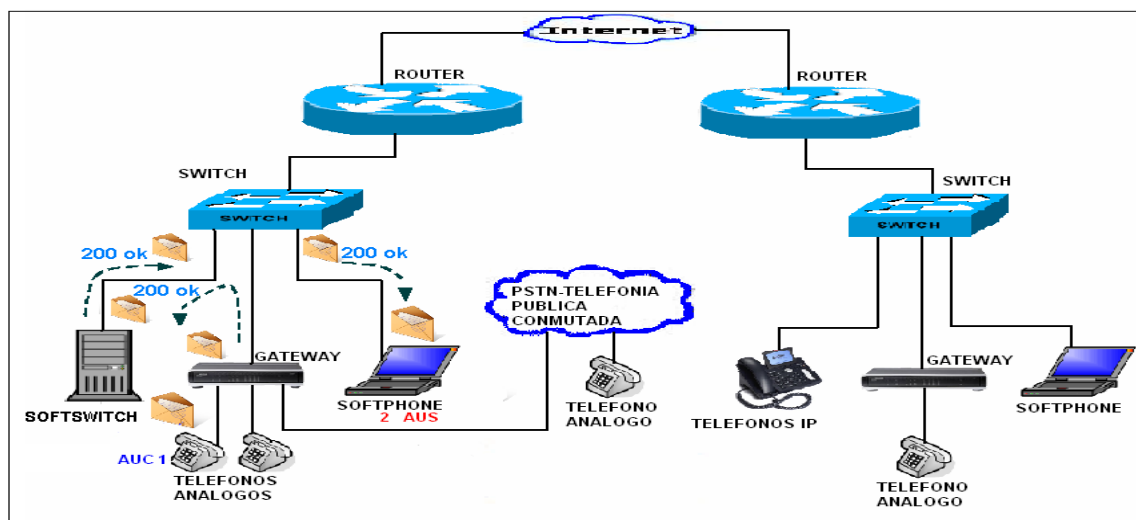


Figura 35. Respuesta del BYE<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Fuente: Autor del libro

La figura 36 muestra el ejemplo de un mensaje de respuesta para un BYE.

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 192.0.2.4; rama = z9hG4bKnashds10
De: Gina<sip:gina@Elastix.com>; tag = a6c85cf
para: Alejo<sip:alejo@Elastix.com>; tag = 1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 231 BYE
Content-Length: 0
```

Figura 36. Mensaje de respuesta al BYE [10]

#### 4. CALCULO DEL ANCHO DE BANDA DE UNA LLAMADA VoIP

Para la transmisión de paquetes en una red VoIP. Las muestras de voz o los datos deben ser antes codificados y empaquetados secuencialmente por protocolos que permiten el envío de cada paquete como se describe en la figura 37.

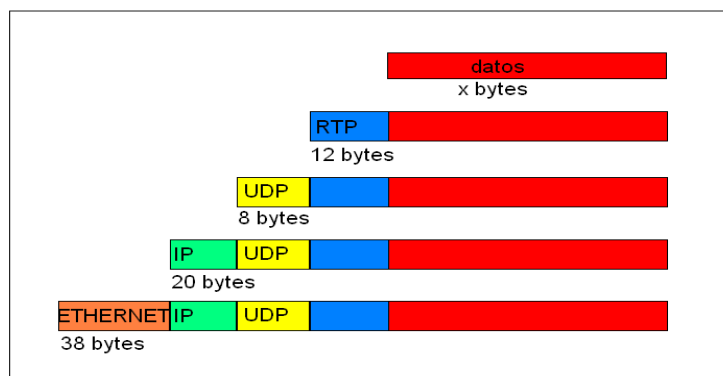


Figura 37. Cabeceras VOIP<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Fuente: Autor del libro

#### 4.1 Tamaño de las cabeceras:

La voz es transportada sobre el protocolo RTP, a su vez los paquetes generados por RTP son transportados por el protocolo UDP. Luego, los paquetes UDP son transmitidos como carga útil del protocolo IP. Estos protocolos están presentes siempre en una comunicación de VoIP. En cambio, el protocolo de capa (acceso) 2 puede ser cualquiera que pueda transportar datagramas IP. En UDP el tamaño del encabezado es de 8 bytes como se muestra en la figura 37. En IPv4 el encabezado en la mayoría de los casos es de 20 bytes, pero podría crecer hasta 60 bytes con el campo de opciones.

En RTP, la cabecera tiene tamaño variable también aunque, siempre que no haya mezcla de audio, el tamaño será de 12 bytes. [7]

#### 4.2 Cabeceras de los Protocolos usados en VoIP:

A continuación se describen las cabeceras de cada protocolo usados en Voz IP.

4.2.1 Cabecera del protocolo RTP: la figura 38 muestra los campos de una cabecera RTP.

|                                                   |   |   |   |     |   |      |                     |
|---------------------------------------------------|---|---|---|-----|---|------|---------------------|
| 0                                                 | 1 | 2 | 3 | 4-7 | 8 | 9-15 | 16-31               |
| V=2                                               | P | E |   | CC  | M | PT   | Número de secuencia |
| Etiqueta de tiempo                                |   |   |   |     |   |      |                     |
| Identificador de fuente de sincronización (SSRC)  |   |   |   |     |   |      |                     |
| Identificador de fuente contribuyente (CSRC) -1-  |   |   |   |     |   |      |                     |
| Identificador de fuente contribuyente (CSRC) -2-  |   |   |   |     |   |      |                     |
| .....                                             |   |   |   |     |   |      |                     |
| Identificador de fuente contribuyente (CSRC) -CC- |   |   |   |     |   |      |                     |
| VOZ CODIFICADA                                    |   |   |   |     |   |      |                     |

Figura 38. Cabecera RTP [7]

- Campo de versión V: 2 bits de longitud. Indica la versión del protocolo (V=2).
- Campo de relleno P: 1 bit. Si P es igual a 1, el paquete contiene bytes adicionales para rellenar y finalizar el último paquete.
- Campo de extensión X: 1 bit. Si X = 1, el encabezado está seguido de un paquete de extensión.

- Campo de conteo CRSC CC: 4 bits. Contiene el número de CRSC que le sigue al encabezado.
- Campo de marcador M: 1 bit. Un perfil de aplicación define su interpretación.
- Campo de tipo de carga útil PT: 7 bits. Este campo identifica el tipo de carga útil (audio, video, imagen, texto, html, etc.).
- Campo Número de secuencia: 16 bits. Su valor inicial es aleatorio y aumenta de a 1 por cada paquete enviado.
- Campo Marca de tiempo: 32 bits. Refleja el instante de muestreo del primer byte del paquete RTP.
- Campo SSRC: 32 bits. Identifica de manera única la fuente. La aplicación elige su valor de manera aleatoria. SSRC identifica la fuente de sincronización.
- Campo CSRC: 32 bits. Identifica las fuentes contribuyentes.

4.2.2 Cabecera del protocolo UDP: La figura 39 muestra que La cabecera UDP consta de 4 campos de los cuales 2 son opcionales. Los campos de los puertos fuente y destino son campos de 16 bits que identifican el proceso de origen y recepción. El campo de la cabecera restante es un checksum de 16 bit que abarca la cabecera, los datos y una pseudo-cabecera con las IP origen y destino, el protocolo, la longitud del datagrama y 0's hasta completar un múltiplo de 16.

| +  | Bits 0 - 15          | 16 - 31              |
|----|----------------------|----------------------|
| 0  | Puerto origen        | Puerto destino       |
| 32 | Longitud del Mensaje | Suma de verificacion |
| 64 | Datos                |                      |

Figura 39. Cabecera UDP<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Fuente: autor del libro

4.2.3 Cabecera del protocolo IP: la figura 40 muestra el campo de la cabecera del protocolo IP. A continuación se describen algunos campos de la cabecera IP.

- Versión: 4 bits, Siempre vale lo mismo (0100). Este campo describe el formato de la cabecera utilizada. En la tabla se describe la versión 4.
- Tamaño Cabecera (IHL): 4 bits Longitud de la cabecera, en palabras de 32 bits. Su valor mínimo es de 5 para una cabecera correcta, y el máximo de 15.
- Tipo de Servicio: 8 bits, indica una serie de parámetros sobre la calidad de servicio deseada durante el tránsito por una red.
- Posición de Fragmento: 13 bits, En paquetes fragmentados indica la posición, en unidades de 64 bits, que ocupa el paquete actual dentro del datagrama original. El primer paquete de una serie de fragmentos contendrá en este campo el valor 0.
- Tiempo de Vida (TTL): 8 bits, Indica el máximo número de direccionadores que un paquete puede atravesar. Cada vez que algún nodo procesa este paquete disminuye su valor en, como mínimo, un direccionador. Cuando llegue a ser 0, el paquete no será reenviado.
- Protocolo: 8 bits, Indica el protocolo de siguiente nivel utilizado en la parte de datos del datagrama.
- Checksum Cabecera: 16 bits. Se recalcula cada vez que algún nodo cambia alguno de sus campos (por ejemplo, el Tiempo de Vida). <sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> es.wikipedia.org

|                         |                 |                  |                   |                       |
|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| 0-3                     | 4-7             | 8-15             | 16-18             | 19-31                 |
| Versión                 | Tamaño Cabecera | Tipo de Servicio | Longitud Total    |                       |
| Identificador           |                 |                  | Flags             | Posición de Fragmento |
| Time To Live            |                 | Protocolo        | Checksum Cabecera |                       |
| Dirección IP de Origen  |                 |                  |                   |                       |
| Dirección IP de Destino |                 |                  |                   |                       |
| Opciones                |                 |                  |                   | Relleno               |

Figura 40. Cabecera IP<sup>33</sup>

4.3 Ancho de Banda teórico: En la tabla 2 se muestran los parámetros y resultados de cálculos de ancho de banda para distintos codificadores y distintos tamaños de tramas.

- Lt = Es la longitud de trama en bytes.
- Tt= Es el tamaño de trama en milisegundos.
- N= Es la cantidad de tramas por paquetes.
- BW= Es el ancho de banda en Kbps

| CODEC | Tasa   | Lt<br>(bytes) | Tt<br>(ms) | N   | Tt.N<br>(ms) | 1/(Tt.N)<br>paq/seg | Lt.N(bytes) | Total<br>(bytes) | BW<br>(Kbps) |
|-------|--------|---------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------|------------------|--------------|
| G.729 | 8 Kbps | 10            | 10         | 3   | 30           | 33,33               | 30          | 108              | 28,8         |
|       |        |               |            | 6   | 60           | 16,67               | 60          | 138              | 18,4         |
| G.711 | 64Kbps | 1             | 0,125      | 240 | 30           | 33,33               | 240         | 318              | 84,8         |
|       |        |               |            | 480 | 60           | 16,67               | 480         | 558              | 74,4         |

Tabla 2.Parámetros de Ancho de Banda con codificadores<sup>34</sup>

Para el códec G.729, Al multiplicar N por Tt se obtienen los valores de 30 y 60ms y se observa que es menor la tasa de ancho de banda.

<sup>33</sup> es.wikipedia.org

<sup>34</sup> Fuente: Autor del libro

Para el códec G.711 no hay mucha ganancia de ancho de banda entre usar 30 ó 60ms. El codec G.711 consume más ancho de banda, genera un retardo similar y además consume más recurso de procesamiento. Por lo cual, la calidad del audio es mejor. Además, si se tienen requerimientos de bajo retardo, podría utilizarse una sola trama reduciendo considerablemente el retardo.

A continuación se explicara un ejemplo del cálculo del encabezado para un Codec G.711:  
Ejemplo: Calcular el ancho de banda sobre Ethernet, si se utiliza G.729 con 3 tramas por paquete.

Solución: Como es sobre Ethernet, solo sumo encabezados de IP, UDP, RTP, ETHERNET. Esto da un total de 78 bytes (20 de IP, 8 de UDP, 12 de RTP, 38 de ETHERNET) a los que hay que sumarle 10 bytes por cada trama de G.729 que da un total de 108 bytes. Como cada trama se transmite cada 10ms en G.729, al tener 3 tramas por paquete, transmitiremos un paquete cada 30ms. Osea que, transmitiremos 864 bits (108x8) cada 30ms, lo que da una tasa de 28,8 kbps. [7]

## 5. TOMA DE MUESTRAS DE TRAFICO VoIP

### 5.1 Introducción

Para este capítulo se quiere mostrar el comportamiento de los protocolos y el ancho de banda que es usado para diferentes flujos en la tecnología VoIP. Se tendrá en cuenta un incremento del número de flujos por cada toma de muestra que se realice. Para un flujo VoIP, se mostrara un análisis completo de todos los protocolos y gráficas del ancho de banda con la explicación detallada por tiempos. Para los siguientes Experimentos los resultados son analizados sin tener en cuenta los procesos ya presentados en el primer flujo. Se realizaron 10 muestras de las cuales fue incrementando, cada muestra fue realizada con Voz real, así se pudo comparar con los datos teóricos. Se comprobó el verdadero ancho de banda que consume un sistema VoIP.

5.2 Arquitectura de Red utilizada: la figura 41 muestra el diseño montado para una red VoIP, este esquema se utilizó para las pruebas en el laboratorio de la UPB. Cada dispositivo tiene su dirección IP y su respectiva mascara con la que fue configurada. El Softswitch se encarga de comunicar cada extensión. Las extensiones se encuentran numeradas a partir de 101 hasta 109. Todos los dispositivos se encuentran unidos al Switch, el cual se encarga de pasar datos de un dispositivo a otro. El Gateway se encarga de adaptar los teléfonos análogos a la tecnología VoIP, convirtiendo la Voz a digital y viceversa. Los computadores trabajan con un Softphone debido a que tiene instalado el programa IDEFISK, que permite la comunicación con todos los demás dispositivos.

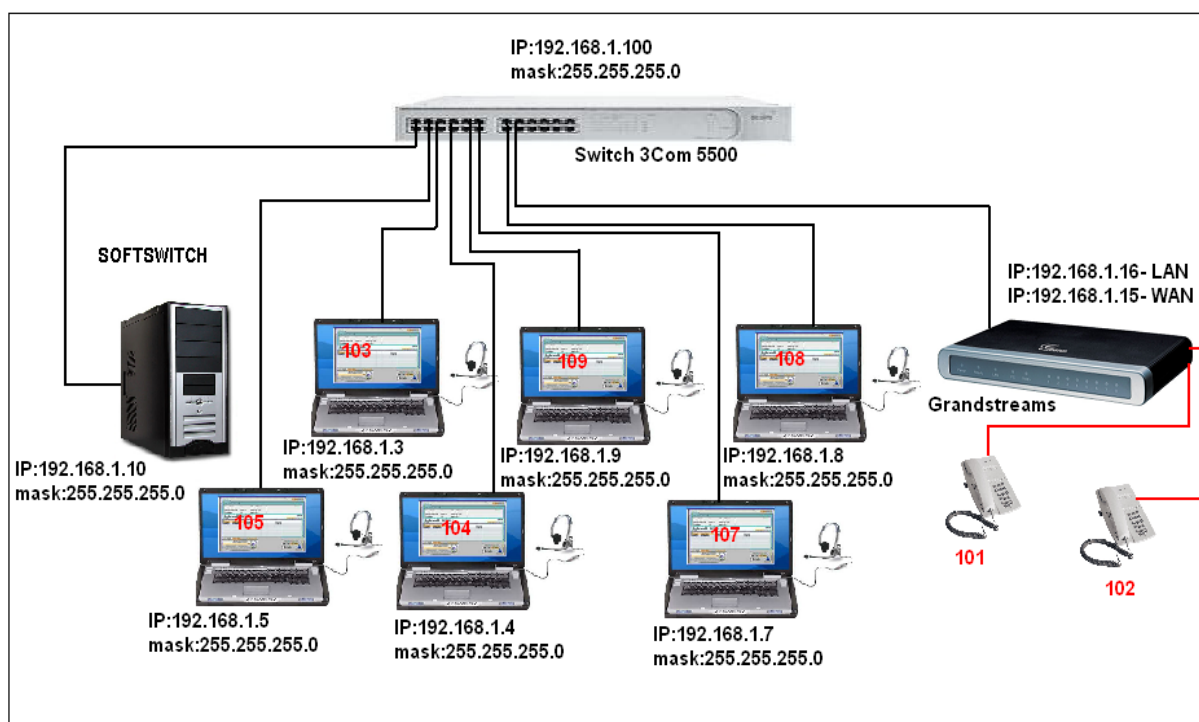


Figura 41. Arquitectura VOIP<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Fuente: autor del libro

### 5.3 Experimento 1: Un flujo VoIP.

#### 5.3.1 Condiciones de la prueba:

Se realizó una sola llamada desde la IP: 192.168.1.5 a la IP: 192.168.1.4, esta llamada se realizó con pruebas reales de voz, con Softphone para cada dirección IP y nombradas con Extensiones 104 y 105 como se observa en la figura 39. Las muestras se tomaron haciendo Mirror en el Switch 3COM y permite filtrar todas las llamadas VoIP a través de Wireshark. El Softphone usado fue el PC con IP 192.168.1.3 y de Extensión 103.

5.3.2 Resultados obtenidos: La figura 42 muestra el ancho de banda en Kbps, y se encuentran representados Gráficamente los siguientes protocolos con su respectivo color:

- ♦ La línea negra, muestra el ancho de banda total de una sola llamada.
- ♦ La línea verde, muestra el BW del protocolo RTP durante la llamada.
- ♦ La línea rojo, muestra el BW del protocolo SIP durante la llamada.
- ♦ La línea azul, muestra el BW del protocolo UDP durante la llamada.
- ♦ La línea rosada, muestra el BW del protocolo SDP durante la llamada.

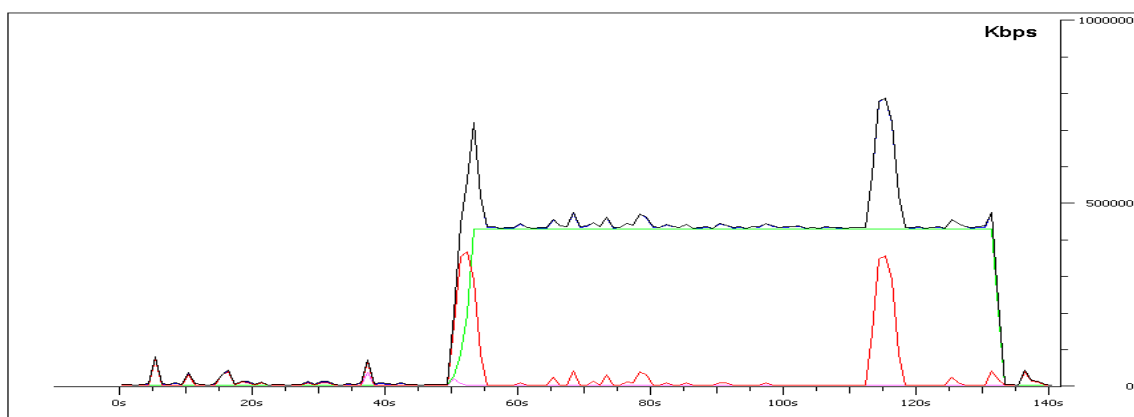


Figura 42. Tráfico de una llamada<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Fuente: Autor del libro

La figura 42 muestra un ancho de banda promedio de 450Kbps.

La figura 43, Se observa que en una llamada VoIP, El protocolo RTP transmite 250 paquetes/segundo de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 260 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 55 paquetes/seg.

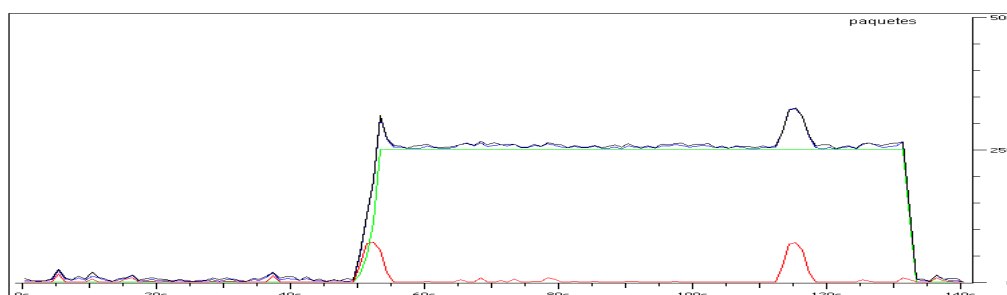


Figura 43. Paquetes en 1 llamada<sup>37</sup>

5.3.3 DIAGRAMA DE MENSAJES PARA 1 LLAMADA VOIP, La figura 44 permite el análisis de una llamada en diferentes momentos:

| Time    | 192.168.1.5                                      | 192.168.1.10 | 192.168.1.4 | Comment                                                    |
|---------|--------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------------------------------------------|
| 37.140  | INVITE SDP (OSM speex ILBC g711U g711A teleph... |              |             | SIP From: sip:101@192.168.1.10 To:sip:108@192.168.1.10     |
| 37.141  | INVITE SDP (OSM speex ILBC g711U g711A teleph... |              |             | SIP From: sip:101@192.168.1.10 To:sip:108@192.168.1.10     |
| 37.141  | 407 Proxy Authentication Required                |              |             | SIP Status                                                 |
| 37.142  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 37.142  | INVITE SDP (OSM speex ILBC g711U g711A teleph... |              |             | SIP Request                                                |
| 37.142  | INVITE SDP (OSM speex ILBC g711U g711A teleph... |              |             | SIP From: sip:101@192.168.1.10 To:sip:108@192.168.1.10     |
| 37.143  | (5060) 100 Trying                                | (5060)       |             | SIP Status                                                 |
| 37.356  | INVITE SDP (g711U g711A telephone-event)         |              |             | SIP From: sip:101@192.168.1.10 To:sip:108@192.168.1.4:5060 |
| 37.361  | (5060) 180 Ringing                               | (5060)       |             | SIP Status                                                 |
| 37.407  | (5060) 180 Ringing                               | (5060)       |             | SIP Status                                                 |
| 50.632  | 200 OK SDP (g711U telephone-event)               |              |             | SIP Status                                                 |
| 50.633  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 50.633  | 183 Session Progress SDP (g711U g711A telepho... |              |             | SIP Status                                                 |
| 50.633  | 200 OK SDP (g711U g711A telephone-event)         |              |             | SIP Status                                                 |
| 50.667  | (5060) RTP (g711U)                               | (5060)       |             | RTP Num packets:4099 Duration:81.778s SSRC:0x9C853D4E      |
| 51.633  | 200 OK SDP (g711U g711A telephone-event)         |              |             | SIP Status                                                 |
| 52.632  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 52.632  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 52.632  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 52.632  | (5060) ACK                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 52.672  | (5060) RTP (g711U)                               | (5060)       |             | RTP Num packets:7982 Duration:79.818s SSRC:0x6FF6A2C6      |
| 52.672  | (5060) RTP (g711U)                               | (5060)       |             | RTP Num packets:3990 Duration:79.799s SSRC:0x2F6A05F       |
| 52.687  | (5060) RTP (g711U)                               | (5060)       |             | RTP Num packets:3989 Duration:79.759s SSRC:0x6E1DCFE       |
| 132.479 | (5060) BYE                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 132.480 | (5060) 200 OK                                    | (5060)       |             | SIP Status                                                 |
| 132.492 | (5060) BYE                                       | (5060)       |             | SIP Request                                                |
| 132.504 | (5060) 200 OK                                    | (5060)       |             | SIP Status                                                 |

Figura 44. Mensajes en una llamada VOIP<sup>38</sup>

<sup>37</sup> Fuente: autor del libro

<sup>38</sup> Fuente: Autor del libro

La figura 44 muestra los paquetes enviados por cada dirección IP durante toda la sesión. Se Muestra 11 columnas y cada una representa una dirección IP. Todos los paquetes que pertenecen a la misma llamada tienen el mismo color. Las flechas muestran la dirección de cada paquete en la llamada. Un mensaje sobre cada flecha muestra el tipo de mensaje y el códec utilizado.

El tráfico RTP se muestra en una flecha más ancha con el Códec respectivo. Además, se muestran el puerto origen y puerto destino del protocolo UDP por paquete. La columna "comment" muestra información de cada protocolo. Si el mensaje es del protocolo SIP, se muestra si el paquete es un mensaje "Request" o "Status". El mensaje INVITE también muestra los campos "From" y "To".

#### 5.3.3.1 Comportamiento del Protocolo SIP:

En 37,140 segundos, el protocolo SIP envía una solicitud o petición en un mensaje de invitación (INVITE). La invitación es enviada primero a la dirección IP del servidor elastix 192.168.1.10 que se encarga de ubicar al usuario y se queda esperando que el usuario conteste la llamada, como lo muestra la figura 44.

En 50seg, el protocolo SIP muestra una ráfaga durante la sesión, indicando que se están enviando mensajes como 180 ringing, 200 ok, ACK. Lo anterior demuestra que estos mensajes consumen un ancho de banda aproximadamente de 350Kbps, en el momento de un inicio o terminación de una sesión.

En 113,479 segundos, el protocolo SIP envía un mensaje BYE, que indica que ha terminado la sesión. Se muestra una ráfaga que tiene un ancho de banda de 350Kbps aproximadamente, y que lleva los mensajes de confirmación como 200 ok, ACK para finalizar la sesión en SIP. Este mensaje BYE es enviado por el usuario que cuelga o termina la llamada, en este caso es la IP: 192.168.1.4.

#### 5.3.3.2 Comportamiento del Protocolo RTP:

En 50 segundos, el protocolo RTP presenta un aumento de ancho de banda ya que en ese instante se inicia la conversación, es decir, se envían datos de voz desde la IP: 192.168.1.4 por medio del protocolo RTP. En la figura 42 también se muestra que el protocolo RTP envía información constantemente ya que no se utilizó un supresor de silencio, por lo cual hay tráfico RTP aproximadamente constante desde 50s hasta 131 segundos.

#### 5.3.3.3 Comportamiento del protocolo UDP y SDP:

El protocolo UDP se encarga del transporte. La figura 44 muestra que desde 50s hasta 55seg se propaga una ráfaga que indica que es transportado el protocolo SIP (mensajes 180, 200 ok, ACK) sobre UDP.

En 55seg hasta 134seg, la grafica muestra que el protocolo UDP se encarga de transportar los protocolos SIP y RTP, es decir toda la información que contiene el protocolo SIP, y el protocolo RTP como la voz.

En 113seg, se presenta una ráfaga que indica que el protocolo UDP transporta los protocolos SIP (mensaje BYE) y RTP (voz). Esta es la causa por la que el ancho de banda sube hasta 780Kbps aproximadamente.

Finalmente en 37,140seg, en la gráfica muestra el protocolo SDP en un intervalo de tiempo muy pequeño. Esto se debe a que SDP es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia.

#### 5.3.4 Otras Herramientas del Wireshark para VoIP

5.3.4.1 Registro de llamadas VoIP: en la figura 45, se muestra mediante el Wireshark la llamada que se realizó. La primera columna es quien hizo la llamada, y la segunda es quien recibió la llamada.

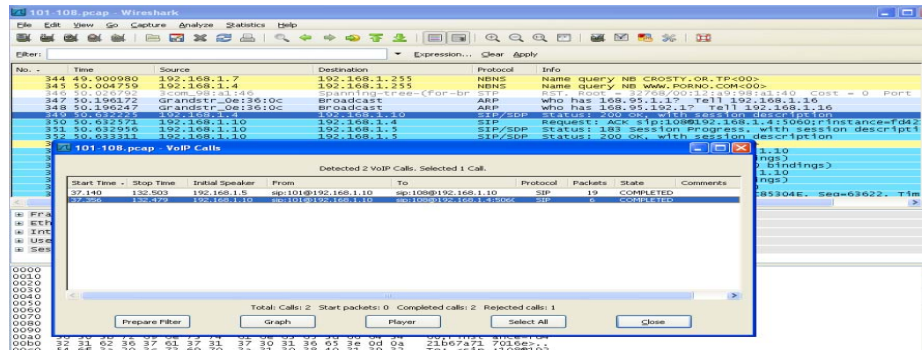


Figura 45. Llamadas VOIP<sup>39</sup>

#### 5.3.4.2 Codificación del paquete RTP:

Los paquetes RTP de una conversación pueden ser decodificados con Wireshark y muestran la grabación de la voz durante la llamada realizada. La figura 46 muestra la forma de la voz en un solo sentido ya que solo se realizó una prueba de voz desde el teléfono que recibió la llamada.

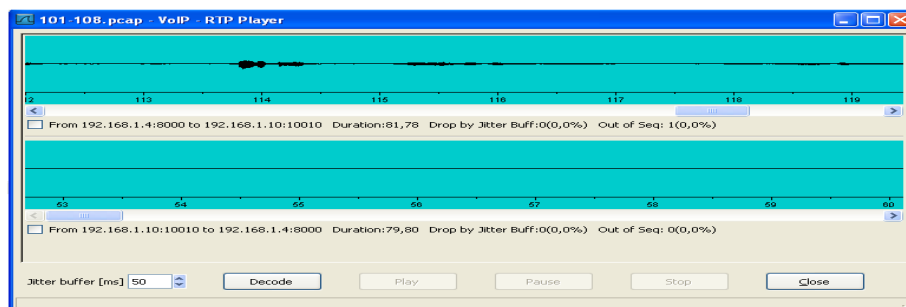


Figura 46. Decodificación de la voz<sup>40</sup>

### 5.4 Experimento 2: 2 flujos VoIP

5.4.1 Condiciones de la Prueba: Se realizaron 2 llamadas simultaneas, la primera llamada, desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.16, y la segunda llamada desde la

<sup>39</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>40</sup> Fuente: Autor del libro

IP: 192.168.1.7 a la IP: 192.168.1.3. Se utilizó el Gateway para el teléfono con dirección IP: 192.168.1.16 y los demás direcciones IP con Softphone. Ver figura 41.

5.4.2 Resultados Obtenidos: Las llamadas se realizaron con pruebas reales de voz, donde la figura 47 muestra que el ancho de banda promedio es 700Kbps. En Dos llamadas simultaneas VoIP.

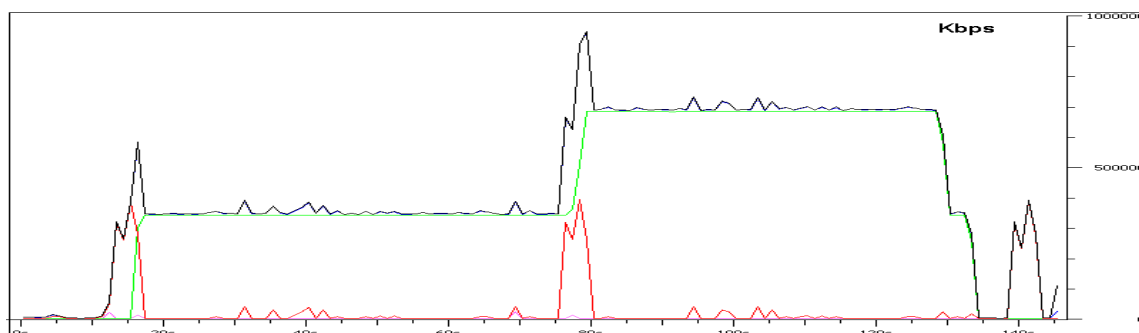


Figura 47. Trafico de 2 llamadas<sup>41</sup>

En La figura 48, El protocolo RTP transmite 400 paquetes/segundo de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 410 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 80 paquetes/seg.

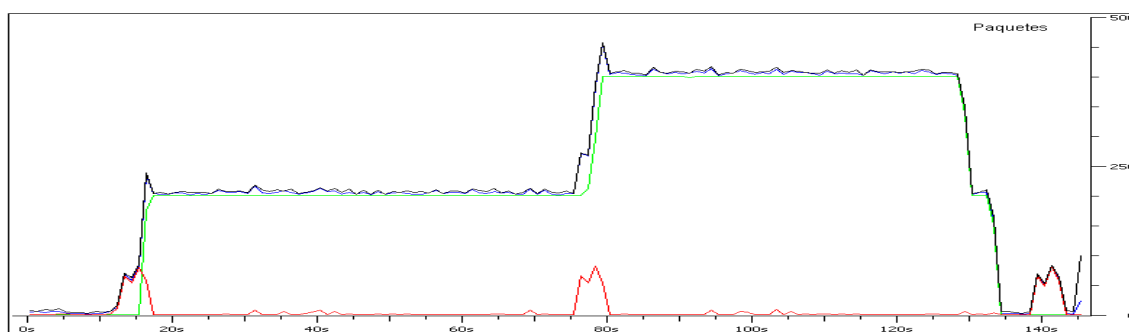


Figura 48. Paquetes en 2 llamadas<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>42</sup> Fuente: autor del libro

De la figura 48 se extrae el análisis de cada protocolo. El protocolo SIP presenta dos ráfagas similares en los tiempos de 12,3 seg y 77 seg. Cada ráfaga muestra que se está estableciendo el inicio de la sesión o llamada telefónica. Cada ráfaga consume un ancho de banda de 400Kbps.

El protocolo RTP se presenta durante un intervalo de tiempo de 120seg. Para la primera llamada, RTP tiene un ancho de banda de 350Kbps, el cual inicia en el tiempo de 15seg. La gráfica presenta un incremento del ancho de banda de 350Kbps en  $t=80\text{seg}$ , esto ocurre debido a que en el tiempo de 80 seg se inicia la segunda llamada, por lo que hay dos llamadas simultáneas.

El protocolo UDP se encarga de encapsular los protocolos SIP y RTP para ser transportados. La gráfica 48 muestra que el ancho de banda promedio de UDP es de 700Kbps cuando hay dos llamadas en curso. El protocolo SDP funciona cada vez que el protocolo SIP va a establecer una llamada, generando ráfagas en  $t=12\text{s}$  y en  $t=77\text{s}$  aproximadamente.

### 5.5 Experimento 3: 3 Flujos VoIP.

5.5.1 Condiciones de Prueba: Se realizaron 3 llamadas simultáneas, la primera llamada, desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.16, y la segunda llamada desde la IP: 192.168.1.7 a la IP: 192.168.1.3. Y la tercera llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. Se utilizó el Gateway para el teléfono con dirección IP: 192.168.1.16 y las demás direcciones IP con Softphone.

5.5.2 Resultados Obtenidos: la figura 49 muestra las ráfagas en color rojo que describen el uso del protocolo SIP. El promedio de ancho de banda usado por SIP es de 400Kbps por cada ráfaga. La gráfica en verde describe el ancho de banda usado por el transporte de la voz mediante protocolo RTP. El ancho de banda promedio que se utiliza para 3 llamadas simultáneas con voz es de 980Kbps.

En Tres llamadas simultáneas VoIP, El protocolo RTP transmite 560Kbps de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10Kbps. La transmisión total para una llamada es

570Kbps durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 80Kbps.

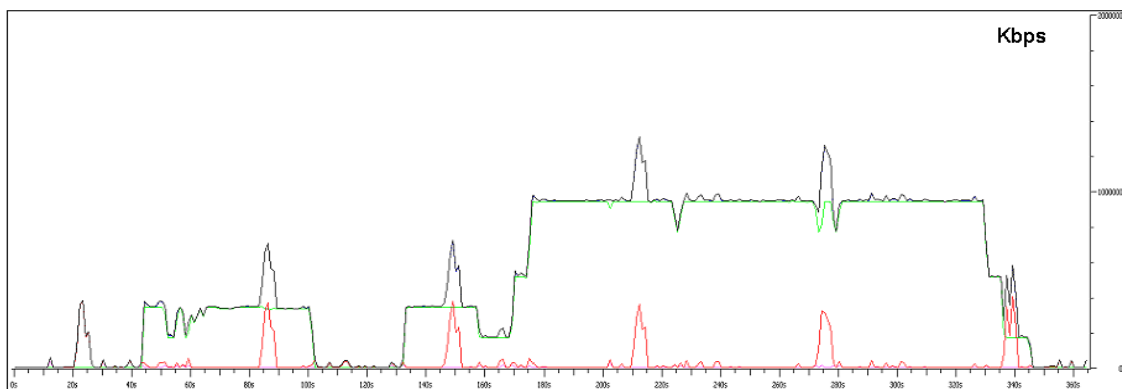


Figura 49. Trafico de 3 llamadas<sup>43</sup>

En la figura 50, Para tres llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 560 paquetes/segundo de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 570 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 80 paquetes/seg.

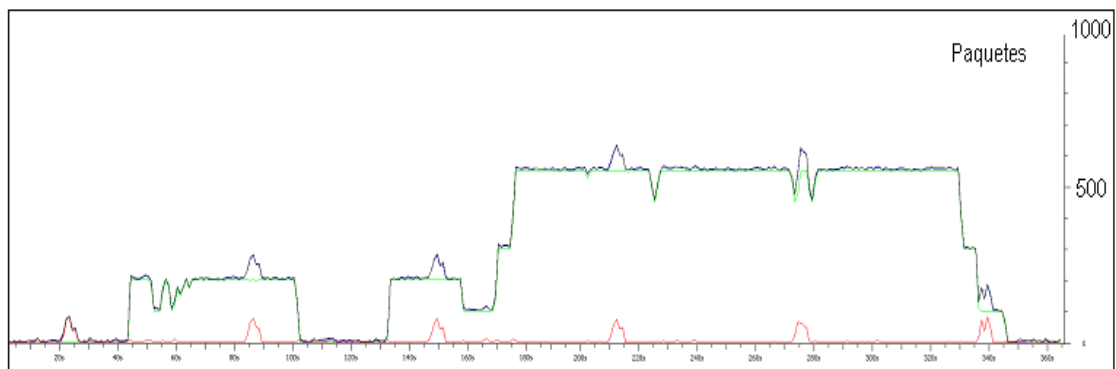


Figura 50. Paquetes en tres llamadas<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>44</sup> Fuente: autor del libro

## 5.6 Experimento 4: 4 Flujos VoIP

5.6.1 Condiciones de Prueba: Se realizaron 4 llamadas simultaneas, la primera llamada, desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.16, y la segunda llamada desde la IP: 192.168.1.7 a la IP: 192.168.1.3. Y la tercer llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. La cuarta llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8 Se utilizó el Gateway para el teléfono con dirección IP: 192.168.1.16 y los demás direcciones IP con Softphone.

5.6.2 Resultados Obtenidos: La figura 51 muestra las fases de cada llamada en sus respectivos tiempos. Las llamadas cumplen el mismo proceso que para 1 llamada en los protocolos SIP, RTP, UDP, para el establecimiento de cada conversación. La grafica 51 muestra el ancho de banda promedio para 4 llamadas simultáneas de 1.1Mbps, luego de alcanzar el máximo ancho de banda para estas 4 llamadas comienza a disminuir ya que las llamadas son finalizadas. En Cuatro llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 660 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 670 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 80 paquetes/seg.

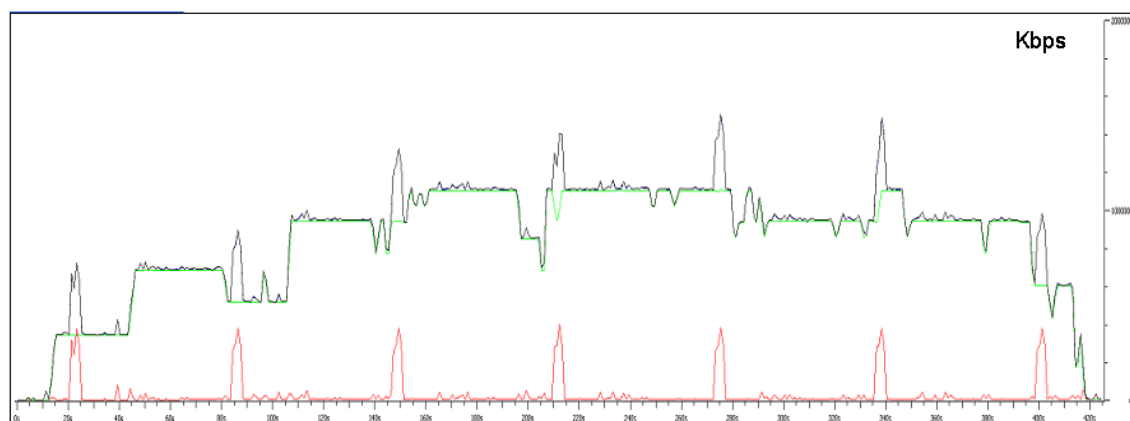


Figura 51. Trafico de 4 llamadas<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup>Fuente: Autor del libro

## 5.7 Experimento 5: 5 Flujos de VoIP

5.7.1 Condiciones de Prueba: Se realizaron 5 llamadas simultaneas, la primera llamada, desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.16, y la segunda llamada desde la IP: 192.168.1.7 a la IP: 192.168.1.3. Y la tercer llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. La cuarta llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. La quinta llamada desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.5 Se utilizó el Gateway para el teléfono con dirección IP: 192.168.1.16 y los demás direcciones IP con Softphone.

5.6.2 Resultados Obtenidos: la figura 52 muestra el ancho de banda promedio para 5 llamadas simultaneas es de 1440Kbps. En Cinco llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 850 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 860 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50 paquetes/seg.

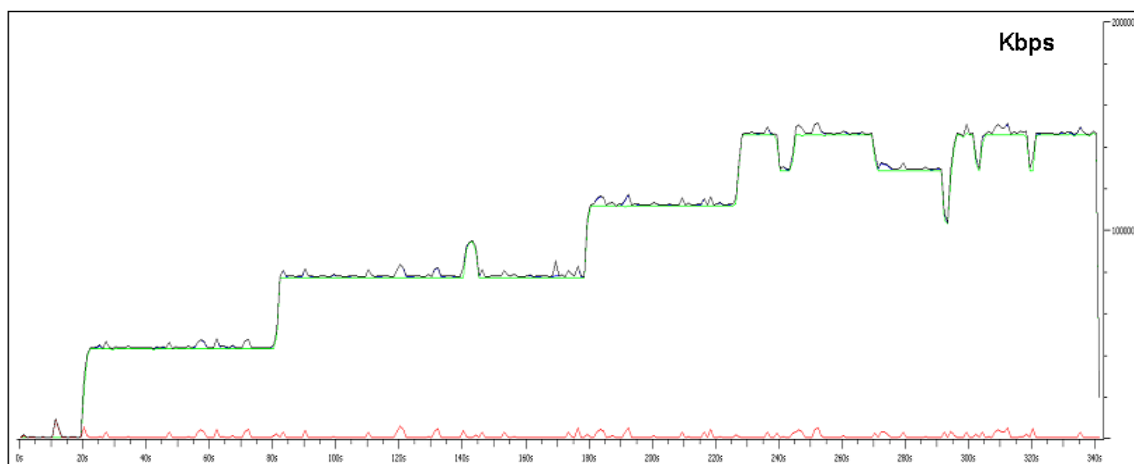


Figura 52. Trafico de 5 llamadas<sup>46</sup>

## 5.8 Experimento 6: 6 Flujos VoIP

5.8.1 Condiciones de Prueba: Se realizaron 6 llamadas simultaneas, la primera llamada, desde la IP: 192.168.1.4 a la IP: 192.168.1.16, y la segunda llamada desde la IP:

---

<sup>46</sup> Fuente: Autor del libro

192.168.1.7 a la IP: 192.168.1.3. Y la tercer llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. La cuarta llamada desde la IP: 192.168.1.16 a la IP: 192.168.1.8. La quinta llamada desde la IP:192.168.1.4 a la IP:192.168.1.5 . La sexta llamada desde la IP:192.168.1.9 a la IP:192.168.1.4 Se utilizó el Gateway para el teléfono con dirección IP: 192.168.1.16 y los demás direcciones IP con Softphone.

5.8.2 Resultados Obtenidos: La figura 53 muestra que para las 6 llamadas realizadas utiliza un ancho de banda de 1440Kbps. En Seis llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 850Kbps de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10Kbps. La transmisión total para una llamada es 860Kbps durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50Kbps.

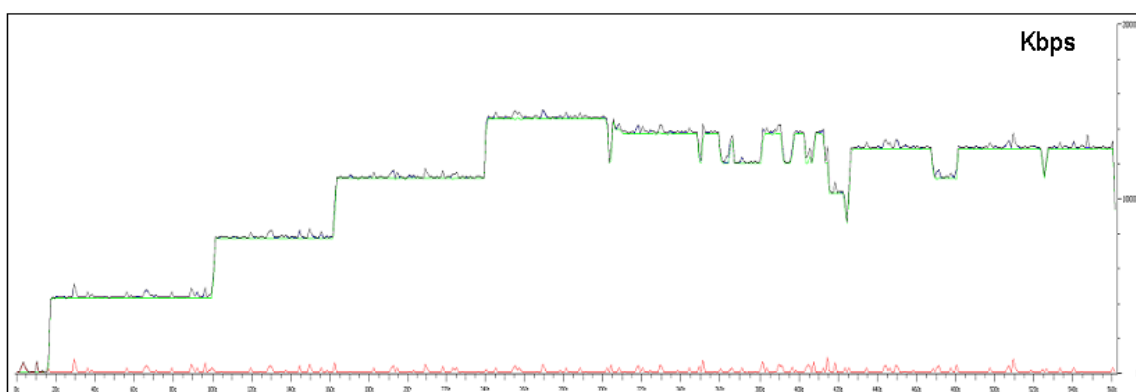


Figura 53. Trafico de 6 llamadas<sup>47</sup>

## 5.9 Experimento 7: 7 Flujos VoIP

5.9.1 Resultados Obtenidos: El ancho de banda promedio que presenta las 7 llamadas es de 1440Kbps. En Siete llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 850 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 860 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50 paquetes/seg.

<sup>47</sup> Fuente: Autor del libro

#### 5.10 Experimento 8: 8 Flujos VoIP

5.10.1 Resultados Obtenidos: El ancho de banda promedio que presenta las 8 llamadas es de 1440Kbps. En Ocho llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 860 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 870 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50 paquetes/seg.

#### 5.11 Experimento 9: 9 Flujos VoIP

5.11.1 Resultados Obtenidos: El ancho de banda promedio que presenta las 9 llamadas es de 1440Kbps. En Nueve llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 860 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 870 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50 paquetes/seg.

#### 5.12 Experimento 10: 10 Flujos de VoIP

5.12.1 Resultados Obtenidos: en la figura 54, Para esta prueba se realizaron 10 llamadas simultáneamente, además se realizó prueba de transmisión de voz entre cada llamada. Así poder analizar el ancho de banda consumido por las cabeceras de los protocolos, como de la voz transmitida por RTP y UDP. El ancho de banda promedio para 10 llamadas simultaneas es de 1440Kbps. En Diez llamadas simultaneas VoIP, El protocolo RTP transmite 860 paquetes/seg de voz, y el protocolo UDP tiene una cabecera de 10 paquetes/seg. La transmisión total para una llamada es 870 paquetes/seg durante una conversación. Las ráfagas propagadas por el protocolo SIP transmiten 50 paquetes/seg.

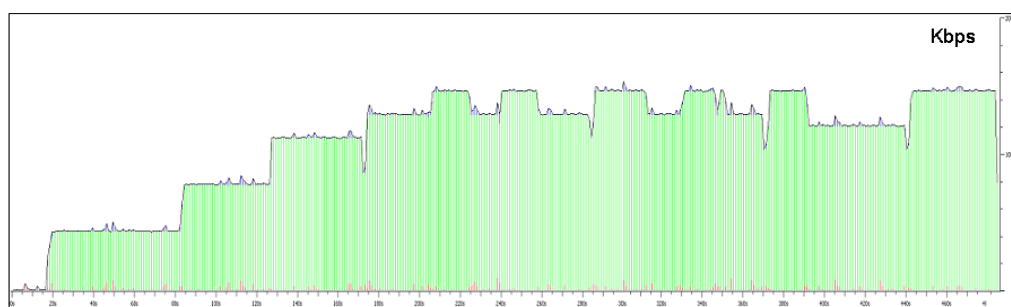


Figura 54. Tráfico de 10 llamadas simultáneas<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Fuente: Autor del libro

## 6 ANALISIS DEL ANCHO DE BANDA VOIP

El ancho de banda teórico mostrado en la tabla 3, no corresponde al real, ya que no se incluyen todos los protocolos de transmisión, tampoco el consumo de bits de la voz. Para las pruebas realizadas de VoIP se demuestra un aumento de ancho de banda, esto se debe a que los protocolos RTP y UDP transportan la voz. Además para la codificación se utilizó el códec G711. La claridad del audio del códec G711 es mejor, esta es la razón del aumento del ancho de banda de las muestras obtenidas.

La tabla 3 presenta los datos de cada Experimento realizado con su respectivo ancho de banda promedio y el número de paquetes RTP destinados a la voz. (Todos fueron descritos en la Sección 5)

| NUMERO DE LLAMADAS SIMULTANEAS | ANCHO DE BANDA (Kbps) | PAQUETES RTP (PAQUETES/SEG) |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1                              | 450                   | 250                         |
| 2                              | 700                   | 400                         |
| 3                              | 980                   | 560                         |
| 4                              | 1100                  | 660                         |
| 5                              | 1440                  | 850                         |
| 6                              | 1440                  | 850                         |
| 7                              | 1440                  | 850                         |
| 8                              | 1440                  | 860                         |
| 9                              | 1440                  | 860                         |
| 10                             | 1440                  | 860                         |

Tabla 3. Datos de las llamadas VOIP<sup>49</sup>

### 6.1 Distribución del ancho de banda

En la figura 55 se observa la grafica de la variación del ancho de banda promedio consumido con respecto al numero de llamadas simultaneas (desde 1 llamada hasta 10

---

<sup>49</sup> Fuente: Autor del libro

llamadas simultáneas). Se observa que inicialmente el ancho de banda promedio aumenta a mayor número de llamadas simultáneas. Sin embargo, a partir de 5 llamadas simultáneas, se observa que el ancho de banda promedio llega a 1440Kbps. Este promedio se mantiene constante hasta las 10 llamadas simultáneas.

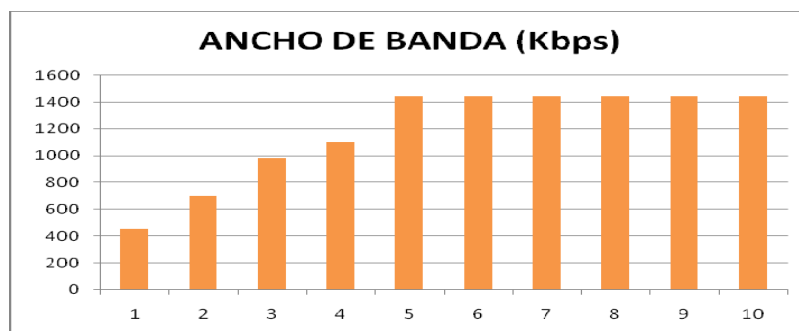


Figura 55. Ancho de banda promedio<sup>50</sup>

## 6.2 Distribucion de paquetes RTP

En la figura 56 se observa la gráfica de variación del número medio de paquetes RTP transmitidos en cada prueba realizada (desde 1 llamada hasta 10 llamadas simultáneas). Se observa inicialmente que el número de paquetes asciende a mayor número de llamadas simultáneas, este comportamiento se presenta por el incremento de muestras de voz a medida que se incrementa el número de las llamadas. Nuevamente, después de cinco llamadas el envío de paquetes por segundo se mantiene constante, en un promedio de 850 paq/seg aproximadamente. Este comportamiento puede ser debido al orden de las colas que se manejan en los Switches. El comportamiento que ya deja de hacer un incremento proporcional al número de flujos deberá estudiarse en un futuro proyecto.

---

<sup>50</sup> Fuente: Autor del libro

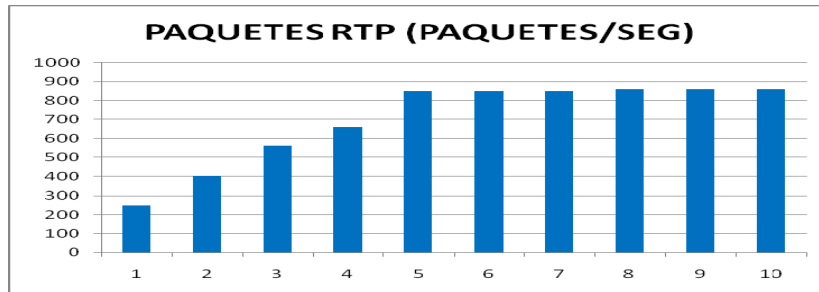


Figura 56. Paquetes RTP<sup>51</sup>

### 6.3 Distribucion Porcentual del ancho de banda

En la figura 57 se observa la distribucion porcentual del consumo de ancho de banda con respecto al ancho de banda total del canal (100Mbps). Se observa que el ancho de banda medio incrementa directamente al incrementar las llamadas simultaneas desde la primera llamada hasta la quinta llamada, despues de la quinta llamada se observa que el porcentaje de consumo de ancho de banda es constante hasta la decima llamada.

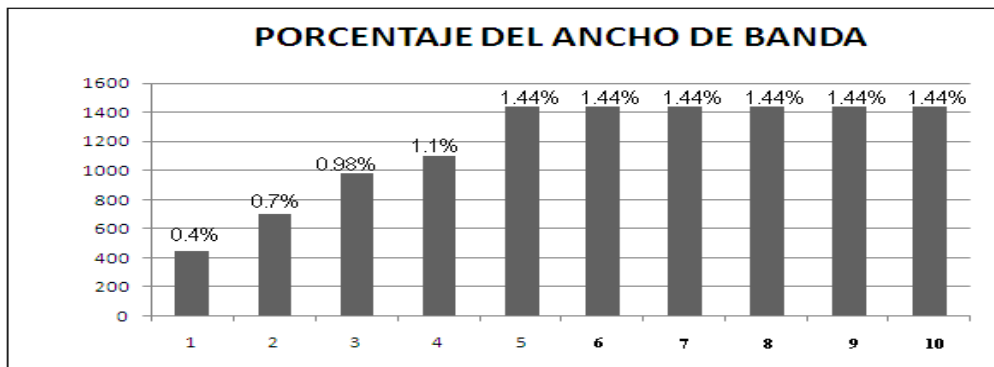


Figura 57. Porcentaje del ancho de banda<sup>52</sup>

<sup>51</sup> Fuente: Autor del libro

<sup>52</sup> Fuente: Autor del libro

#### IV. CONCLUSIONES

- El protocolo SIP, es un mecanismo que se encarga de establecer las llamadas que se deseen hacer por el sistema VoIP. SIP es el protocolo mas actualizado para comunicaciones VoIP.
- Las redes de conmutación por paquetes en el sistema VoIP consume un mayor ancho de banda que la telefonía análoga, esto se debe al codificador G.711. El proceso de conversión de la voz es manipulada por el códec G711, este códec codifica la voz análoga a 64Kbps el cual presenta un alto flujo de paquetes RTP y una alta calidad de transmisión de la voz al usuario destino.
- El Ancho de Banda presenta una alta tasa de Kilobits en comparación a los datos teóricos estudiados. Este comportamiento se debió a que en los experimentos realizados se suman todas las cabeceras de los protocolos y el tamaño del paquete de la Voz.
- La calidad de la voz es un componente importante en VoIP. Cuando hay una congestión de red es importante para la red proveer mejor servicio al tráfico de tiempo real tal como la VoIP, ya que los datos transmitidos son de voz. Para ello se necesita prioridad de llegada al destino establecido, de lo contrario habría pérdida de paquetes en una transmisión de voz y es lo que se debe evitar.
- La telefonía VoIP no requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que toma la conversación, los recursos que intervienen en la realización de una llamada pueden ser utilizados en otra cuando se produce un silencio, lo que implica un uso más eficiente de los mismos.

- Se transmitieron datos de voz a través de equipos de red como el router Cisco 805, el Switch 3com, y el Gateway Grandstream que inicialmente fueron programados cada uno con su respectivo lenguaje y la dirección IP de red de cada uno, con esto se obtuvo una buena comunicación de voz por la red contruida en el laboratorio de redes de la UPB.
- El máximo número de llamadas simultaneas realizadas fueron 10 llamadas y el ancho de banda promedio en caso extremo fue 1440Kbps, este valor se mantuvo constante después de 5 llamadas simultaneas. Este comportamiento puede ser debido al orden de las colas que se manejan en los Switches. El comportamiento que ya deja de hacer un incremento proporcional al número de flujos deberá estudiarse en un futuro proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Home Page Wireshark, [www.wireshark.com](http://www.wireshark.com)
- [2] Home Page Manual SIP, [www.ietf.org](http://www.ietf.org)
- [3] Home Page Idefisk, [www.asteriskguru.com/idefisk](http://www.asteriskguru.com/idefisk)
- [4] Home Page Asterisk, [www.asterisk.com](http://www.asterisk.com)
- [5] HILL, Brian. CISCO Manual de Referencia. Primera edición. Editorial Mc Graw Hill/ Interamericana de España.
- [6] STALLINGS, William. Comunicaciones y Redes de Computadores. Séptima edición. Editorial Pearson Educación S.A. Madrid 2004
- [7] MISHRA, Ajay R. Advanced Cellular Network Planning and Optimisation. Editorial John Wiley & Sons. 2007. ISBN-13-978-0-470-01471-4 (HB), England.
- [8] BLACK, Uyless. Redes de computadores, protocolos, normas e interfaces. Segunda edición. Editorial Alfaomega.
- [9] Cisco Systems, Inc. Academia de Networking de Cisco Systems: Guia del Segundo año. CCNA 3 y 4. Tercera edición, PEARSON EDUCACION, S.A. Madrid, 2004.

[10] RFC 3261, (SIP) Session Initiation Protocol, Network Working Group, J. Rosenberg  
dynamicsoft 269 páginas, Junio 2002.

[11] RFC 4566, (SDP) Session Description Protocol, Network Working Group, M. Handley,  
49 páginas, Julio 2006

[12] RFC 3550, (RTP) A Transport Protocol for Real-Time Applications, Network Working  
Group, H. Schulzrinne, 104 páginas, Julio 2003.

[13] RFC 768, (UDP) User Datagram Protocol, Network Working Group, J. Postel, 4  
páginas, Agosto 1980.

[14] Home Page Elastix, [www.elastix.org](http://www.elastix.org)

## **ANEXOS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**  
**ING. ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**  
**GUIA PRÁCTICA DE ELASTIX**  
**TESIS VOIP**

TITULO: CENTRAL PBX ELASTIX

**OBJETIVOS:**

Configuración del programa Elastix.

Analizar el funcionamiento de una central PBX Elastix.

Conocer las Herramientas que ofrece la interfaz grafica de Elastix.

**MARCO TEORICO:**

Elastix es un programa PBX basado en asterisk, Elastix es una aplicación de software GPL que integra en una única interface fácil de usar, la mejor herramienta disponible para una central telefónica PBX basada en Asterisk.

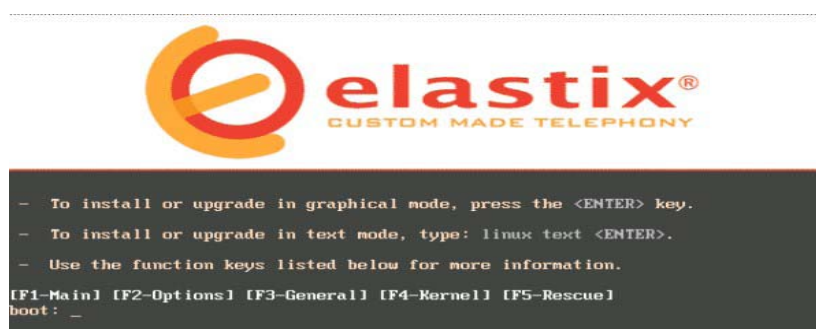
Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios. Asterisk incluye características anteriormente sólo disponibles en caros sistemas propietarios PBX: buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas.

Para conectar teléfonos normales analógicos hacen falta unas tarjetas telefónicas FXS o FXO fabricadas por Digium o por otros fabricantes, ya que para conectar el servidor a una línea externa no vale con un simple módem. Asterisk soporta protocolos VoIP como SIP, H.323, IAX y MGCP.

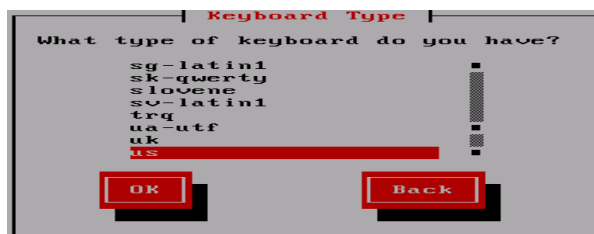
## PROCEDIMIENTO:

### 1. INSTALACIÓN ELASTIX:

Inserte el CD de instalación de Elastix al momento de encender su máquina. Una vez hecho esto aparecerá una pantalla como la siguiente:



El CD de instalación iniciará la instalación automáticamente ó presione enter. Proceda a escoger el tipo de teclado de acuerdo al idioma.



Seleccione la hora zona horaria de su región:

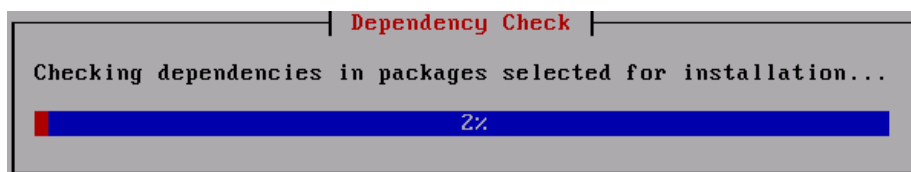


Digite la contraseña que será usada por el administrador de Elastix.



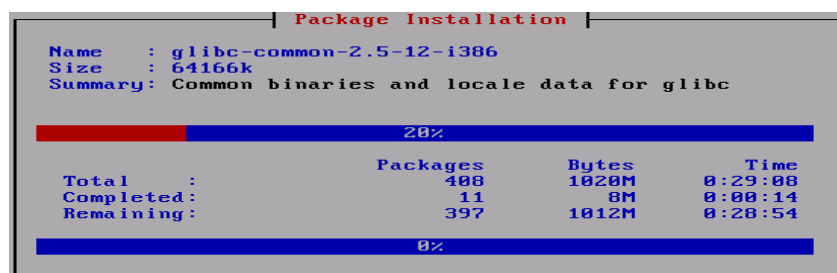
A dialog box titled "Root Password" with a grey background and a blue border. It contains the following text: "Pick a root password. You must type it twice to ensure you know what it is and didn't make a mistake in typing. Remember that the root password is a critical part of system security!". Below this text are two input fields: "Password:" and "Password (confirm):", both with blue backgrounds and white text. At the bottom of the dialog are two red buttons with white text: "OK" and "Back".

Nota: Los procedimientos a continuación los realizará el CD de instalación de manera automática. Primero se buscará las dependencias necesarias para la instalación:



A progress bar titled "Dependency Check" with a grey background and a blue border. It contains the text "Checking dependencies in packages selected for installation...". Below the text is a blue progress bar with a red segment on the left, indicating 2% completion.

Luego se procede con la instalación, inicialmente usted verá algo como esto:



A progress bar titled "Package Installation" with a grey background and a blue border. It contains the following text: "Name : glibc-common-2.5-12-i386", "Size : 64166k", and "Summary: Common binaries and locale data for glibc". Below this text is a blue progress bar with a red segment on the left, indicating 20% completion. Below the progress bar is a table with the following data:

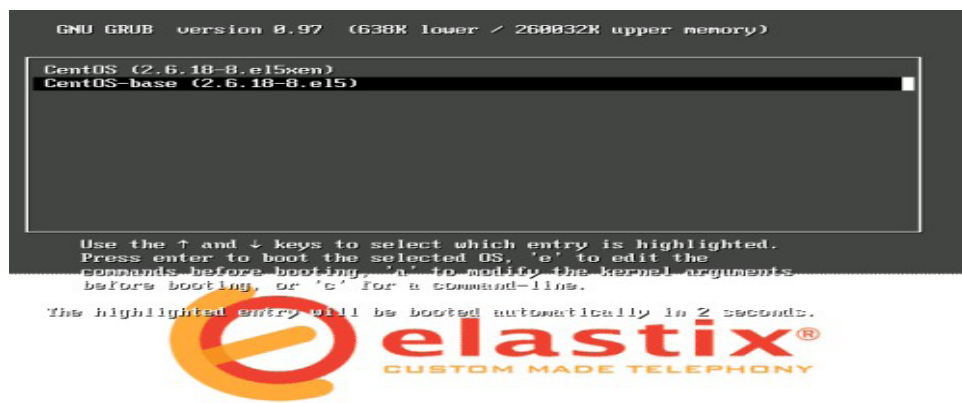
|            | Packages | Bytes | Time    |
|------------|----------|-------|---------|
| Total :    | 408      | 1020M | 0:29:08 |
| Completed: | 11       | 8M    | 0:00:14 |
| Remaining: | 397      | 1012M | 0:28:54 |

Below the table is a blue progress bar with a red segment on the left, indicating 0% completion.

Imagen del proceso de instalación por finalizar:

| Package Installation |                                 |                                  |       |         |
|----------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------|---------|
| Name                 | :                               | elastix-vtigercrm-0.8-5.1-noarch |       |         |
| Size                 | :                               | 24377k                           |       |         |
| Summary:             | Package that install VTigerCRM. |                                  |       |         |
| 100%                 |                                 |                                  |       |         |
| Total                | :                               | Packages                         | Bytes | Time    |
| Completed:           | :                               | 408                              | 1020M | 0:12:51 |
| Remaining:           | :                               | 407                              | 996M  | 0:12:33 |
|                      | :                               | 1                                | 24M   | 0:00:17 |
| 97%                  |                                 |                                  |       |         |

Una vez se realice la instalación completa, se procede a reiniciar el sistema. Luego de reiniciar el sistema usted podrá escoger entre las opciones de boot la distro de Elastix.



Ingresa como usuario root y la contraseña digitada al momento de la instalación.

```
CentOS release 5 (Final)
Kernel 2.6.18-8.el5 on an i686

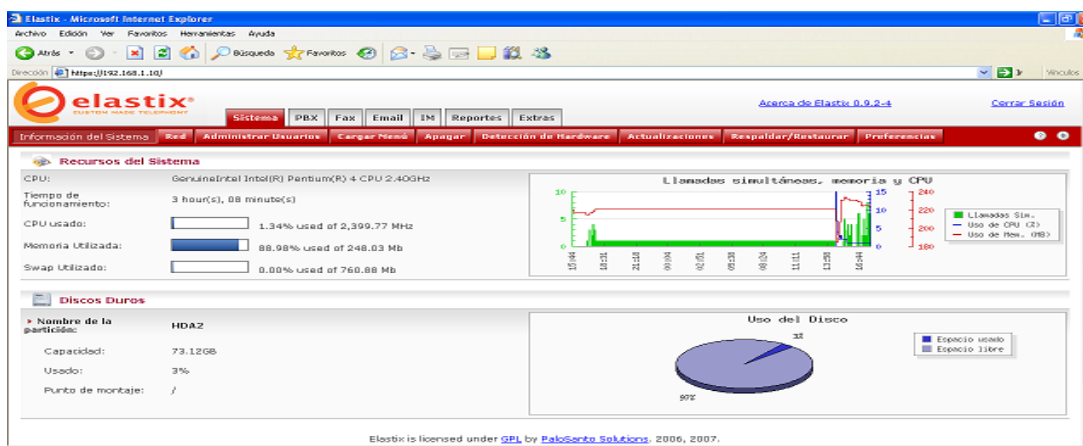
elastix login: root
Password: _
```

**2. INICIO DEL PBX ELASTIX:** una vez instalado Elastix, el computador únicamente es utilizado como servidor asterisk, donde se podrá ver las extensiones y teléfonos que se encuentran configurados a esta red.

- A. Ingrese al servidor Elastix con las claves : **usuario: root , clave: root 2008**
- B. En el servidor digite: **asterisk -vvrc**; ingresa a la función de asterisk, muestra todos los reportes y aplicaciones de todas las llamadas realizadas en ejecución.
- C. luego ingrese: **sip show peers**; muestra los datos de las extensiones y teléfonos disponibles para las llamadas telefónicas.

**3. INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN WEB:** en esta página Web se configuran todo lo referente al servidor elastix, como extensiones y teléfonos, softphone, teléfonos IP, además de recursos y aplicaciones que se le pueden agregar.

- A. Ingrese la dirección IP en la página de Internet: **192.168.1.10** o la dirección designada para el servidor.
- B. Ingrese las claves : **usuario: admin ; clave: palosanto**



### 3.1 PARÁMETROS DE RED

**Red:** La opción “Red” del Menú “Sistema” del Elastix nos permite visualizar y configurar los parámetros de red del servidor. Dentro de esta opción tenemos dos secciones:



**Network Parameters**

Edit Network Parameters \* Required field

Host (Ex. host.example.com): asterisk1.local Primary DNS: \*

Default Gateway: \* Secondary DNS:

Corresponde a los parámetros de red generales del servidor:

**Host:** Nombre del Servidor, por ejemplo: pbx.sudominio.com

**Puerta de Enlace:** Dirección IP de la Puerta de Enlace

**DNS Primario:** Dirección IP del Servidor de Resolución de Nombres (DNS) Primario

**DNS Secundario:** Dirección IP del Servidor de Resolución de Nombres (DNS) Secundario o Alternativo, Para cambiar cualquiera de estos parámetros, debe dar click en el botón “Editar Parámetros de Red”.

### 3.2 Lista de Interfaces Ethernet:

Muestra un listado de la interfaz de red disponible en el servidor, con los siguientes datos:



| Device    | Type   | IP | Mask          | MAC Address | HW Info | Status    |
|-----------|--------|----|---------------|-------------|---------|-----------|
| Ethernet0 | STATIC |    | 255.255.255.0 |             |         | Connected |

**Dispositivo:** Nombre que el Sistema Operativo le asigna a la Interfaz

**Tipo:** El tipo de dirección IP que tiene la Interfaz, puede ser STATIC cuando la dirección IP es fija o DHCP cuando la dirección IP se la obtiene automáticamente al iniciar el equipo. Para utilizar la segunda opción, debe existir un servidor DHCP en su red.

**IP:** Dirección IP asignada a la Interfaz

**Máscara:** Máscara de Red asignada a la Interfaz

**Dirección MAC:** Dirección Física de la Interfaz de red

**HW Info:** Información adicional sobre la Interfaz de red

**Estado:** Muestra el estado físico de la Interfaz, si se encuentra conectada o no.

Para cambiar los parámetros de alguna de las Interfaces, debe dar click en el nombre del dispositivo (Dispositivo). Los únicos valores que puede cambiar son: Tipo, IP y Máscara.

### 3.3 DETALLE DE PUERTOS:

La opción “Detalles de Puertos” del Menú “Sistema” del Elastix nos permite detectar el hardware telefónico disponible en nuestra máquina, es decir las tarjetas de telefonía instaladas.

El listado que usted verá al ingresar a esta sección serán todas las tarjetas ya

Instaladas y que se encuentran funcionando, además podrá ver los puertos aún

Disponibles (sin usar) para nuevas tarjetas telefónicas.

| PCI Slopt                                     |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Hardware Detect                               |          |          |          |          |          |          |          |
| PCI Slopt # 1: WCTDM/0 "ZMA8xx REV E Board 1" |          |          |          |          |          |          |          |
| Port # 1                                      | Port # 2 | Port # 3 | Port # 4 | Port # 5 | Port # 6 | Port # 7 | Port # 8 |
| FXS                                           | FXS      | FXS      | FXS      | FXS      | FXS      | FXS      | FXS      |
| Active                                        | Active   | Active   | Active   | Active   | Active   | Active   | Active   |

### 3.4 CREACIÓN DE NUEVA EXTENSIÓN:

Esta sección está dirigida a los handsets, softphones, sistemas paginadores, o cualquier cosa que pueda ser considerada como una "extensión".

Para crear una "Nueva extensión" ingrese al Menú "PBX", por defecto se accede a la sección "Configuración PBX", en esta sección escogemos del panel izquierdo la opción "Extensiones". Ahora creamos una nueva extensión.

Primero escoja el dispositivo de entre las opciones disponibles:

### Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

Device

---

Device Generic SIP Device

**Add Extension**

Recepcion <201>

Recepcion <202>

Recepcion <203>

Edgar Landivar Ch <212>

Walter Verdesoto <213>

Temporal <215>

Fabiola Torres <216>

Jose Landivar <218>

Nadia Gracia <219>

Ana Belen Castro <220>

Desarrollo 1 <402>

**Generic SIP Device:** El SIP es el protocolo estándar para los handsets de VoIP y ATA.

**Generic IAX2 Device :** IAX es el "protocolo Inter Asterisk", un nuevo protocolo

apoyado solamente por algunos dispositivos (Ejm., los teléfonos basados en PA1688, y el IAXy ATA).

**Generic ZAP Device** : ZAP es un dispositivo de hardware conectado con su máquina Asterisk. Ejm., un TDM400, TE110P.

**Other (Custom) Device** : Custom es “Obtener todo” para cualquier dispositivo no estándar. Ejm., H323. Puede también ser utilizado para “mapear” una extensión a un número “externo”. Por ejemplo, para enrutar la extensión 211 a 1-800-555-1212, se puede crear una extensión “Custom” 211 y en la caja de texto del “dial” se puede ingresar: Local/18005551212@outbound-allroutes.

Una vez haya escogido el dispositivo correcto de click en Ingresar. Ahora se procede a ingresar los campos necesarios para crear una nueva extensión.

## Add SIP Extension

### Add Extension

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| User Extension | <input type="text"/> |
| Display Name   | <input type="text"/> |

### Extension Options

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| Direct DID     | <input type="text"/> |
| DID Alert Info | <input type="text"/> |
| Outbound CID   | <input type="text"/> |
| Emergency CID  | <input type="text"/> |

### Device Options

This device uses sip technology.

|          |                                      |
|----------|--------------------------------------|
| secret   | <input type="text"/>                 |
| dtmfmode | <input type="text" value="rfc2833"/> |

- **Extensión del Usuario** : Debe ser único. Éste es el número que se puede marcar de cualquier otra extensión, o directamente del recepcionista Digital si está permitido.

Puede ser cualquier longitud, pero convencionalmente se utiliza una extensión de tres o cuatro cifras.

- **Display Name** : Es el nombre del Caller ID, para llamadas de este usuario serán fijadas con su nombre. Sólo debe ingresar el nombre no la extensión.

- **Secret** : Ésta es la contraseña usada por el dispositivo de la telefonía para autenticar al servidor de Asterisk. Esto es configurado generalmente por el administrador antes de dar el teléfono al usuario, y generalmente no se requiere que lo conozca el usuario.

## BIBLIOGRAFIA

Home Page Elastix, [www.elastix.org](http://www.elastix.org)

ALEJANDRO. Alarcón Q, "Estudio, Implementación y Análisis de Tráfico de una Red VOIP bajo el protocolo SIP", Colombia, año 2008.

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**  
**ING. ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**  
**GUIA PRACTICA DEL SWITCH 3COM**  
**TESIS DE VOIP**

**TITULO: CONFIGURACION DEL SWITCH 3COM 5500**

**OBJETIVOS:**

Configurar el dispositivo Switch 3com.

Interpretar y comprender los comandos de configuración del Switch 3com.

Analizar el funcionamiento de un Switch 3com.

**MATERIALES Y EQUIPOS:**

- Switch 3com
- Cables de conexión UTP
- Cable puerto serial

#### MARCO TEORICO:

El Switch 3com es un dispositivo de red que permite interconectar varios segmentos de LAN, filtra el trafico de la red basándose en direcciones MAC, por lo que el Switch tiene almacenado tablas de direcciones MAC. Debido a que el filtrado de paquetes se realiza basándose en las direcciones MAC envían rápidamente el trafico de la red. En la figura 1 se muestra un Switch 3com con de 24 puertos.



Figura 1. Switch 3com

#### PROCEDIMIENTO:

Conexión del PC al Switch, conectar un cable modem nulo estándar como se muestra en la figura 2.

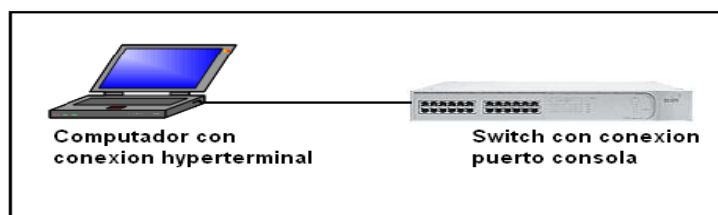


Figura 2. Conexión de equipos

En el PC abra la conexión Hyperterminal como lo muestra la figura

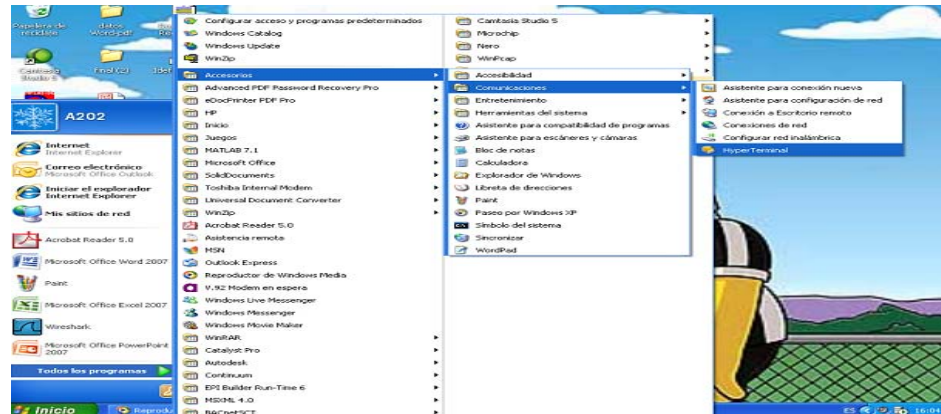


FIGURA 3. Ventana de acceso

Al abrir Hyperterminal se mostrara la ventana 1, allí le asignamos un nombre a la conexión. En la ventana 2 escogemos puerto COM1. En la ventana 3 asignamos los siguientes valores al puerto COM1: 19.200 baudios, 8 bits de datos, ninguno, 1 bit de parada, ninguno. Como se muestra en la figura.

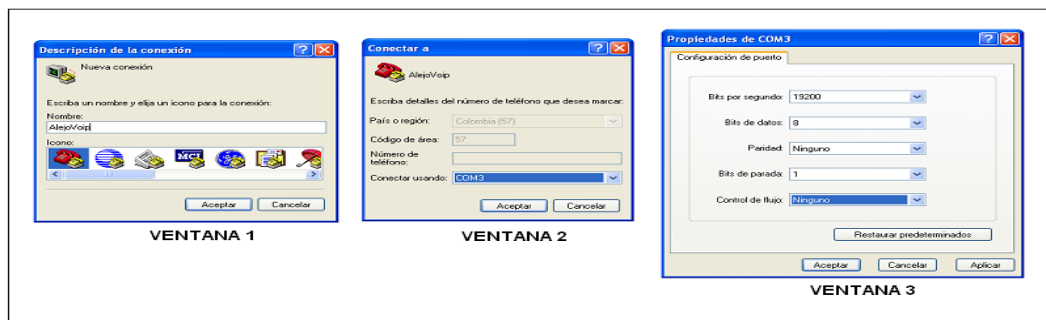


Figura 3. Ventanas Hyperterminal

2.2 luego de configurar los parámetros anteriores se muestra la siguiente ventana, allí es donde se hace la programación del Switch. Le aplicamos “enter” para ingresar a ver los datos del switch.

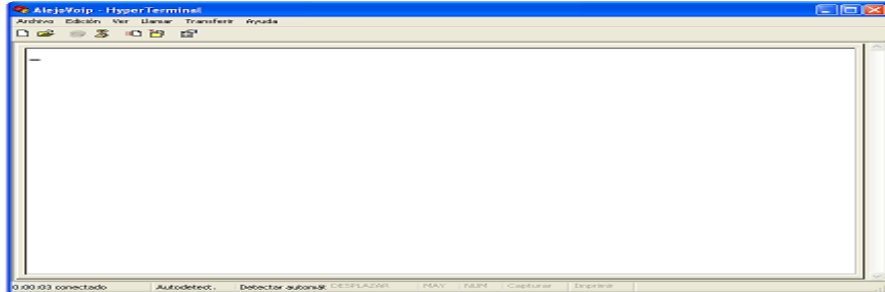


Figura 4. Ventana de configuración

Comandos de programación de un Switch 3COM:

<switch1>system-view, El comando es la entrada para configurar el Switch 3com.

>sysname switchvoip, El comando sysname sirve para asignarle un nombre al switch.

[Switch voip] quit, El comando quit permite salir de la configuración.

[Switch voip] interface vlan1, El comando interface Vlan1 permite configurar la IP.

[Switch voip-vlan-interface]ip address 192.168.1.100 255.255.255.0, El comando ip address permite asignarle el numero de direccion IP y la mascara

[Switch voip-vlan-interface] quit

[Switch]display current-configuration, Con el comando display current-config permite verificar toda la configuración en ejecución y la inicial.

[Switch]Ctrl Z

<switch1>save, Guardar la configuración

## BIBLIOGRAFIA

ALEJANDRO. Alarcón Q, "Estudio, Implementación y Análisis de Tráfico de una Red VOIP bajo el protocolo SIP", Colombia, año 2008.

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**  
**ING. ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**  
**GUIA PRÁCTICA DEL GATEWAY**  
**TESIS DE VOIP**

TITULO: GATEWAY GRANSTREAMS

**OBJETIVOS:**

Configurar el dispositivo de red Gateway Grandstream.

Conocer las herramientas de un Gateway

MARCO TEORICO: El Gateway se encarga de conectar los teléfonos análogos a la red IP. El Gateway convierte la señal de voz análoga a paquetes IP, así permite adaptar los teléfonos convencionales al lenguaje de Voz IP y así poder comunicarse con los teléfonos que se encuentren registrados dentro de la red VOIP. El Gateway utilizado para las pruebas es un Grandstream, 8 puertos FXS, 1 puerto de línea telefónica.



Figura 1. Gateway Grandstream

#### MATERIALES Y EQUIPOS:

- 1 Gateway Grandstream
- Switch 3COM
- 1 Computador
- Cables de conexión UTP
- 3 Teléfonos análogos

#### PROCEDIMIENTO:

1. Se conecta el Gateway grandstream y el PC al Switch 3com, como se muestra en la figura 2.

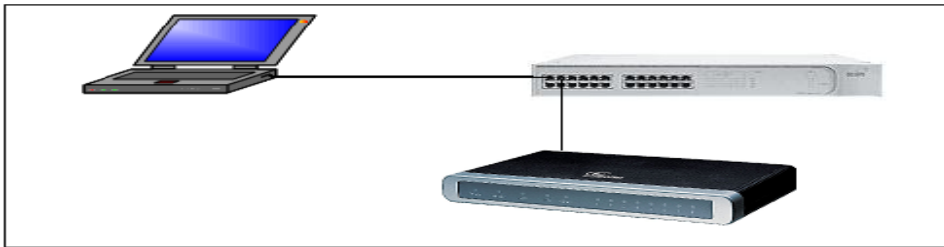


Figura 2. Conexión de equipos

2. Ingresar a la pagina Web, se digita el numero de la dirección IP del Gateway, por ejemplo 192.168.1.16, si pide alguna clave se digita "Admin" , al ingresar a la pagina se muestra algo similar a la figura 3. En la barra se muestran las opciones, el Status presenta el estado del Gateway, dirección IP en modo WAN, la MAC, versión, puertos que se están ejecutando.

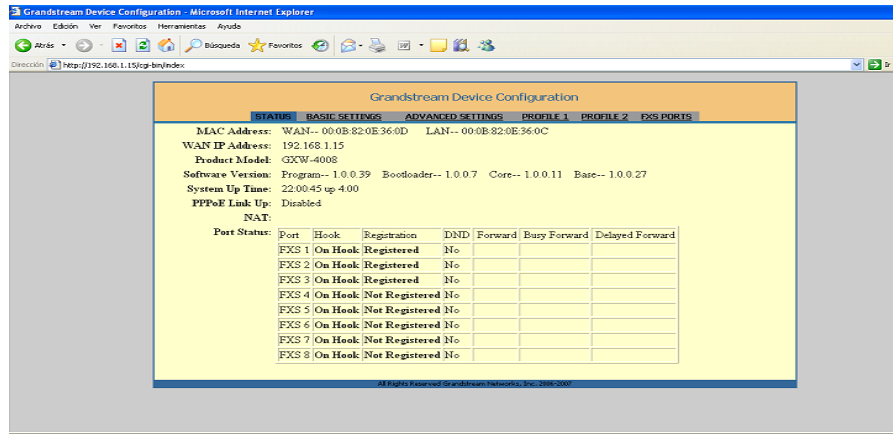


Figura 3. Interfaz del Gateway Grandstream

3. En la barra “Basic setting” se puede configurar las direcciones LAN, WAN, con el que quedara registrado el Gateway para otras aplicaciones, ver figura 4.

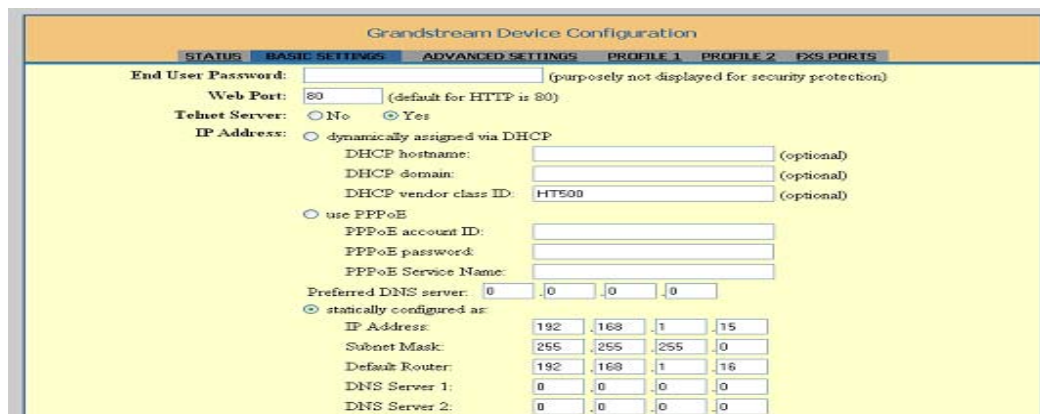


Figura 4. GUI del Gateway

4. En “PROFILE” se configura la dirección del servidor al que se va a registrar, ejemplo 192.168.1.10. también se puede registrar los puertos locales ejemplo 5060.

Grandstream Device Configuration

STATUS BASIC SETTINGS ADVANCED SETTINGS PROFILE 1 PROFILE 2 FXS PORTS

Profile Active: ☐ No ☒ Yes

SIP Server:  (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

Outbound Proxy:  (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address, if any)

SIP transport: ☒ UDP ☐ TCP ☐ TLS (default is UDP)

NAT Traversal (STUN): ☒ No ☐ No, but send keep-alive ☐ Yes

Use DNS SRV: ☐ No ☐ Yes

User ID is phone number: ☐ No ☐ Yes

SIP Registration: ☐ No ☒ Yes

Unregister On Reboot: ☐ No ☐ Yes

Outgoing call without Registration: ☐ No ☒ Yes

Register Expiration:  (in minutes, default 1 hour, max 45 days)

local SIP port:  (default 5060)

local RTP port:  (1024-65535, default 5004)

Use random port: ☐ No ☐ Yes

Refer-To Use Target Contact: ☐ No ☐ Yes

DTMF Payload Type:

DTMF in audio: ☐ No ☒ Yes

DTMF via RFC2833: ☐ No ☒ Yes

DTMF via SIP INFO: ☐ No ☒ Yes

Figura 5. profiles

- En "FXS PORTS" se configuran todas las extensiones que van a ser utilizadas en cada teléfono análogo. En la grafica muestran las extensiones ya configuradas como la 105,106,107, con estas configuraciones ya puede comunicarse a través de la red IP.

Grandstream Device Configuration

STATUS BASIC SETTINGS ADVANCED SETTINGS PROFILE 1 PROFILE 2 FXS PORTS

User Settings

| FXS Port | SIP User ID | Authenticate ID | Password | Name | Profile ID |
|----------|-------------|-----------------|----------|------|------------|
| 1        | 105         | 105             |          | 105  | Profile 1  |
| 2        | 106         | 106             |          | 106  | Profile 1  |
| 3        | 107         | 107             |          | 107  | Profile 1  |
| 4        |             |                 |          |      | Profile 1  |
| 5        |             |                 |          |      | Profile 1  |
| 6        |             |                 |          |      | Profile 1  |
| 7        |             |                 |          |      | Profile 1  |
| 8        |             |                 |          |      | Profile 1  |

Update Cancel Reboot

All Rights Reserved Grandstream Networks, Inc. 2008-2009

Figura 6. Extensiones

## BIBLIOGRAFIA:

ALEJANDRO. Alarcón Q, "Estudio, Implementación y Análisis de Tráfico de una Red VOIP bajo el protocolo SIP", Colombia, año 2008.

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**  
**ING. ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**  
**GUIA PRACTICA DEL SOFTPHONE**  
**TESIS DE VOIP**

TITULO: SOFTPHONE IDEFISK

**OBJETIVOS:**

Configurar un softphone Idefisk que me permita comunicarme a otros dispositivos de una red VOIP.

Comprobar las herramientas del softphone Idefisk

Registrar el softphone Idefisk en el servidor Elastix.

**MATERIALES Y EQUIPOS:**

- Computador
- Programa IDEFISK

**MARCO TEORICO:**

EL Softphone es un computador conectado a la red que cumple con las mismas funciones de un teléfono convencional. Se utiliza el software IDEFISK, este software nos permite trabajar con extensiones de tipo SIP e IAX, y permite el enlace desde el computador para poder comunicarnos a los teléfonos y dispositivos de la red. Idefisk es un software libre que esta disponible para ser utilizado en una comunicación VOIP. Este softphone Idefisk debe estar registrado previamente en el servidor con su respectivo numero de extensión.

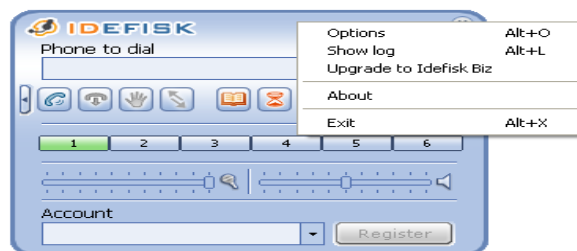
## PROCEDIMIENTO:

**CONFIGURACIÓN DE TELÉFONO SOFTPHONE:** para esto es necesario instalar un software que haga las veces de teléfono. Además se necesita disponer de audífonos y micrófono. Existen varias alternativas para softphones, entre ellos podemos citar los siguientes:

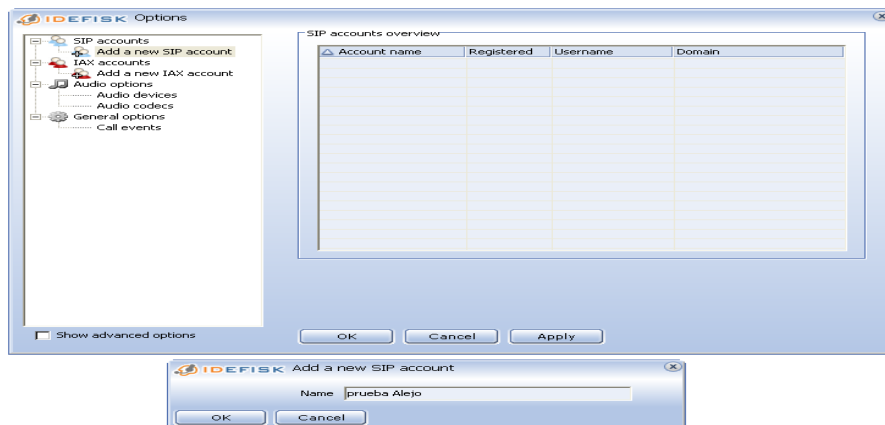
- **IDEFISK:** Este software nos permite trabajar con extensiones de tipo SIP e IAX, además es multiplataforma, podemos descargarlo de la siguiente dirección:  
<http://www.asteriskguru.com/idefisk/>  
<http://www.newfreedownloads.com/download-IDEFISK.html>
- **XtenLite:** Este software trabaja con extensiones SIP únicamente, también es multiplataforma, lo podemos descargar de la siguiente dirección:  
<http://www.xten.com/index.php?menu=download>

Para nuestro caso usaremos IDEFISK.

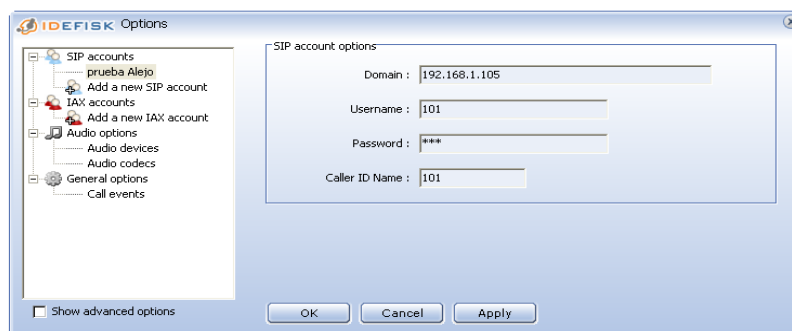
1. Después de haber descargado el programa idefisk, le aplicamos sobre el panel click derecho y seleccionamos options



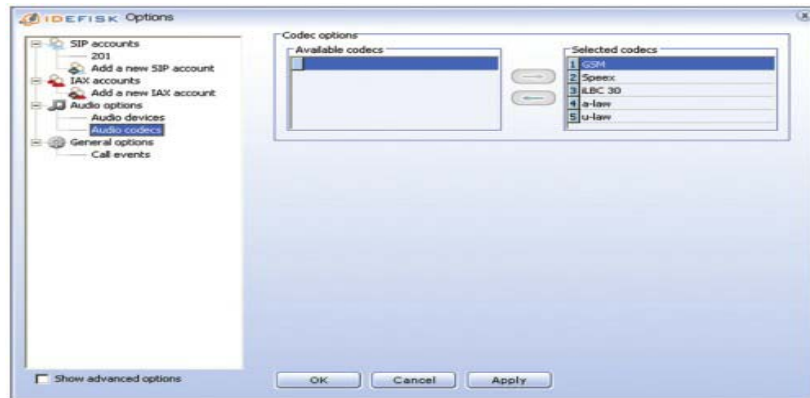
2. luego agregamos una función **SIP** sobre **Add a new SIP account** y seguido le damos nombre a la nueva cuenta SIP, ej: prueba Alejo



3. El dominio es la dirección IP del servidor asterisk ej:192.168.1.10 y el username, password, caller ID name, puede tener el numero de esa extensión en este caso es 101.



Realizado esto, vamos a la sección “Audio Codecs” y seleccionamos todos los codecs disponibles. Aplicamos los cambios y damos click sobre el botón “Register”, de esta forma nuestro teléfono se registrará en la central.



Finalmente ya se puede realizar una llamada de una extensión a otra.

## BIBLIOGRAFIA

ALEJANDRO. Alarcón Q, "Estudio, Implementación y Análisis de Tráfico de una Red VOIP bajo el protocolo SIP", Colombia, año 2008.

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**  
**ING. ALEJANDRO ALARCON QUIGUA**  
**GUIA PRACTICA DE WIRESHARK**  
**TESIS DE VOIP**

TITULO: ANALIZADOR DE TRAFICO

**OBJETIVOS:**

Configurar el analizador de Red Wireshark.

Analizar los paquetes y protocolos que son capturados con el Wireshark.

Analizar las graficas del Ancho de banda generadas por Wireshark.

**MARCO TEORICO:**

Es un analizador de protocolos utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos. Es un analizador de tráfico que circula por la red VOIP. Permite capturar y mostrar en tiempo real los paquetes transmitidos y recibidos en la red a la cual el ordenador está conectado. Además tiene muchas opciones de organización y filtrado de información. Permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red (usualmente una red Ethernet) estableciendo la configuración en modo promiscuo.

Permite examinar datos de una red, Se puede analizar la información capturada, a través de los detalles y sumarios por cada paquete. Wireshark incluye un completo lenguaje para filtrar lo que queremos ver. Wireshark es un sniffer que permite capturar tramas y paquetes que pasan a través de la interfaz de red VOIP, analiza las llamadas de VOIP, los protocolos que intervienen en la comunicación como SIP, RTP, UDP, entre otros. Describe de forma grafica los enlaces de cada llamada, el análisis grafico es en tiempo real.

## PROCEDIMIENTO:

1. Se instala el programa Wireshark en el PC y se ejecuta.
2. Iniciar Wireshark, en la ventana principal seleccione el primer icono que lista las interfaces de red instaladas en el equipo. Luego seleccione entre las interfaces mostradas la utilizada para el tráfico de la red, generalmente por la tarjeta de red Ethernet.

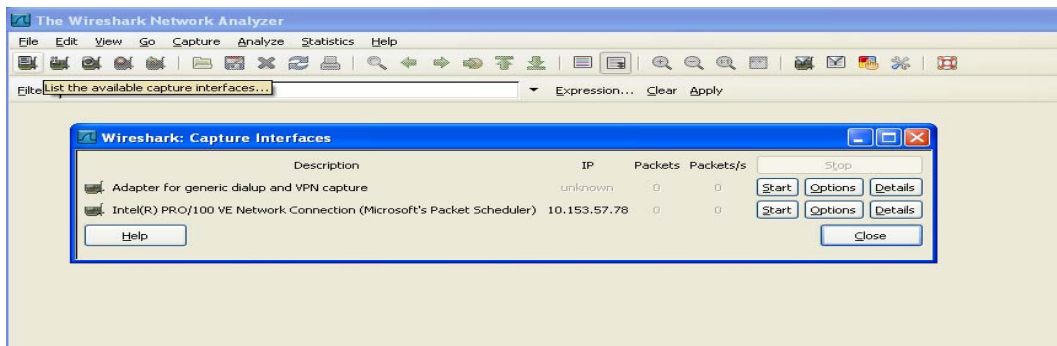


Figura 1. Interfaces de red

3. Puede empezar la captura de inmediato seleccionando **Capture** o seleccione **Options** para configurar las opciones de captura. Entre las opciones, esta la posibilidad de identificar los paquetes utilizando la resolución de nombre deseada, de mostrar en tiempo real los paquetes transmitidos, de aplicar filtros para no capturar determinados paquetes dependiendo de los parámetros seleccionados. Y la de capturar paquetes en modo promiscuo, esto significa que captura los paquetes de la red aunque no estén destinados a la máquina donde está instalado el Wireshark.

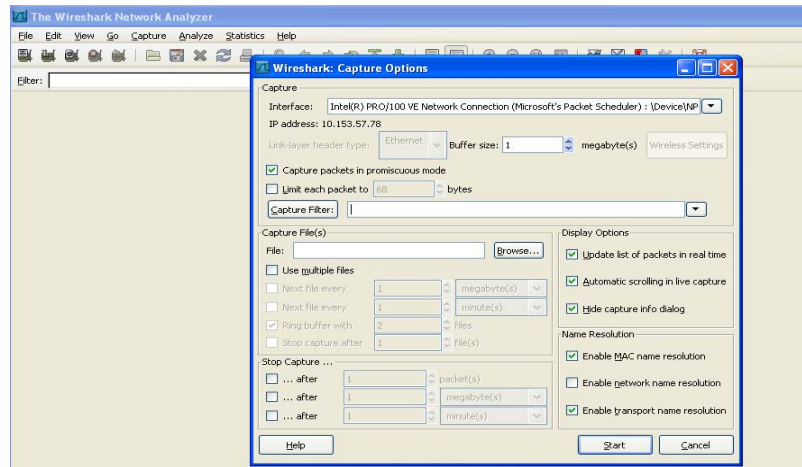


Figura 2. Ventana de opciones de captura

4. Luego de configurar las opciones deseadas, seleccione **Start** para empezar la captura. Para finalizar la captura seleccione **Stop**, a continuación se desplegará la lista de los paquetes capturados.

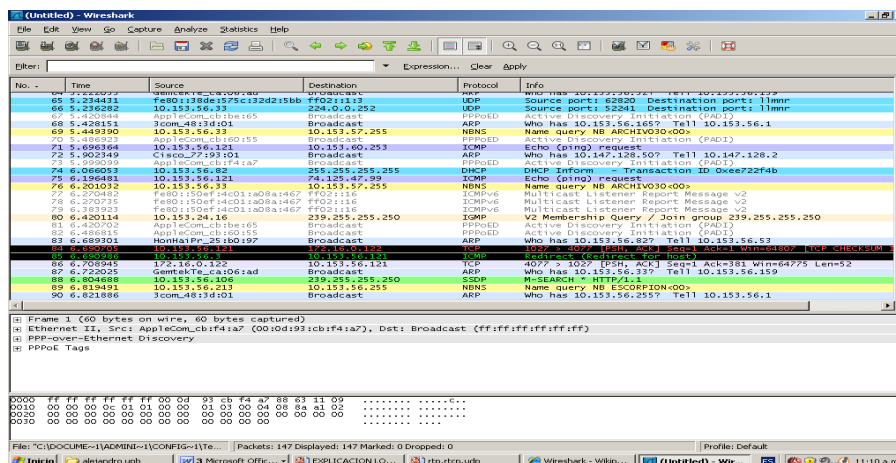


Figura 3. Resultados de la captura.

5. Existen herramientas que se encargan de abstraer datos a partir de la captura y brindar información detallada. En el menú **Statistics > VoIP Calls**, se muestran

todas las llamadas VoIP realizadas o detectadas durante la captura, al seleccionar alguna de las llamadas y dar la opción **Graph** le muestra un resumen de la llamada, el origen y el destino de los paquetes VoIP.

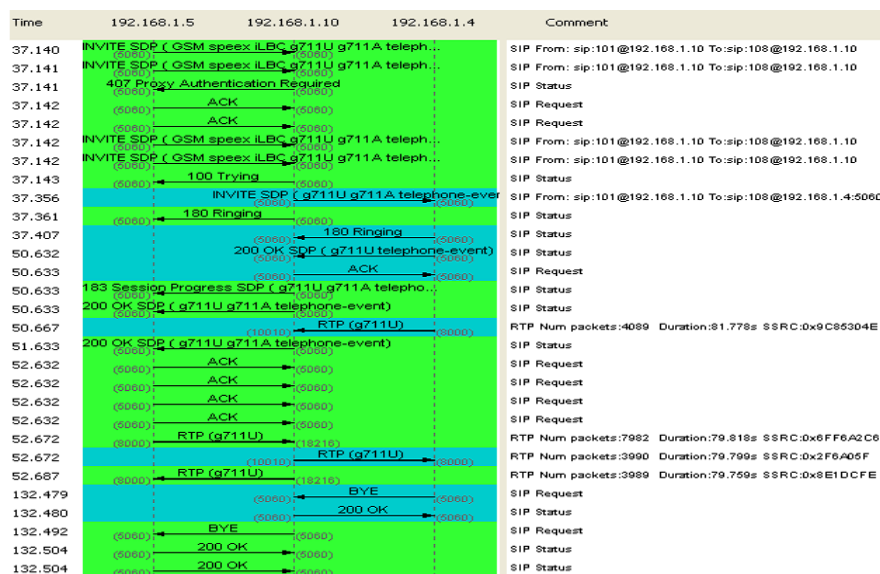


Figura 4. Paquetes VOIP

- En el análisis de wireshark en la columna Statistics> IO Graphs muestra la grafica del trafico total durante el tiempo de la captura, la grafica detalla el proceso de funcionamiento del protocolo deseado y ancho de banda. La grafica puede ser modificada su escala, parámetros de tiempo, Bytes/tick, bits/tick, pixeles/tick.

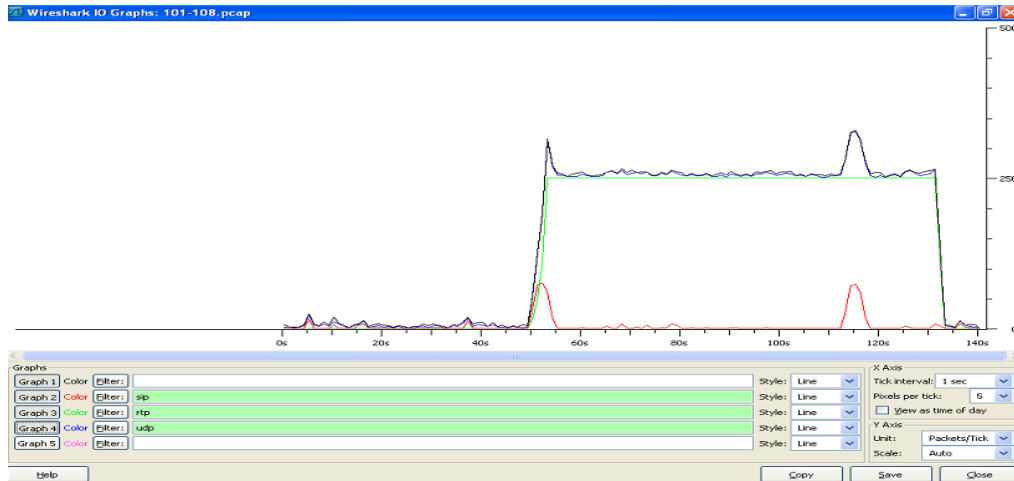


Figura 5. Comportamiento grafico del trafico.

## 7. TRABAJO EN CLASE

- ◆ Realice pruebas de tráfico de llamadas VOIP, con 1 llamada, 2 llamadas, 3 llamadas, durante 30 segundos.
- ◆ Analice los protocolos que intervienen en una llamada VOIP.
- ◆ Analice los paquetes generados para 1 llamada, 2 llamadas, 3 llamadas

## BIBLIOGRAFIA

ALEJANDRO. Alarcón Q, "Estudio, Implementación y Análisis de Tráfico de una Red VOIP bajo el protocolo SIP", Colombia, año 2008.