

ANÁLISIS DE LA PAQUETIZACIÓN DE VOZ SOBRE IP EMPLEANDO EL PROTOCOLO DE INICIO DE SESIONES SIP CON BACK TO BACK USER AGENT (B2BUA) EN UNA APLICACIÓN SOBRE REDES WI-FI

López Ch. Víctor Hugo

Ing. Acosta Freddy

Ing. Duque Darío

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

RESUMEN

En el desarrollo del presente proyecto se ha realizado un análisis de la paquetización de Voz sobre IP, empleando el protocolo de señalización de comunicación más ampliamente utilizado en la tecnología Voz sobre IP, denominado: Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP), obteniendo la comunicación de voz directa de persona a persona en tiempo real a través del gran uso de la Internet. La aplicación del proyecto permite realizar y recibir llamadas, desde y hacia Estados Unidos, mediante la Internet. Utilizando dispositivos terminales de VoIP basados en SIP tanto en *hardware* como en *software*, sobre una red inalámbrica Wi-Fi.

El proyecto fue dividido en tres bloques principalmente: la suscripción con el proveedor de servicio VoIP o ITSP (*Internet Telephony Service Providers*), configuración del router inalámbrico, y la configuración de los dispositivos terminales SIP.

Para el presente proyecto se utilizó el proveedor CallCentric (*Internet Phone Service*), el cual ofrece VoIP basado en el servicio de teléfono de banda ancha utilizando el protocolo SIP. Los servicios incluyen llamadas salientes y llamadas entrantes en los Estados Unidos.

Para el desarrollo de la red inalámbrica Wi-Fi se utilizó router *Linksys* por Cisco *Wireless N Gigabit* modelo WRT310N v2.

En el proyecto se utilizó: el dispositivo terminal SIP en *hardware*: *WLAN660S Wi-Fi SIP Phone*, y una computadora laptop Wi-Fi en la cual se encuentra instalada la aplicación para realizar llamadas VoIP: el dispositivo terminal SIP en *software*: el *Softphone X-Lite* versión 4.0. Además para la captura y análisis de los paquetes SIP la computadora contiene el analizador de protocolos *Wireshark*. Con la información proporcionada por el proveedor de servicio VoIP se configuran los parámetros requeridos por los terminales SIP.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las tecnologías de comunicación sobre redes, concretamente en el campo de la telefonía, han obtenido grandes logros, a partir de la creación del telégrafo hasta nuestros días, como resultado del desarrollo de la tecnología en la informática y telecomunicaciones, es posible transmitir la señal de voz humana en paquetes sobre las redes de datos IP, esto en nuestros días se lo conoce como Voz sobre IP (VoIP). Mediante VoIP permite unir la transmisión de voz con la transmisión de datos.

La Voz sobre IP, permite la transmisión de la señal de voz, para conseguir esto la señal es comprimida y digitalizada de manera muy eficiente, estableciendo un modelo o sistema que permita “*empaquetar*” la señal de la voz, en las cuales la información a transmitir se divide en unidades de información denominados *paquetes*, para que puedan viajar a través de redes de datos.

Teniendo en cuenta que la red de Internet es la "red de redes", nos dirige claramente al protocolo IP (*Internet Protocol*), en la cual se aprovecha el ancho de banda y la infraestructura de redes alámbricas e inalámbricas existentes (redes Wi-Fi), consiguiendo un ahorro importante en costos, tanto para empresas de telecomunicaciones como a personas particulares.

SIP (es el acrónimo en inglés de *Session Initiation Protocol* o en español Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo de señalización de comunicación ampliamente utilizado en la tecnología Voz sobre IP, para la comunicación por voz y vídeo directa de persona a persona en tiempo real a través de Internet. Permitiendo mensajería instantánea, presencia (si están *online* o no), voz, video, intercambio de archivos instantáneamente, compartir aplicaciones y mucho mas. El protocolo SIP contiene una entidad lógica denominada Back to Back User Agent (B2BUA), encargada del control, gestión de llamadas entre usuarios SIP, interconexión de red, transcodificación entre los puntos terminales de la llamada, entre otros.

EL PROTOCOLO SIP EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El presente proyecto pretende analizar la paquetización de Voz Sobre IP en una llamada internacional hacia USA, empleando el Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP), con *Back To Back User Agent* (B2BUA), sobre una red inalámbrica Wi-Fi. Para una mejor comprensión del proyecto se ilustra en la Figura 1 el diagrama funcional por bloques.

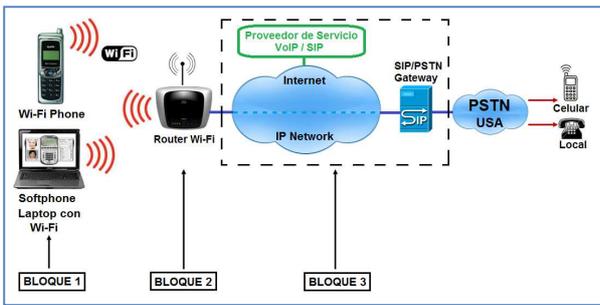


Figura. 1. El protocolo SIP en el desarrollo del proyecto: Diagrama funcional por bloques.

- ✓ **Bloque 1.** Configuración de los dispositivos terminales SIP.

Las aplicaciones VoIP basados en SIP se encuentran en dispositivos terminales tanto en *hardware* como en *software*, es por esto que este bloque contiene un celular Wi-Fi Phone (*hardware*), y una computadora laptop Wi-Fi en la cual se encuentra instalada la aplicación para realizar llamadas VoIP denominada *Softphone (software)*. Además para la captura y análisis de los paquetes SIP la computadora contiene el analizador de protocolos *Wireshark*. Con la información proporcionada por el proveedor de servicio VoIP se configuran los parámetros requeridos por los terminales SIP.

- ✓ **Bloque 2.** Configuración del router inalámbrico.

Este bloque contiene la configuración de la red inalámbrica.

- ✓ **Bloque 3.** Proveedor de servicio VoIP / SIP, Gateway SIP/PSTN.

Para poder realizar llamadas desde de la Internet hacia teléfonos convencionales o fijos, es necesario suscribirse con un proveedor de servicio VoIP / SIP (*VoIP Internet Phone Service*). Estos proveedores ofrecen Voz sobre IP basados en el servicio de telefonía de banda ancha utilizando el protocolo SIP para los usuarios. A estos proveedores se los denomina ITSP (*Internet Telephony Service Providers*).

Estos proveedores ofrecen servicios de puerta de enlace o *Gateway VoIP* (en el presente proyecto es el *Gateway SIP/PSTN*). Habitualmente esto implica un costo por este servicio, sin embargo, generalmente es la opción más económica referente a los precios de las empresas operadoras de telefonía.

Estos proveedores de Servicios VoIP / SIP permiten realizar y recibir llamadas desde los números de teléfonos analógicos tradicionales y números celulares. Una vez suscrito a este servicio, se puede realizar llamadas a los teléfonos convencionales o fijos, Además la puerta de enlace o *Gateway* proporciona un número de teléfono en el área solicitada, para recibir llamadas desde los números de teléfonos convencionales y celulares.

PROVEEDOR DE SERVICIO VOIP/SIP, GATEWAY SIP/PSTN

Al momento de elegir un proveedor de servicios VoIP / SIP, la mejor opción es elegir uno que ofrezca servicios especiales en una área determinada, específicamente dentro de un país en particular (en el presente proyecto USA). La elección del proveedor dentro del mismo país que se desea realizar o recibir llamadas constantemente, puede potencialmente reducir los costos en gran manera.

Para el presente proyecto se utilizó el proveedor CallCentric (*Internet Phone Service*), Callcentric ofrece VoIP basado en el servicio de teléfono de banda ancha utilizando el protocolo SIP para usuarios personales, residenciales y comerciales. Los servicios incluyen llamadas salientes (Destino), llamadas entrantes (Origen / DID / DDI) dentro de los EE.UU., Canadá y otros países. Callcentric soporta *Softphones (software)*, VoIP ATA, teléfonos VoIP (*hardware*), y equipos IP PBX.

Callcentric con sede en los Estados Unidos, permite hacer y recibir llamadas telefónicas por Internet sin cuotas de suscripción o mensual. También ofrecen un servicio de pago que permite elegir un número telefónico de EE.UU. o Canadá, y ofrece excelentes precios para llamar a números de teléfonos real.

CONFIGURACIÓN DEL ROUTER INALÁMBRICO

Para el desarrollo de la red inalámbrica Wi-Fi se utilizó router *Linksys* por Cisco *Wireless N Gigabit* modelo WRT310N v2, como se presenta en la Figura 2.



Figura. 2. Router Linksys Wireless N Gigabit WRT310.

Para acceder a la configuración de la red inalámbrica vía web, se debe abrir un navegador web (*web browser*), e introducir la dirección IP del router, por defecto la dirección es: 192.168.1.1, en el campo de Dirección y presionar la tecla *Enter*. Aparecerá una pantalla de inicio, cuando se solicite, dejar en nombre de usuario en blanco y escribir la contraseña por defecto: “*admin*”, seleccionar *Aceptar* para continuar, como se presenta en la Figura 3.



Figura. 3. Pantalla de inicio de sesión del router Linksys.

Dentro del menú *Wireless* se puede gestionar la red inalámbrica, como la configuración inalámbrica básica (*Basic Wireless Settings*), Seguridad inalámbrica (*Wireless Security*), entre otros, como se presenta en las Figuras 4 y 5.



Figura. 4. Página Basic Wireless Settings.



Figura. 5. Página Wireless Security.

CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS TERMINALES SIP

Los terminales físicos (hardware) tienen una apariencia como un teléfono convencional muy profesional. Los teléfonos SIP pueden también estar basados en software denominados *Softphone*, que no es otra cosa que un software que emula las funciones de un teléfono físico tradicional, permitiendo que cualquier computador pueda ser utilizado como teléfono.

Dispositivo en Hardware: WLAN660-S Wi-Fi SIP Phone

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el dispositivo terminal SIP en *hardware*: *WLAN660S Wi-Fi SIP Phone*, como se presenta en la Figura 6.



Figura. 6. Dispositivo WLAN660-S Wi-Fi SIP Phone.

A continuación se presenta la configuración SIP, en la cual se ingresa la información proporcionada por el proveedor de servicio VoIP *CallCentric*. Después de ingresar la información indicada, se hace *click* en *Apply*, posteriormente se puede verificar el estado de la registración del teléfono, esto se muestra con la palabra: *Registered*, como se presenta en Figura 7.



Figura. 7. Pantalla configuración web: configuración SIP.

Dispositivo en Software: Softphone X-Lite versión 4.0

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el dispositivo terminal SIP en *software*: el *Softphone X-Lite* versión 4.0 [3]. X-Lite es un *software* de VoIP que utiliza el Protocolo de Inicio de Sesiones, X-Lite ha sido desarrollado por *CounterPath Corporation*, es una compañía de *software* fundada en Vancouver. *CounterPath* ofrece una serie de *Softphones* los cuales funcionan bien con

CallCentric y están disponibles tanto para *Windows*, *Mac OS X* y *Linux*.

Configuración de la cuenta SIP en el Softphone X-Lite 4.0 para CallCentric

En la pestaña *Account* (Cuenta), se configura la información proporcionada por el proveedor de servicio VoIP *CallCentric*, esta información es la siguiente: *Account name*, *User ID*, *Domain*, *Password*, *Display name*, y *Authorization name*. Esta ventana se presenta en la Figura 8.



Figura. 8. Ventana SIP Account X-Lite 4.0.

OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la captura y el análisis de los paquetes de Voz sobre IP se utilizó el analizador *Wireshark*, la captura se realiza desde la computadora en la cual se encuentra instalado el *Softphone*.

LLAMADA ENTRE SOFTPHONE X-LITE Y TELÉFONO WLAN660

Este escenario de prueba se presenta en la Figura 9.

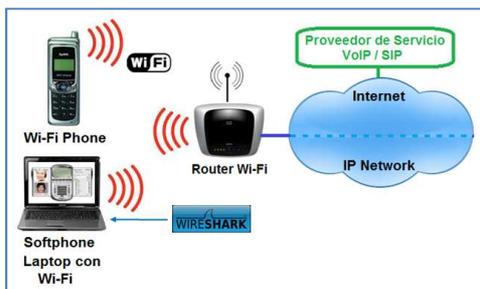


Figura 9. Escenario de prueba: Llamada entre Softphone X-Lite y Teléfono WLAN660

En la Figura 10 presenta los RTP Streams de la captura, se presenta dos streams por cada llamada. Para obtener estas ventanas se selecciona *Telephony* en el menú principal de *Wireshark*, posteriormente se selecciona *RTP* y *Show All Streams*.

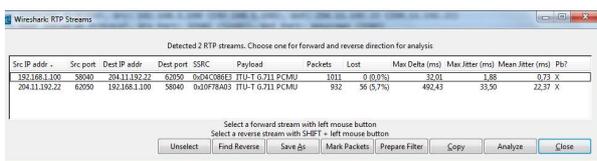


Figura 10. Ventana RTP Streams.

Para obtener gráficamente el flujo de mensajes en una llamada VoIP, se selecciona *Telephony* en el menú principal de *Wireshark*, posteriormente se selecciona *VoIP Calls*, a continuación se escoge la llamada VoIP y se selecciona *Graph*, esta ventana se presenta en la Figura 11.

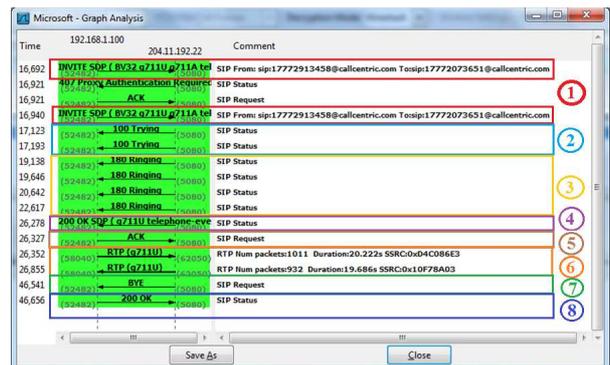


Figura 11. Flujo de mensajes en una llamada VoIP: ventana Graph Analysis.

La Figura 11 presenta el intercambio teórico de mensajes SIP. Para el establecimiento de la llamada, se empieza con un mensaje *INVITE* (1) por parte del *Softphone*.

SIP para el control de señalización de llamada utiliza al protocolo SDP, el cual se envía conjuntamente con los mensajes *INVITE* y *200OK*, cabe aclarar que: el mensaje *INVITE* se envía desde el origen hacia el destino, y el mensaje *200OK* se envía desde el destino hacia el origen. Como se mencionó el protocolo SDP se encuentra embebido en SIP, donde usualmente los puertos utilizados por SIP son: el 5060 en texto plano (UDP y TCP) y el puerto 5061 en

el caso de TLS. No obstante, prácticamente se puede presentar la utilización de puertos comprendidos entre el 5060 hasta el 5080.

Dentro del mensaje SDP se envían los parámetros a negociar como por ejemplo el listado de *Codecs* que soporta o está en la capacidad de trabajar tanto el terminal origen como destino, este códec se envía en orden de prioridad (BV32, g711U, g711A, GSM, entre otros). También se envía la IP, el puerto en el cual se desea recibir el audio mediante RTP. En el caso del mensaje *200OK* no siempre se envía SDP, porque existió un mensaje anterior que ya negoció estos parámetros.

Inmediatamente después de recibir la solicitud *INVITE*, se envía un mensaje de respuesta *100 Trying* (2) (recibí y estoy procesando la llamada), esto lo realiza para detener las retransmisiones del mensaje *INVITE*. A continuación se envía en el mismo sentido es decir, todas las respuestas provisionales generadas por el usuario destino son enviadas de vuelta al usuario origen, como por ejemplo el mensaje de respuesta *180 Ringing* (3) (el terminal esta timbrando), esta respuesta es generada cuando el teléfono empieza a timbrar.

Al momento de aceptar la comunicación, dicho en otras palabras cuando el usuario destino descuelga o contesta el auricular del teléfono, se retransmite un mensaje de respuesta *200 OK* (4) (atendí la

llamada) con un mensaje SDP, proponiendo el codec a utilizarse (*g711U telephone-eve*), hacia el usuario origen, hasta que el usuario destino reciba un mensaje de confirmación *ACK* (5) (atendí la llamada) enviado por el usuario origen. En este punto la sesión se establece y además se establece la conversación mediante el envío de paquetes RTP (6) (audio/video RTP streams). Adicionalmente, en ciertos casos el terminal origen confirma la negociación con un mensaje *ACK*.

Para la finalización de la llamada, se lleva a cabo mediante el envío del mensaje de solicitud *BYE* (7), dentro del diálogo establecido por *INVITE*. El mensaje *BYE* se envía directamente desde un agente de usuario hacia el otro agente de usuario, a menos que un *proxy* que se encuentra en la trayectoria de la solicitud *INVITE*, haya indicado que desea permanecer en la ruta mediante el establecimiento del proceso *Record Routing* (*Registro de Ruta*). El usuario que desea finalizar la sesión, envía la solicitud *BYE* directamente al otro usuario involucrado en la sesión. El usuario que recibe la solicitud *BYE* envía una respuesta *200 OK* (8) para confirmar la finalización de la sesión SIP.

LLAMADA DESDE SOFTPHONE X-LITE HACIA USA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este escenario de prueba se presenta en la Figura 12.



Figura. 12. Escenario de prueba: Llamada desde Softphone X-Lite hacia USA.

En las Figuras 13 y 14 se presenta la grafica del tráfico que está llegando al host (tráfico RTP). Para obtener estas graficas se selecciona *Statistics* en el menú principal de *Wireshark*, posteriormente se selecciona *IO Graphs*.

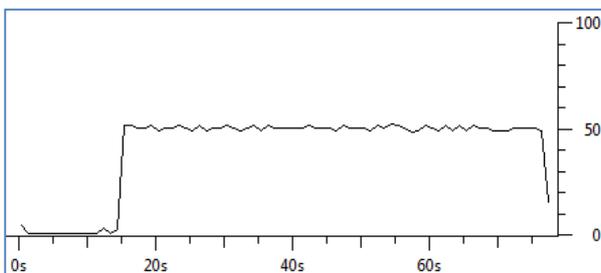


Figura. 13. Tráfico recibido en el host (paquetes / segundo).

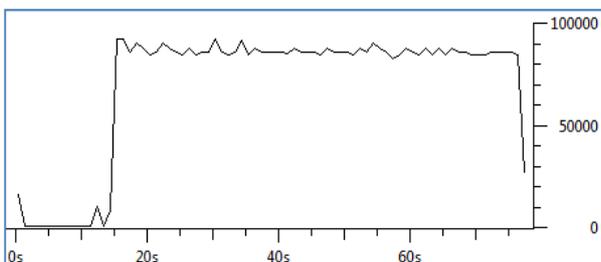


Figura. 14. Tráfico recibido en el host (bits / segundo).

- El ancho de banda aproximado de RTP es de 85Kpbs (G.711).

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se determinó que el Protocolo SIP es más simple que otros protocolos, y mucho más adecuado para VoIP y otras aplicaciones de internet. Por lo tanto más y más empresas y organizaciones alrededor del mundo eligen equipos compatibles con SIP. La elección de productos basados en el estándar SIP asegura que se pueden mezclar productos de diferentes fabricantes y que va a ser parte del mundo VoIP en el futuro.

El Funcionamiento del presente proyecto es muy satisfactorio, puesto que se cumplió con los objetivos y expectativas planteadas. Por lo tanto, se puede concluir que, el proveedor *CallCentric (Internet Phone Service)*, es una excelente alternativa en aplicaciones de Voz sobre IP basados en SIP, por su capacidad de funcionamiento y compatibilidad con un sin número de dispositivos terminales SIP, los cuales, el proveedor *CallCentric* ofrece soporte para cada uno de ellos. De la misma forma los dispositivos terminales SIP tanto en *hardware: WLAN660S Wi-Fi SIP Phone*, como en *software: el Softphone X-Lite versión 4.0*, presentan un desempeño exitoso.

Logrando obtener en gran manera una reducción de costos, con respecto a las llamadas internacionales.

De la investigación realizada se determina que hacer y recibir llamadas de voz a través de las redes Wi-Fi, está ganando rápidamente popularidad como la voz sobre IP (VoIP), que goza de una popularidad cada vez mayor, gracias al surgimiento de nuevos dispositivos de voz, como teléfonos de modo dual con tecnología celular y Wi-Fi, con una amplia disponibilidad. Los fabricantes de dispositivos Wi-Fi han ampliado y mejorado la funcionalidad de voz, introduciendo características avanzadas en Calidad de Servicio (QoS), eso ha mejorado la capacidad de voz de redes Wi-Fi.

La tecnología Wi-Fi ofrece a los usuarios una amplia gama de dispositivos que soportan aplicaciones de voz, lo que incluye, pero no está limitado a los teléfonos móviles. Las computadoras portátiles han sido los primeros dispositivos en soportar voz sobre Wi-Fi, pero los teléfonos celulares solo con tecnología Wi-Fi y modo dual celular/Wi-Fi, están creciendo rápidamente, ofreciendo a los usuarios de VoIP sin cables.

VoIP puede garantizar una alta calidad en la transmisión de voz, si los canales de señalización y de audio, tienen prioridad sobre otros tipos de tráfico de la red. Para que los usuarios reciban un nivel aceptable de

calidad de la voz, el tráfico de VoIP debe garantizar ciertas compensaciones de: ancho de banda, latencia, y requisitos de Jitter. QoS asegura que los paquetes de voz de VoIP reciban el tratamiento preferencial que requieren.

RECOMENDACIONES

Para garantizar una buena calidad de Voz sobre Wi-Fi, se recomienda que los dispositivos terminales y los puntos de acceso, cumplan con los niveles de desempeño adecuado, referente a pérdida de paquetes, latencia, Jitter, entre otros.

Para evitar valores tan altos de *Jitter buffer*, es posible reducir el efecto del *Jitter* proporcionando técnicas de calidad de servicio como: dar prioridad al tráfico de voz con respecto al de datos, enlaces de mayor velocidad, entre otros, teniendo en cuenta que: “Una disminución del *buffer* significa menos retardo pero más pérdida de paquetes, caso contrario, un aumento del *buffer* significa menos pérdida de paquetes pero más retardo”. Prácticamente los valores del *Jitter buffer* pueden ser configurados de forma manual o el equipo terminal (teléfono IP) estime el mejor valor, teniendo en cuenta la relación de compromiso.

Para obtener un porcentaje aceptable de paquetes descartados se recomienda ser menor o igual al 1%.

Al momento de elegir un proveedor de servicios VoIP / SIP, se recomienda elegir uno que ofrezca servicios especiales en una área determinada, específicamente dentro de un país en particular. La elección del proveedor dentro del mismo país que se desea realizar o recibir llamadas constantemente, puede potencialmente reducir los costos en gran manera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Protocolos de Voz sobre IP
Disponible en: www.lairent.com.ar
Julián María Ganzábal
[jganzabal@lairent.com.ar]
- [2] Overview of Operation
IETF “SIP: Session Initiation Protocol” RFC 3261. J. Rosenberg, dynamicsoft, H. Schulzrinne Columbia U., G. Camarillo Ericsson, A. Johnston WorldCom, J. Peterson, Neustar R. Sparks dynamicsoft, M. Handley ICIR, E. Schooler, AT&T. June 2002.
- [3] CounterPath Releases X-Lite 4.0
Disponible en:
<http://www.counterpath.com/counterpath-xlite-4-release.html>

BIBLIOGRAFÍA



Víctor Hugo López Chalacán, nació en Quito el 10 de agosto de 1985.

Realizó sus estudios primarios en la Escuela Eugenio Espejo y secundarios en el Colegio Militar Eloy Alfaro, obteniendo el título en bachiller en Físico Matemático. Sus estudios universitarios los realizó en la Escuela Politécnica del Ejercito ESPE, obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Datos de contacto:

victor.hugo.lopez@hotmail.com