

11

Fecha de presentación: marzo, 2016 Fecha de aceptación: junio, 2016 Fecha de publicación: agosto, 2016

PROPUESTA DE UNA PIZARRA ASTERISK EN LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

PROPOSAL OF AN ASTERISK PBX IN THE UNIVERSITY OF CIEN-FUEGOS

Ing. Juan Manuel Castellanos Hernández¹

E-mail: jmcastellanos@ucf.edu.cu

MSc. Carlos A. Rodríguez López²

E-mail: crodriguez@uclv.edu.cu

Carlos Alejandro Ladeus Acosta³

¹Universidad de Cienfuegos. Cuba.

²Universidad Central de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

³ Universidad de Pamplona. Colombia.

¿Cómo referenciar este artículo?

Catellanos Hernández, J. M., Rodríguez López, C. A., & Ladeus Acosta, C. A. (2016). Propuesta de una pizarra Asterisk en la Universidad de Cienfuegos. Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 8 (2). pp. 97-106. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

RESUMEN

Se realiza esta investigación con el objetivo de proponer una pizarra Asterisk en la Universidad de Cienfuegos (UCF) que permita la reducción de costos por prestación de servicios telefónicos y se alcance flexibilidad en cuanto a métodos de acceso telefónico, integración de hardware y software, movilidad y mayor calidad. Se identificaron los conceptos relevantes de la tecnología VoIP necesarios para alcanzar las tareas planteadas. Luego se realizó una caracterización de la Red de Datos de la UCF y se diseñaron y configuraron los servicios a prestar por la PBX Asterisk a partir de la caracterización realizada. Por último se verifica el correcto funcionamiento de la red de VoIP a través de una simulación con el software OPNET MODELER.

Palabras clave:

VoIP, Servidor Asterisk, Códec de Voz.

ABSTRACT

This investigation is carried out with the objective of proposing an Asterisk Private Branch Exchange in the University of Cienfuegos (UCF) that allows the reduction of costs for phone support services and to reach flexibility for methods of phone access, hardware and software integration, mobility and quality of the service in UCF. The outstanding necessary concepts of the VoIP technology are identified to achieve the outlined goals. Then it's carried out a characterization of the UCF's Data Net and are designed and configured the services in the Asterisk PBX starting from the characterization. Lastly the correct operation of the VoIP net is verified through a simulation with the software OPNET MODELER.

Keywords:

VoIP, Asterisk Server, Voice Codecs.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, para el funcionamiento de los servicios de voz se utilizan las redes por conmutación de circuitos. Dos de estas redes públicas son la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) que es una red analógica y la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). En las empresas se utilizan dos redes muy bien diferenciadas, una encargada del tráfico y servicios de voz y otra destinada para el tráfico de datos que se basa en la conmutación de paquetes.

Con el avance de las tecnologías actuales para Voz sobre el Protocolo de Internet (VoIP) se tiene la capacidad de proporcionar servicios garantizados sobre una única red donde confluyen tráficos tanto de voz como de datos, lo que permite afirmar que se dispone de una red multiservicio que principalmente reduce costos y ancho de banda (Toscano Palomo, 2011).

La telefonía IP más que tipo de comunicación por conmutación de paquetes es una tecnología en la que convergen diferentes servicios como son voz, datos y video, este tipo de comunicación provee al usuario de reducción de costos, disponer de su propio sistema y configurarlo como se desee, implementar servicios como el buzón de mensaje, identificación de llamada y buzón de espera, todos de forma gratuita, lo cual no lo es en la red de telefonía básica, este sistema es abierto por lo que utiliza software libre lo cual lo hace interesante y ventajoso frente a los demás (Gómez Wilches, 2011).

El Protocolo de Transporte de Tiempo real (RTP) provee las funciones de transporte apropiadas para las aplicaciones en redes punto a punto que transmiten datos en tiempo real, como audio, video o datos, tanto en servicios de multidifusión o unidifusión. RTP no aborda la reserva de recursos y no garantiza QoS para servicios de tiempo real. El transporte de datos es aumentado por un protocolo de control (RTCP, que significa RTP Control Protocol) que permite monitorear la entrega de datos de una manera escalable para redes grandes de multidifusión, y suministrar control mínimo y funcionalidades de identificación. RTP y RTCP son diseñados para ser independientes de la capa de transporte subyacente y las capas de red (Schulzrinne, Casner, & Frederick, 2003).

El protocolo H.313 es una recomendación de la ITU-T que especifica cómo se transporta el tráfico multimedia sobre las redes de paquetes. El H.313 es un protocolo bastante complejo que no fue creado para el desarrollo simple de aplicaciones. Fue creado para permitir que las aplicaciones multimedia se ejecutaran sobre redes de datos no fiables. El tráfico de voz es sólo una de las aplicaciones, al inicio el protocolo se centró en video y datos (Davidson, 2013).

El Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP) es un protocolo de control de la capa de aplicación que puede establecer, modificar, y terminar sesiones de multimedia (conferencias) como las llamadas de telefónicas por Internet. SIP también puede invitar a participantes a sesiones ya existentes, como las conferencias de multidifusión. Los medios de comunicación pueden ser añadidos (y removidos) a una sesión existente. SIP soporta mapeo de nombres y redireccionamiento de servicios, que soportan movilidad personal -los usuarios pueden mantener actualizado un identificador exteriormente visible sin considerar su ubicación de la red-. Estas sesiones multimedia incluyen datos, video y voz (Rosenberg & Schulzrinne 2001).

Los usuarios de Internet demandan nuevos servicios con requerimientos estrictos de Calidad de Servicio (QoS) para aplicaciones en tiempo real. Esto se debe a la existencia de servicios de comunicaciones donde la QoS debe ser alta y previsible, comparada por la ofrecida en las redes de alto rendimiento (Ossipov & Karlsson, 2011).

Una sesión de estos servicios no es aceptable si la calidad es menor a la establecida por sus límites de desempeño (Gómez Skarmeta & Álvarez, 2010). Por mencionar un caso en concreto, el atraso de 150 mili segundos (ms) en las conversaciones de voz no es notable comparado con un retardo de 450 ms, el cual para la percepción humana ya es molesto y poco útil (ITU-T Rec. G.114) (Wang, 2011).

El fenómeno de la Internet ha sido pieza clave para que se pueda alcanzar esta meta, gracias al constante desarrollo de las redes IP, a las técnicas avanzadas de digitalización de voz y a los protocolos de control y transmisión en tiempo real. La telefonía sobre IP se ha convertido en un tema estratégico, que permite la calidad de servicio a bajo costo (Flores Soto & Yopez Castillo, 2010).

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) o conmutación de etiquetas de múltiples protocolos es una tecnología emergente apuntando a solucionar las limitaciones presentes en las redes actuales bajo técnicas de envío de paquetes (*packet forwarding*) en redes IP, tales como velocidad, escalabilidad, manejo de calidad de servicio (QoS), y manejo de tráfico para mejora del rendimiento de la prestación de la red. MPLS proporciona manejo de ancho de banda y servicios requeridos para las futuras redes *backbone* (núcleos principales) basadas en Protocolo IP (*Internet Protocol*) (Rodríguez, 2011).

En el año 2014 el Ministerio de Educación Superior (MES) decidió unificar la Universidad "Carlos Rafael Rodríguez" (UCF) y la Universidad Pedagógica "Conrado Benítez", ubicadas en la provincia de Cienfuegos, con vistas a centralizar en una única entidad la formación de profesionales

de nivel superior, siendo renombradas como Universidad de Cienfuegos (UCF). La nueva organización está distribuida en las dos sedes físicas ubicadas en extremos opuestos de la ciudad. Esto trajo consigo que la red de datos de UCF pasara a ser de una Red de Área Local (LAN) a una WAN. Actualmente la conexión existente entre estas dos localidades es nula, es por esto que el proveedor de servicios de telecomunicaciones de Cuba, la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA SA) ha planteado establecer una conexión MPLS entre ambas sedes.

Luego de establecida la conexión MPLS se impondrán nuevos retos a los servicios que se ofrecen, como la necesidad de transmitir datos, voz y video sobre IP. Implementar estos servicios permitirá a la institución realizar videoconferencias que posibiliten ahorrar gastos en transporte de personal, reducir los costos por prestación de servicios a ETECSA, alcanzar flexibilidad en cuanto a métodos de acceso telefónico, integración de hardware y software, movilidad y calidad del servicio en la Universidad de Cienfuegos, donde estudiantes, profesores y personal administrativo se beneficiará de las bondades de voz y video sobre IP.

El objetivo del presente trabajo fue proponer una pizarra Asterisk en la Universidad de Cienfuegos que permita la reducción de costos por prestación de servicios telefónicos y se alcance flexibilidad en cuanto a métodos de acceso telefónico, integración de hardware y software, movilidad y calidad del servicio.

DESARROLLO

Se realizó una investigación en la UCF, en la provincia de Cienfuegos en el período comprendido entre septiembre de 2014 y mayo de 2015. Las tareas de investigación desarrolladas fueron la caracterización de la red de datos de la UCF, el diseño de prestación de servicios de la PBX Asterisk a partir de las características de la institución y la verificación del correcto funcionamiento de la red de VoIP a través de una simulación con el software OPNET MODELER.

Para la caracterización se trabajó con un diseño no experimental que tuvo en cuenta la estructura de la empresa, el soporte de Servicios de Tecnologías de la Información (TI) ofrecidos, los medios de comunicación, el personal vinculado a la prestación de los servicios TI. Se llevó a cabo un censo de los dispositivos que de esta forman parte, así como la arquitectura existente. El estudio se realizó en noviembre del 2014, por lo que en la práctica se debe tener en cuenta la posibilidad de algún cambio ocurrido en la red debido a la necesidad de mejoras en cuanto a organización y por fallas de algún dispositivo.

La red de la UCF tiene las siguientes características:

Surge como centro de redes informáticas en 1996 y al principio solo existía conexión dentro del centro de redes, luego a finales de ese mismo año se logró la conexión a internet.

Actualmente el centro cuenta con una sede central, la Universidad "Carlos Rafael Rodríguez" (UCF) con 1880 usuarios, una segunda sede, la Universidad Pedagógica "Conrado Benítez" con alrededor de 1000 usuarios, ubicadas ambas en la provincia de Cienfuegos, y una representación en cada cabecera de los siete municipios restantes de la provincia con alrededor de 300 usuarios. En total la UCF tiene alrededor de 4180 usuarios a los cuales se les brinda soporte de servicios TI.

Para el diseño de la arquitectura de la pizarra Asterisk se recurrió a los planos ya existentes de la Institución realizados con el software AutoCAD. El software Microsoft Visio Premium 2013, propietario de Microsoft y que cuenta con diagramas y elementos de red avanzados, se utilizó para montar los planos de AutoCAD y diseñar la arquitectura de la red.

A partir de la caracterización se utilizó Trixbox 1.8.0.4 para montar el servidor de VoIP que es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, basado en CentOS, con la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk bajo licencia GPL (Licencia Pública General de GNU).

Asterisk, es una aplicación de software libre que proporciona servicios, funcionalidades y administración de una central telefónica basada en voz sobre IP. Al tener las mismas capacidades de una PBX existe la posibilidad de conectar un número determinado de usuarios o para hacer llamadas y de más servicios entre sí.

Entre los servicios más comunes de Asterisk se tiene la opción de administración de PBX donde los servicios que ofrece son (Fernández Curbelo, & López López, 2011):

- Extensiones: administra las extensiones y los buzones de voz de las mismas.
- Grupos de Timbre: agrupa extensiones para timbre simultáneo.
- Operadoras Automáticas: crea menús de voz que escucharán los llamantes.
- Troncales: define troncales para conexión a la red telefónica pública.
- Rutas Salientes: administra las rutas de llamadas salientes del sistema.



Figura 2. Plan de marcación.

Para observar el plan de marcación completo ver el anexo 1 (A.1), donde se muestra el diseño de la tabla de marcación del plan completo.

Se seleccionó el Códec iLBC: "Internet Low Bit rate Codec", que es un códec para voz apropiado para comunicaciones robustas sobre VoIP. Este códec está diseñado para ahorrar ancho de banda y resulta en un carga útil de 13.33 Kb/s usando tramas de 30 ms y en 15.10 Kb/s usando tramas de 10 ms. El códec es capaz de enfrentar la eventualidad de que se pierdan tramas, lo cual ocurre cuando se pierde la conexión o se retrasan los paquetes IP.

El algoritmo iLBC, usa una codificación de predicción-lineal y bloques- independientes (LPC), este algoritmo tiene soporte para dos tamaños básicos de tramas: 10 ms a 15.1 Kb/s y 30 ms a 13.33 Kb/s.

Cálculo de Ancho de Banda (BW) por llamada utilizando el códec iLBC.

Para el cálculo del ancho de banda del códec se tiene en cuenta el tiempo de trama para 10ms.

Ecuación 1. Calculo de número de bit por muestra.

$$Nbpm = \frac{15.1kbps}{8000} = 1,9 \text{ bit/muestras}$$

Donde en la Ecuación 1 Nbpm representa el número de bit por muestra y el valor del numerador sería la frecuencia de muestreo en este caso sería 8000 debido a que se transmitirá por el códec solo voz humana, el valor de 15,1kbps representa la velocidad de transmisión del códec, y el resultado de dicha relación da como resultado 1,9 bits/muestras.

Ecuación 1. Cálculo del tamaño del paquete.

$$Fm * Nbpm * T$$

Fm: Frecuencia de muestreo.

Nbpm: Número de bit por muestra.

T: Tiempo por trama.

Al reemplazar dichos valores se obtiene:

$$8000 * 1.9 * 10 * 10^{-3} = 304 \text{ bits, luego } \frac{304 \text{ bitsps}}{8} = 38 \text{ byte (por paquete)}$$

Ahora se calcula el número de paquetes transmitidos por segundo:

$$\frac{15,1 * 10^3}{8} = 1900 \text{ Bytes, luego } \frac{1900}{38} = 50 \text{ pack/s}$$

Luego la parte que más interesa es hallar el ancho de banda del códec iLBC con la

Ecuación 3.

Ecuación 3. Producto para hallar el ancho de banda del códec.

$$BW (\text{códec}) = Vtx * Tm$$

En la Ecuación 4. Se muestran las cabeceras IP, UDP, RTP y en la Ecuación 5 la cabecera Ethernet.

Donde;

Bw (códec): Ancho de banda del códec.

Tm: Sumatoria de las cabeceras.

VTx: Velocidad de transmisión de paquetes por segundo.

Ecuación 4. Cabecera UDP, IP, RTP.

$$IP + UDP + RTP = 40 \text{ byte}$$

Ecuación 5. Cabecera Ethernet.

$$L1 = 14 \text{ byte}$$

Las cabeceras de las Ecuaciones 4 y 5, deberán sumarse para calcular el ancho de banda del códec, esta sumatoria da como resultado 54byte que sería el valor de

Tm, los cuales no tienen ningún tipo de compresión, para efectos de compresión la sumatoria de la cabecera sería 16byte.

(códec) = $50 \text{ pack/s} * (38 + 54 \text{ bytes}) = 4600 * 8 = 36.8 \text{ Kbps}$ Donde 36.8Kbps sería el ancho de banda del códec sin compresión alguna. Ahora bien como las cabeceras pueden variar debido a compresión en las mismas el cálculo realizado con la sumatoria de las cabeceras igual

a 16bytes sería 11.6kbps reemplazando este valor en la Ecuación 3.

Configuración de X-lite

Se configuró el Software de cliente X-lite de la siguiente manera:

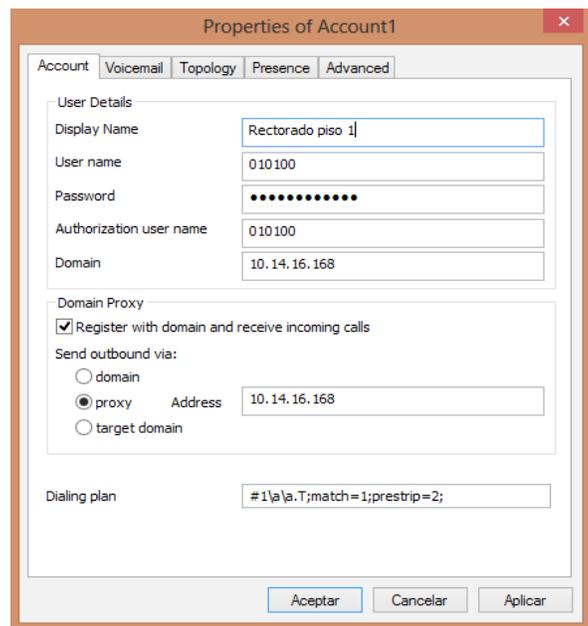


Figura 3. Configuración del cliente X-Lite del Rectorado piso 1.

Configuración del Servidor Asterisk

Para la implementación de la PBX en la UCF cada extensión tuvo un número asociado teniendo en cuenta el plan de marcación visto anteriormente y se procedió a la creación de cada una de las extensiones.

Autores como Ordovás (2011,) definen de la siguiente manera el concepto de extensión *“una extensión en Asterisk puede ser o no el número asociado a una persona. FreePBX hace uso de su primera acepción ya que basa el conjunto de sus aplicaciones en torno al concepto de extensión igual a persona asociada”*.

Se seleccionó el protocolo SIP durante la implementación de las extensiones y se llenó el listado de campos (Figura 4). Para evitar redundancia en la configuración solo se muestran los edificios principales puesto que para las demás serán exactamente las mismas.

Añadir Extensión	C. Agrarias piso 1 <040112>
Rectorado piso 1 <010100>	C. Agrarias piso 2 <040213>
Rectorado piso 2 <010201>	C. Agrarias piso 3 <040314>
Rectorado piso 3 <010302>	C. Agrarias piso 4 <040415>
Rectorado piso 4 <010403>	C. E&Emp piso 1 <050116>
Mecánica piso 1 <020104>	C. E&Emp piso 2 <050217>
Mecánica piso 2 <020205>	C. E&Emp piso 3 <050318>
Química piso 3 <020306>	C. E&Emp piso 4 <050419>
Informática piso 4 <020407>	Cult. Física piso 1 <060120>
C. S&H piso 1 <030108>	Cult. Física piso 2 <060221>
C. S&H piso 2 <030209>	Cult. Física piso 3 <060322>
C. S&H piso 3 <030310>	Cult. Física piso 4 <060423>
C. S&H piso 4 <030411>	

Figura 4. Listado de todas las extensiones de la PBX.

Análisis de resultados de la simulación con OPNET Modeler

Durante la validación de esta implementación se tuvieron en cuenta diversos parámetros; para construir la simulación se seleccionó un área de 100 km X 100 km que es la distancia aproximada de la Red de Área Amplia (WAN) UCF.

En la Figura 5 se muestra la simulación de la red VoIP en la UCF. Se representa la red WAN con la sede central **Carlos Rafael Rodríguez** que conste de diez redes virtuales (VLAN) llamadas CRAI, Rectorado, FING, FCA, FCF, FCEE, TECEDU, FINF, FCS y Nodo, con los servidores de FTP (File Transfer Protocol), WEB, Correo y SIP (que representa el servidor Asterisk). Se muestra además la red de área local (LAN) del Pedagógico **Conrado Benítez** llamada LAN_Pedagógico, y el resto de las redes locales de las sedes universitarias de los siete municipios restantes de la provincia.

Las redes virtuales de la sede central, exceptuando a la VLAN Nodo, que solo consta de los servidores antes mencionados, se configuraron con 50 computadoras, la LAN de la Sede del Pedagógico se configuró con 100 computadoras y las LAN de los municipios se configuraron con 10 computadoras cada una.

Los enrutadores empleados fueron los Cisco 1911- Para ello se configuró como protocolo de enrutamiento interno el OSPF (Open Shortest Path First) y para comunicar las distintas sedes, el protocolo de enrutamiento externo BGP (Border Gateway Protocol).

Para la simulación se empleó los códec GSM ya que el códec iLBC escogido, no se encuentra en el software OPNET Modeler. No obstante estos dos códec son similares.

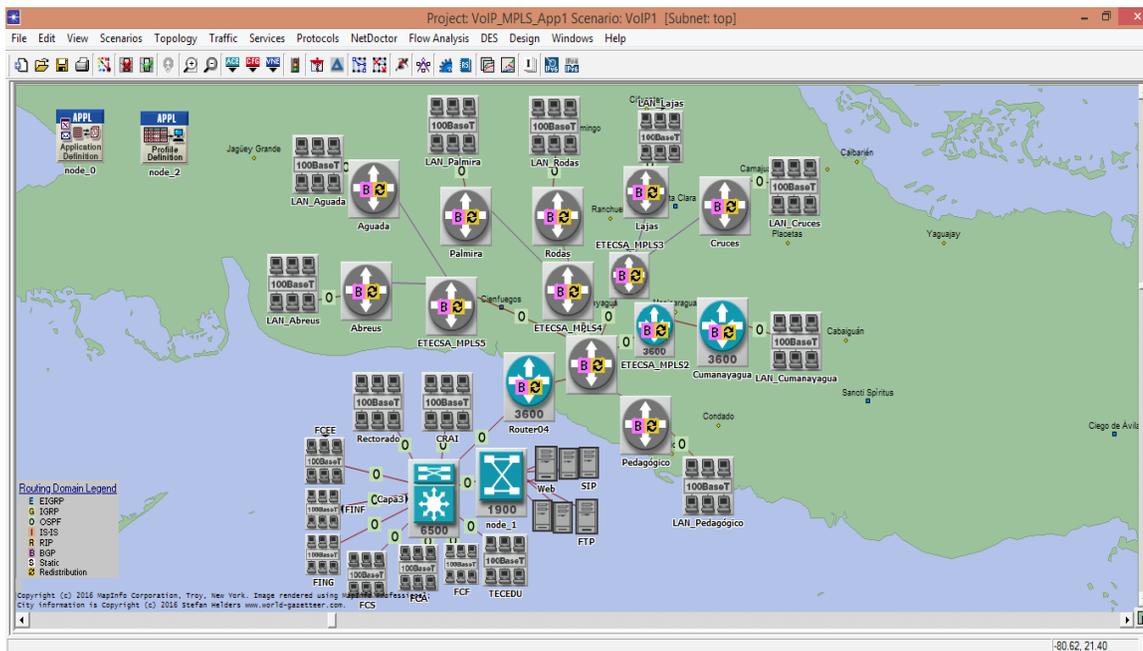


Figura 5. Escenario de simulación final con OPNET Modeler.

Como resultado de la simulación se obtuvo que el tráfico enviado y recibido por el servidor Asterisk no supera los 110 Kbytes/sec (880 Kbits/sec). Este es un indicador favorable que evidencia el poco consumo de ancho de banda que necesita el servicio de VoIP en la red UCF (Figura 6).

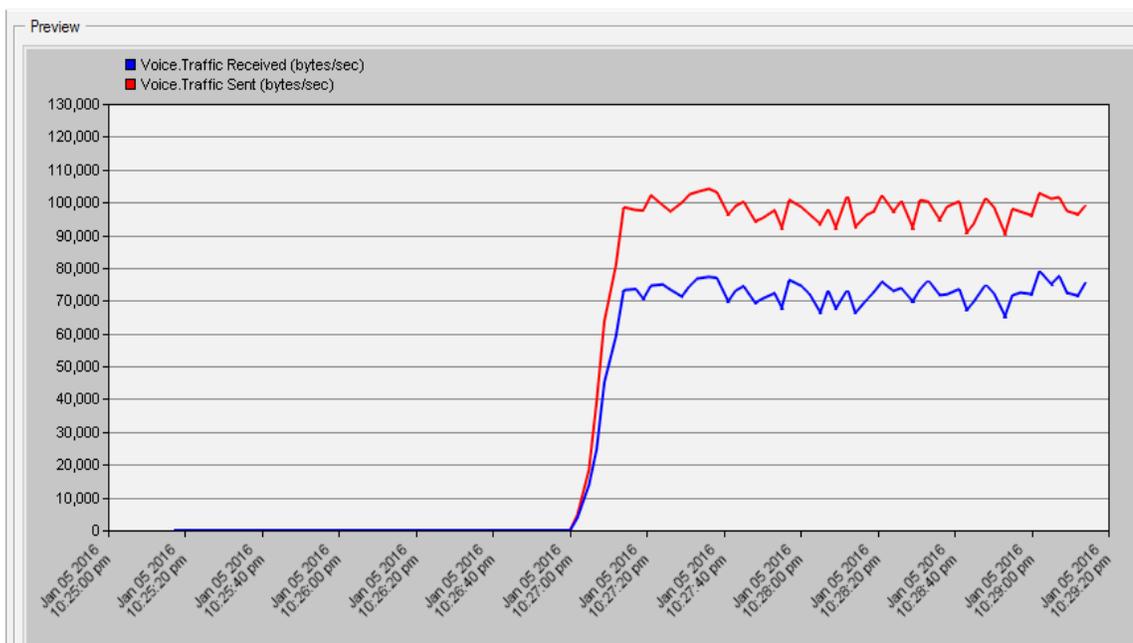


Figura 6. Tráfico de VoIP enviado y recibido obtenido en la Simulación.

La variabilidad del tiempo de la llegada de los paquetes de VoIP al destino (jitter); no supera en la simulación los 0,5 μ sec. Este resultado es positivo si se tiene en cuenta que un valor aceptado del jitter puede ser de hasta 10 msec. (Figura 7).

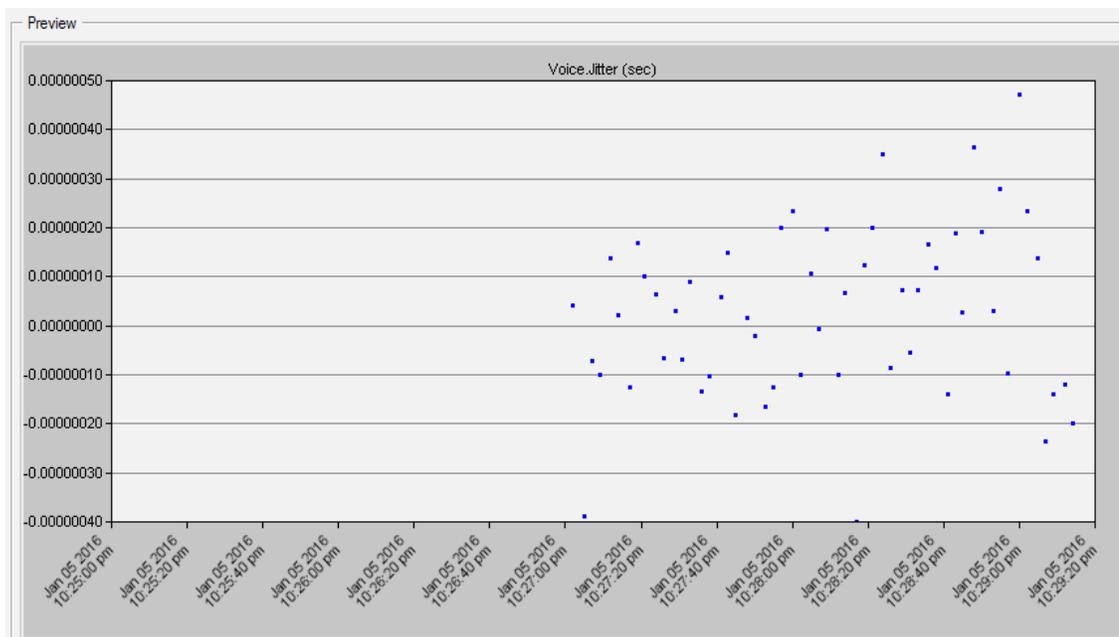


Figura 7. Variabilidad del tiempo de la llegada de los paquetes de VoIP (jitter).

El valor del MOS(Mean Opinion Score)obtenido fue mayor que 3, lo cual se considera aceptable. El MOS es una medida cualitativa de la calidad de la voz. Un valor de 5 indica una comunicación con calidad excelente mientras que uno de 0 indica una calidad pésima.

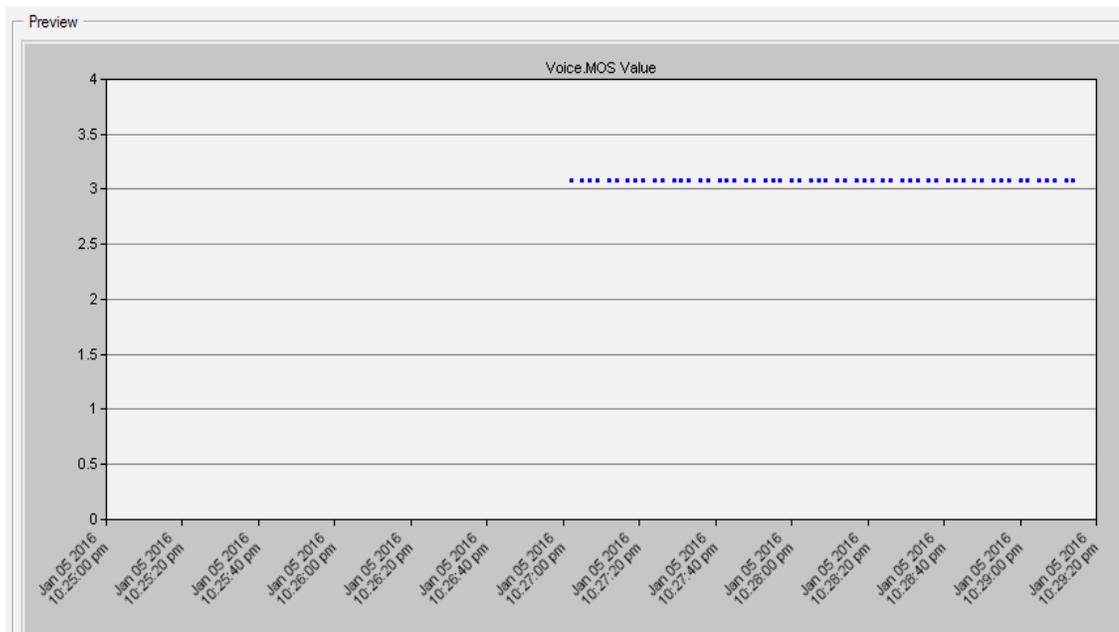


Figura 8. Mean Opinion Score obtenida en la Simulación.

CONCLUSIONES

El estudio de los conceptos, protocolos y estándares de voz sobre IP permitió la comprensión del funcionamiento de las redes VoIP, lo cual constituyó la base fundamental para la implementación de una pizarra Asterisk en la Universidad de Cienfuegos.

La gran cantidad de servicios que propone Asterisk encarar con solidez los problemas de comunicación que enfrenta actualmente la UCF, lo que hace posible un diseño sólido de una PBX y su implementación sobre la red del campus.

La propuesta de servicios Asterisk contribuye a la organización, administración y funcionalidad de los servicios implementados en la pizarra de la UCF.

Se logra corroborar la eficiencia, robustez y calidad de servicio que ofrece la pizarra Asterisk implementada en la UCF sin afectar el funcionamiento de la red, a partir de un software como OPNET MODELLER capaz de realizar simulaciones lo más cercano posible a la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Davidson, J. (2013). *Fundamentos de Voz sobre IP*. Madrid: Cisco Press.
- Fernández Curbelo, L. E., & López López, G. (2011). Implementación de Telefonía IP en la red de CIMEX-Cienfuegos. *UPADI*, 15.
- Flores Soto, A. O., & Yopez Castillo, C. X. (2010). *Implementación del protocolo DUNDi para conectar dos o más PBX basadas en Asterisk remotamente ubicadas*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Gómez Skarmeta, A., & Álvarez, O. (2010). *Convergencia de redes y servicios basados en IP* (3rd ed.). Colima.
- Gómez Wilches, J. A. (2011). *Estudio y diseño de una red de telefonía de voz sobre IP para plataforma siglo XXI*. Pamplona: Universidad de Pamplona.
- Natali Toscano Palomo, G. (2011). *Análisis y diseño de una red de alta disponibilidad para centrales Asterisk basada en la tecnología DUNDi*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ordovas, B. G. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de VoIP basado en Asterisk y PBX*. Madrid: Universidad Carlos III.
- Ossipov, E., & Karlsson, G. (2011). A simplified guaranteed service for the Internet, In *Proceedings of Protocols for High-Speed Networks*, 10.
- Rodríguez, D. (2011). *Transmisión de voz, video y datos en Redes Privadas Virtuales VPN/MPLS*. Buenos Aires: Universidad de Belgrano.
- Rosenberg H., J., & Schulzrinne, H. (2001). SIP: Session Initiation Protocol. RFC 3161.
- Schulzrinne, H., Casner, S., & Frederick, R. (2003). RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. Quebec: RFC Editor.
- Wang, Z. (2011). *Internet QoS: Architectures and Mechanisms for Quality of Service*. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.

ANEXOS

A.1. Plan de Marcación Telefónico UCF.

Nombre del Área	Número del Edificio	Piso	Número del Usuario
Rectorado	01	01	00-99
		01	00-99
		03	00-99
		04	00-99
Mecánica	01	01	00-99
		01	00-99
Química	01	03	00-99
Informática	01	04	00-99
Ciencias Sociales y Humanística	03	01	00-99
		01	00-99
		03	00-99
		04	00-99
Ciencias Agrarias	04	01	00-99
		01	00-99
		03	00-99
		04	00-99
Ciencias Económicas y Empresariales	05	01	00-99
		01	00-99
		03	00-99
		04	00-99
Cultura Física	06	01	00-99
		01	00-99
		03	00-99
		04	00-99