



Telefonía VoIP como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el entorno empresarial

Málkon Torres Rodríguez^{1,*}

Resumen

El presente trabajo ayuda de manera fácil e intuitiva, a comprender la estructura de la telefonía VoIP y cómo su empleo en el entorno empresarial, en gran medida, solventa problemas con el flujo de la información que tiene la alta dirección de disímiles entidades y mediante llamadas telefónicas facilitar la toma de decisiones y disminuir costos. Se ejemplifica su aplicación a través de los resultados tecnológicos y económicos obtenidos en la empresa SERTOD.

Keywords: Voz IP, Redes locales, Calidad

© 2016 Los Autores. Publicado por Universidad Técnica de Manabí. Licencia CC BY-NC-ND
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción y Objetivos

En la actualidad el proceso de toma de decisiones se ha tornado muy complejo, debido al gran volumen de información que es necesario procesar para garantizar una gestión eficaz en función de la toma de decisiones por parte del personal decisor. Las particularidades del flujo de información que generan las organizaciones desde y hacia todos los niveles de dirección son cada vez más exigentes en cuanto a volumen, precisión y calidad de la información que se ofrece. El uso de las tecnologías en función de esta actividad constituye un factor determinante y obligado en aras de garantizar las demandas con un bajo coste.

Una solución en parte a la situación mencionada anteriormente los constituye sin duda la implementación de la Telefonía VoIP la que se ha abierto paso en el mercado actual por los altos niveles de satisfacción, funcionalidad, aumento de la productividad y reducción representativa en costos fijos con respecto a la telefonía tradicional. VoIP es una de las

* Autor para la correspondencia

Correo-E: malkon.torres@nauta.cu (Málkon Torres Rodríguez)

¹ Universidad de Holguín, Cuba

tendencias actuales de las tecnologías de la información que se encuentra generalmente asociada con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones. La misma ya se encuentra en la agenda de los directivos y jefes tecnológicos de las empresas, que buscan herramientas que les permitan ser más rentables y les ayude a sus trabajadores a aumentar su productividad generando así mayores ingresos a la empresa, es atractivo integrar sus comunicaciones a una sola red, económica y flexible, en especial si tienen grandes necesidades telefónicas.

En Cuba como en el resto del mundo VoIP ha cobrado auge y las Fuerzas Armadas Revolucionarias han sido la avanzada en lo que a este tema se refiere, tomando esta tecnología de la mano para investigar y proveerse de soluciones que aminorasen los costos, manteniendo la calidad y la estabilidad de sus sistemas de telecomunicaciones. Por otra parte, la Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas ha creado grupos investigativos para el estudio y creación de soluciones mediante la VoIP, además de fomentar el empleo de esta tecnología en la rama empresarial cubana.

Por tal motivo y en este escenario, se propone como objetivo implantar en la División Oriental de SERTOD un sistema de voz sobre IP como herramienta para el apoyo a la toma de decisiones la cual brinde acceso frecuente a la consulta de la información mediante el establecimiento de llamadas telefónicas libres de costo y regule las salidas telefónicas hacia el exterior de la empresa.

2. Arquitectura VoIP y su funcionamiento

Las empresas han desarrollado su infraestructura de redes para dar soporte a servicios de datos y voz. Dentro de los elementos de mayor peso que componen la arquitectura VoIP se encuentran los codificadores-decodificadores (códecs), TCP/IP y protocolos VoIP, servidores de telefonía IP y PBXs¹, puerta de enlace VoIP y routers y Teléfonos IP y softphones [1]

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de códecs que garanticen la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido. TCP/IP determina cómo se transfieren los datos a través de la red de datos, definiendo desde el programa que envía hasta el que recibe [2, 3].

Los servidores se encargan de procesar operaciones de base de datos de administración y control del servicio, tales como la recolección, la contabilidad, el direccionamiento, así como el registro cada usuario. Para la transmisión de voz se demanda la utilización de servidores especialmente diseñados para este propósito, Asterisk² es una aplicación que proporciona funcionalidades de una central telefónica y se implementa en un servidor para la transmisión de voz. Las puertas de enlace VoIP y los routers brindan un puente de comunicación entre los usuarios de la red, su función principal es la de proveer las

¹PBX (siglas en inglés de Private Branch Exchange): Central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar las llamadas internas, las entrantes y salientes.

²Un PBX (siglas en inglés de Private Branch Exchange) es una central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además de las llamadas internas, las entrantes y salientes.

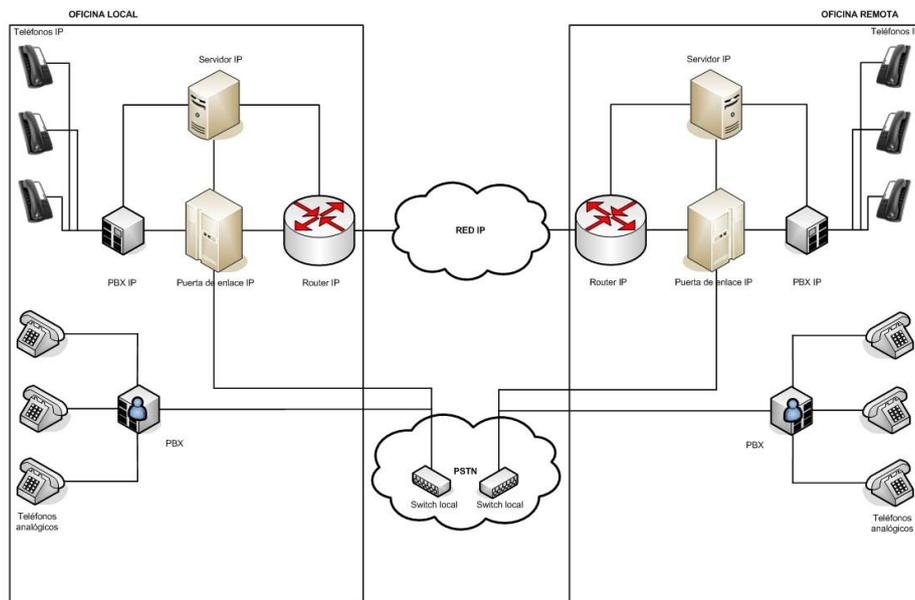


Figura 1: Arquitectura de la Telefonía VoIP

interfaces con la telefonía tradicional [4?].

Los teléfonos IP son equipos terminales con forma de teléfono, con la diferencia de que utilizan una conexión de red IP en lugar de la telefonía tradicional a dos hilos. Una alternativa a lo anterior lo constituye también la utilización de una aplicación de teléfono que se instala en las computadoras personales. El empleo de auriculares y micrófono conectado al sistema de audio de la computadora, posibilitan el establecimiento de la comunicación entre los usuarios.

La arquitectura VoIP proporciona las siguientes ventajas:

- Evita los altos costos de telefonía por concepto de larga distancia.
- Permite la gestión del tráfico en la red.
- Posibilita ser implementado en computadoras personales.
- Proporciona un enlace a la red de telefonía tradicional.
- Interfaz gráfica vía web para la gestión.
- Implementación de nuevos canales de salida para atención de múltiples usuarios, sin costos adicionales.
- Llamadas gratuitas entre extensiones locales o remotas.

Como principales inconvenientes se pueden señalar que la calidad de la llamada que podría ser un tanto inferior a la telefonía tradicional, ya que los datos viajan en forma de paquetes, es por eso que se pueden tener algunas pérdidas de información y demora en la transmisión [5]. Es importante mencionar que de forma general la desventaja no radica en la telefonía VoIP en sí, sino en la estructura y calidad de la red IP. Otra desventaja es la latencia la cual debe estar acorde a los parámetros establecidos en la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en su recomendación G.1010. Todo lo anterior es potencialmente corregible con una adecuada estructura de la red IP, la aplicación de las políticas de calidad y una correcta seguridad informática en la entidad [6, 3, 4].

3. Aplicación de VoIP en un entorno empresarial

La empresa SERTOD es una entidad de alcance nacional y la División Oriental es una de las estructuras territoriales que la componen. La misma posee una red corporativa que facilita el trabajo de la administración en gran medida. Se explotan servicios tales como navegación nacional, e-mail y servicio de transferencia de ficheros. Por otro lado se disfruta de los servicios de comunicaciones telefónicas asociados a la telefonía tradicional, el cual lo provee la empresa ETECSA bajo las tarifas y cobros establecidos para este tipo de prestación. Sin embargo, se presentaron dificultades para el establecimiento de las comunicaciones entre la dirección de la empresa y las direcciones de cada una de las estructuras territoriales. Estas cuando se realizaban eran con elevados costos, muestra de lo anterior lo constituye que:

- La administración de la entidad se veía imposibilitada de explotar en mayor medida las bondades de la red corporativa empresarial para encausar las comunicaciones telefónicas internas.
- La información entre la dirección de la empresa y las restantes divisiones con periodicidad presentaba demora en su acceso o en ocasiones no se puede consultar al no existir comunicación verbal viable económicamente.
- Deterioro de indicadores económicos causados en gran medida por el excesivo gasto debido al uso prolongado de la telefonía tradicional a larga distancia.

Las tecnologías que se utilizaba en la red corporativa no satisfacían en su totalidad las necesidades internas de la organización, pues no permitían una mejora en las comunicaciones y el flujo de información entre las direcciones de la cada estructura. De esta manera se hizo necesario gestionar la red corporativa introduciendo cambios estructurales y mejoras tecnológicas que soportaran los servicios y facilidades de la telefonía [7].

Las características de las tecnologías que se emplearon para reestructurar la red se muestran a continuación:

- Conmutadores y enrutadores gestionables, posibilitando la implementación de calidad de servicios, redes virtuales y servicios de VoIP.
- Disponibilidad de interfaces ópticas en el equipamiento tecnológico.

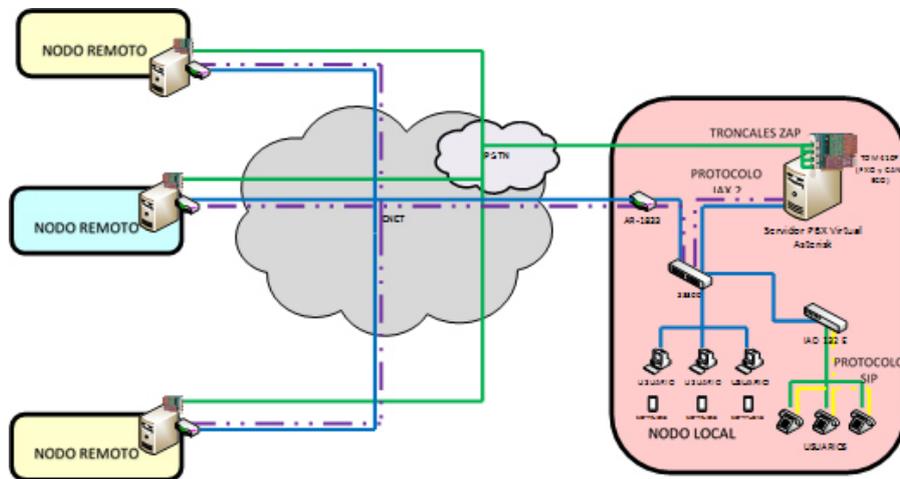


Figura 2: Estructura de la red corporativa con la arquitectura VoIP

- Dispositivo de acceso integrado con soporte de protocolos de inicio de sesión (SIP, por sus siglas en inglés) e IAX³

Para la habilitación de los servicios de la telefonía VoIP de acuerdo al requerimiento de la administración para facilitar el flujo de la información entre los usuarios internos y las restantes estructuras territoriales se encuentra la instalación del servidor PBX Asterisk en su distribución Tribox .

Los componentes principales de TriBox son:

- Linux Centos: Distribución de Linux que sirve como Sistema Operativo, está basado en Linux Red Hat Enterprise.
- Asterisk: Aplicación que se instala en un servidor para la transmisión de voz.
- FreePBX: Entorno gráfico que facilita la configuración de Asterisk mediante interfaces web.
- Flash Operator Panel (FOP): Aplicación de monitoreo de Asterisk tipo Operadora accesible desde el web.

Con Asterisk se habilitaron servicios como la identificación de llamadas y el correo de voz para todas las extensiones, operadora automática, transferencia y reportes detallados de llamadas, registro de llamadas contestadas y no contestadas, registro de números marcados, funciones de transferencia de llamadas, audio conferencia, estadísticas y reportes

³Segunda versión del protocolo IAX. Inter-Asterisk eXchange protocol es uno de los protocolos utilizado por Asterisk. Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX.

en línea para la administración y gestión de las comunicaciones.

A su vez se establecieron las extensiones telefónicas y los privilegios para cada uno de los usuarios respectivamente. Los mismos se definen de acuerdo al alcance de cada usuario y los tipos de información que necesite, para los cuales están los grupos de servicios internos (libres de costo), local y de larga distancia, siendo estos de uso empresarial hacia el exterior de la red corporativa. Asterisk provee la configuración de las líneas telefónicas a través de troncales ZAP (Tarjeta Digium conectada al servidor Asterisk) las que se configuran para utilizar las salidas y entradas aportadas por el equipo. Se definió además, para la comunicación telefónica entre la estructura nacional y las territoriales el empleo del protocolo IAX2 para la creación de un trocal que permite establecer llamadas de larga distancia libres de costos a través de la red corporativa y no empleándose la red telefónica tradicional para estos fines.

4. Resultados tecnológicos y económicos

Con los cambios introducidos en la red corporativa, la definición de los parámetros y habilitación de servicios la implementación de la telefonía VoIP se llevó a cabo y se sometió a un período evaluativo para comprobar que tan efectivos fueron los cambios introducidos y el impacto sobre las problemáticas iniciales.

Para la medición del impacto tecnológico se ha aplicado la estadística descriptiva y se parte de dos muestras de 40 valores de latencia cada una obtenidos en dos llamadas telefónicas realizadas en distintas etapas de la red corporativa, la primera, antes de la modernización tecnológica y el establecimiento de parámetros para gestionar la calidad de los enlaces de voz, la cual es nombrada llamada 1 y una segunda, luego de la aplicación de todos los cambios implementados, identificada como llamada 2.

A continuación se muestran los 40 valores de latencia obtenidos de la llamada: 531, 580, 532, 389, 294, 549, 561, 440, 509, 546, 440, 594, 580, 306, 583, 572, 390, 440, 439, 594, 572, 484, 561, 561, 298, 580, 424, 573, 391, 572, 484, 583, 488, 532, 390, 420, 501, 563, 546, 391.

Variable identificada: Latencia.

Unidad de medida: Tiempo (*milisegundos*).

Tabla 1. Frecuencia para la variable Latencia en la llamada 1.

Intervalos	X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
[0-150)	75	0	0.000	0	0.000
[150-300)	225	2	0.050	2	0.050
[300-450)	375	12	0.300	14	0.350
[450-600)	-	26	0.650	40	1.000

X_i : Punto medio o marcas de clases.

ni: Frecuencia absoluta.

Ni: Frecuencia absoluta acumulada.

fi: Frecuencia relativa.

Fi: Frecuencia relativa acumulada.

En los datos anteriores se evidencia que existen dos valores menores a 300 *ms* representado esto el 7,5% con respecto al total. Los restantes 38 valores representan un 92.5% de las mediciones obtenidas y exceden los 300 *ms*. Cabe mencionar que no existen valores inferiores a 150 *ms* que pudieran categorizarse de *excelente*, hay dos valores como *bueno* para un 5%, 12 valores como *malos* para un 30% y 26 valores en el rango de *inaceptable* constituyendo esto el 65% de la muestra de 40 mediciones obtenidas en la llamada 1. Además, la media de la llamada 1 es 494.6 *ms*, existiendo cuatro Modas: 440*ms*, 561*ms*, 572*ms* y 580*ms*, con un valor de frecuencia absoluta de tres. La mediana (Me) es 532*ms*.

Si se analizan los resultados arrojados por los elementos anteriormente calculados se concluye que la llamada 1 no cumple con la recomendación G.1010. Lo anterior se afirma en consonancia a que existen 38 valores que representan el 92.5% de la muestra clasificados entre malo e inaceptable.

Con respecto a la llamada 2 los valores obtenidos fueron: 132, 158, 142, 298, 188, 205, 302, 122, 121, 181, 135, 203, 459, 302, 142, 181, 347, 205, 204, 201, 203, 201, 132, 299, 156, 194, 122, 354, 355, 167, 158, 278, 156, 287, 203, 188, 154, 154, 153, 152. Seguidamente, el Cuadro 2 representa la tabla de frecuencias para la llamada 2.

Tabla 2. Frecuencia para la variable Latencia en la llamada 2.

Intervalos	Xi	ni	fi	Ni	Fi
[0-150)	75	8	0.200	0	0.200
[150-300)	225	23	0.575	2	0.775
[300-450)	375	6	0.150	37	0.925
[450-600)	-	3	0.650	40	1.000

En los datos anteriores se evidencia que existen ocho valores menores a 150 *ms* representado esto el 20% con respecto al total, 23 valores mayores a 150 *ms* y menores que 300 los cuales ocupan el 57.5% de la muestra, además, en el rango de 300 *ms* y 450 *ms* solo hay un 15% con 6 valores y por último un 7.5% representado por tres valores que exceden los 450 *ms*. Lo anterior se traduce que el 20% de la muestra se categoriza de *excelente*, como *bueno* se tiene un 57.5%, el 15% como *malos* y en el rango de *inaceptable* el 7.5% por cierto de la muestra de 40 mediciones obtenidas en la llamada 2. La media alcanza el valor de 226.3*ms*, existiendo una Moda de 203*ms* con un valor de frecuencia absoluta de tres. La mediana (Me) es 201*ms*.

Si se analizan los resultados arrojados por los elementos anteriormente calculados se concluye que la llamada 2 cumple con la G.1010. Se puede afirmar de acuerdo al análisis realizado para la llamada 2 que existen 31 valores que representan el 77.5% de la



Figura 3: Comportamiento de la latencia en la llamada 1 y llamada 2

muestran clasificados entre excelente y satisfactorio. Lo antes expuesto queda demostrado en la Figura 3 y a continuación se muestra una tabla comparativa de las dos llamadas.

Tabla 3. Comparativa entre la llamada 1 y la llamada 2.

No	Aspectos evaluados	Llamada 1	Llamada 2
1	Moda (Frecuencia)	440, 561, 572, 580 (3)	203 (3)
2	Media	494.6	226.1
3	Mediana	532	201

Otro de los aspectos que se perseguían contrarrestar con la aplicación de la telefonía VoIP sin duda lo constituía el deterioro de indicadores económicos causados en gran medida por el excesivo gasto por el uso prolongado de la telefonía fija local y de larga distancia. Al mismo tiempo, la afectación que trae esto consigo al pago por resultado a trabajadores y directivos. El periodo evaluativo fue de 90 días naturales en marcado entre los meses de Junio a Agosto y se tomó como base comparativa el mes precedente antes del inicio de la evaluación, esto se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 4. Gastos telefónicos en el periodo evaluativo y cantidad de llamadas realizadas.

Mes	Pago telefonía fija	Ahorro	Internas	Local	L.D	L.D(VoIP)	Total
Mayo	1225.80	0	0	654	57	0	711
Junio	1022.15	17 %	262	428	41	27	758
Julio	995.29	19 %	346	347	35	42	769
Agosto	993.74	20 %	337	337	32	59	849

Como muestra en la tabla antes expuesta se tiene una disminución de los costos por concepto de telefonía y esto está dado por el empleo de VoIP en la red corporativa.

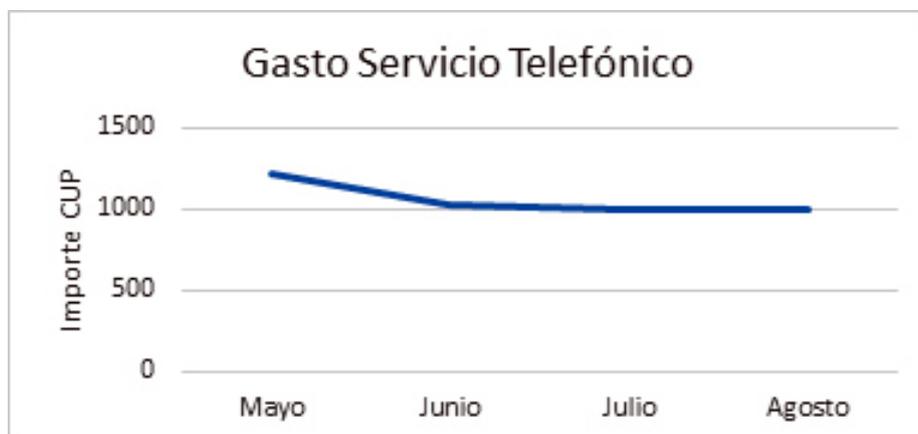


Figura 4: Comportamiento de los gastos telefónicos en el periodo evaluativo.

Además, la tendencia es a continuar la disminución de estos costos a medida que los usuarios se familiaricen con la nueva arquitectura.

Si para evaluar los resultados se parte de que la administración de la empresa se veía imposibilitada de explotar las bondades que su red corporativa le permitía, así como la canalización oportuna de la información tenemos que; al definir troncales de comunicación a través de la red corporativa entre la estructura nacional y territoriales se logró evitar el establecimiento de llamadas mediante la red telefónica convencional y realizar estas empleando la telefonía VoIP con Asterisk como servidor. Esto favoreció la duración de las llamadas de larga distancia libres de costo, lográndose la factibilidad de la conferencias mediante la vía telefónica, permitiendo accionar y tomar decisiones con una mayor efectividad. Lo anterior determinó que en los momentos necesarios se pueda consultar y compartir información a través de las llamadas telefónicas sin deteriorar indicadores económicos. Además, tener un servicio gestionado totalmente en la red empresarial provee seguridad y confidencialidad en la información que se comunica durante conversaciones establecidas.

5. Conclusiones

Con la implementación de la telefonía VoIP en el entorno empresarial se puede afirmar que:

1. Es capaz de brindar un acceso frecuente a la consulta de la información mediante el establecimiento de llamadas telefónicas en la red corporativa, todas ellas libres de costo.
2. Regula y condiciona las salidas telefónicas de la empresa teniendo un control estricto de los gastos, contribuyendo de manera positiva a la situación económica de la entidad y sus trabajadores.

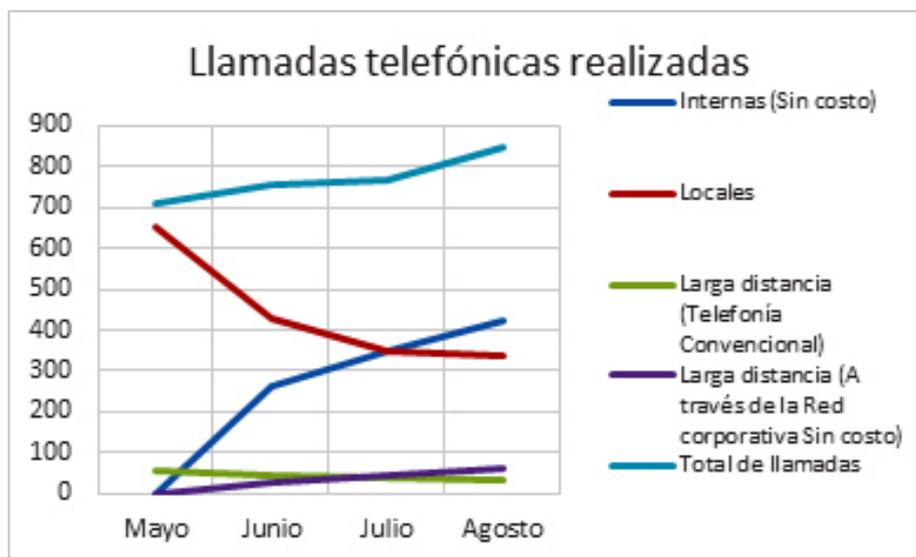


Figura 5: Comportamiento de las llamadas telefónicas en el periodo evaluativo.

3. La red telefónica y la de datos convergen, funcionando sobre una misma infraestructura y de fácil escalabilidad, garantizando seguridad y confidencialidad en la gestión de la información.

Referencias

- [1] M. M. Catalina, G. G. Arturo, Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos, Editorial UNED, 2014.
URL https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=iiTHAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=An%C3%A1lisis+estadístico++de+datos+&ots=GVLSfYuzQX&sig=JNhTojxOuspfnnn39kx_nZ0mRVQ
- [2] J. Joskowicz, Voz, video y telefonía sobre IP, Universidad de la República, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería.
URL <http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonía%20sobre%20IP%202009.pdf>
- [3] M. A. Ali, I. Rashid, A. A. Khan, Selection of VoIP CODECs for Different Networks based on QoS Analysis, International Journal of Computer Applications 84 (5).
URL <http://search.proquest.com/openview/7689be38d339c2e109f5075f96c465e7/1?pq-origsite=gscholar>
- [4] P. O. Flaithearta, H. Melvin, M. Schukat, Optimising QoS of VoIP over wireless LANs via synchronized time, in: World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a, IEEE, 2013, pp. 1–3.
URL http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6583421
- [5] M. Alshamrani, H. Cruickshank, Z. Sun, B. Elmasri, V. Fami, Evaluation of SIP Signalling and QoS for VoIP Over OLSR MANET Routing Protocol, in: Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2013 UKSim 15th International Conference on, IEEE, 2013, pp. 699–706.
URL http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6527504
- [6] W. Zhang, Y. Chang, Y. Liu, Y. Tian, Perceived QoS assessment for Voip networks, in: Communication Technology (ICCT), 2013 15th IEEE International Conference on, IEEE, 2013, pp. 707–711.
URL http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6820466
- [7] W. A. Bulla, R. A. Fino, Metodología de diseño e implementación de soluciones voIP, Visión

Electrónica: algo más que un estado sólido 6 (2).

URL <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/visele/article/view/3890>