

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: Sistemas digitales

Recibido: 12/02/2020 | Aceptado: 20/04/2020 | Publicado: 01/05/2020

## **Método Integral para la Medición y Análisis de Parámetros de Calidad de Servicio en una Red de Área Local.**

### ***Integral Method for the Measurement and Analysis of Service Quality Parameters in a Local Area Network.***

Jenisley Verde Acosta <sup>1\*</sup>, Iván Pérez Mallea <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas. [jeni@uci.cu](mailto:jeni@uci.cu)

<sup>2</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas. [mallea@uci.cu](mailto:mallea@uci.cu)

\* Autor para correspondencia: [jeni@uci.cu](mailto:jeni@uci.cu)

---

#### **Resumen**

Las redes de comunicaciones se han convertido en un factor clave en los negocios, la ciencia y la sociedad, por lo que la disponibilidad de los servicios en la misma desempeñan un importante rol. En consecuencia, el análisis y monitoreo de redes representa una labor esencial para determinar el desempeño de la red y la calidad de los servicios que brinda la misma. Muchas soluciones actuales permiten medir el comportamiento de la red de manera eficiente y precisa, sin embargo, no abarcan todos los parámetros de calidad de servicio. El presente trabajo describe el desarrollo de un método integral para la medición y análisis de parámetros de calidad de servicio en redes de área local, a través del empleo de protocolos de red, que permita tener criterios para la toma de decisión en cuanto a necesidades y afectaciones de la misma, teniendo en cuenta la variedad de factores que influyen en su funcionamiento.

**Palabras clave:** Calidad de servicio, método de medición y análisis, parámetros de calidad de servicio, redes de área local.

#### **Abstract**

*Communications networks have become a key factor in business, science and society, so the availability of services in the same plays an important role. Consequently, the analysis and monitoring of networks represents an essential task to determine the performance of the network and the quality of the services provided by it. Many current solutions allow to measure the behavior of the network efficiently and accurately, however, do not cover all the parameters of quality of service. The present work describes the development of an integral method for the measurement and analysis of quality of service parameters in local area networks, through the use of network protocols, which allows to have criteria for decision making in terms of needs and effects of the same, taking into account the variety of factors that influence its operation.*

**Keywords:** *Local area networks, measurement and analysis method, quality of service, quality of service parameters.*

---

## Introducción

El avance continuo de las tecnologías informáticas ha ocasionado una dependencia de su uso, constituyendo de esta forma una fuente de conocimiento, entretenimiento y comunicación, que ha convertido a los tiempos actuales en la “Era de la Información”. En el contexto de las redes de información o también llamadas redes telemáticas se brindan múltiples servicios con notables facilidades y beneficios para el desarrollo de las nuevas tecnologías. Entre estos servicios se destacan: correo electrónico, transmisión de archivos, consulta a páginas Web, comercio electrónico, publicaciones periódicas en texto completo, boletines electrónicos, sistemas de conferencias, foros electrónicos, etc.

Las actuales redes de telecomunicación se caracterizan por un constante incremento del número, complejidad y heterogeneidad de los recursos que la componen. Los principales problemas relacionados con la expansión de las redes son la gestión de su correcto funcionamiento y la planificación estratégica de su crecimiento. Debido a esto el análisis y monitoreo de redes se ha convertido en una labor cada vez más importante y de carácter pro-activo para determinar el desempeño de la red.

El término QoS, se define según la Unión Internacional de Telecomunicaciones en ITU E.800 como: “Efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio, que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio” (*Recomendación UIT-T E.800, 2008*).

QoS permite, a través de su implementación en una red de comunicaciones, ofrecer un mejor servicio en ciertos flujos de información, elevando o limitando su prioridad al viajar a través de la red (*Ximena, 2016*).

Suele venir dirigida a un conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para dar un tratamiento preferente a unas clases de tráfico frente a otras. Puede ser implementada en diferentes situaciones, para gestionar la congestión o para evitarla. Permite controlar algunas características significativas de la transmisión de paquetes. Estas características pueden especificarse en términos cuantitativos los que se conocen como parámetros de QoS o parámetros NP (*Network Performance*, Rendimiento de Red). Términos que aseguran un grado de fiabilidad preestablecido que cumpla los requisitos de tráfico, en función del perfil y caudal para un determinado flujo de datos.

## Materiales y métodos

Las redes de área local no están exentas de brindar QoS, ya que ellas desempeñan un papel importante, tanto en empresas como en centros de estudio e investigación. Son capaces de facilitar el intercambio de datos informáticos, voz, vídeo, telemetría y cualquier otra forma de comunicación electrónica. A estas posibilidades se unen servicios como correo electrónico, acceso a Internet, transmisión multimedia, entre otros, generando un gran tráfico en la red, lo cual trae consigo que los mismos no funcionen satisfactoriamente en todo momento. Es en este aspecto, que desempeña un papel importante la QoS en las redes informáticas.

### **Factores que influyen en el funcionamiento de las redes de área local (LAN)**

El funcionamiento de una LAN depende fundamentalmente de tres factores (*REDIRIS, 2019*):

- El tamaño de trama utilizado: Es considerado el factor que más influye en el rendimiento de una red de área local. A mayor tamaño de trama mayor rendimiento. Si el tamaño de la trama es pequeño aumenta el riesgo de colisiones.
- El número de estaciones: Si hay varias estaciones transmitiendo en una misma red, el riesgo de colisiones será mayor, ya que al aumentar el número de transmisores su distribución en el tiempo es más aleatoria y hay mayor probabilidad de que dos o más colisionen. Dado un nivel de ocupación constante, el número de colisiones disminuye si se reduce el número de estaciones transmisoras.
- El tiempo de ida y vuelta: El número de colisiones disminuye si se reduce el tiempo de ida y vuelta entre las estaciones que transmiten en la red.

Estos factores planteados anteriormente influyen en gran medida en el funcionamiento de las LAN. Ahora hay que tener en cuenta que la calidad de funcionamiento de la red es una expresión de la calidad de funcionamiento del elemento de conexión, o concatenación de elementos de conexión empleados para prestar un servicio. Se define y mide en términos de parámetros significativos, que se utilizan con fines de diseño, configuración, explotación y mantenimiento del sistema.

La calidad de funcionamiento de la red se define según la Recomendación UIT-T E.800 como: “Aptitud de una red o parte de una red para proporcionar las funciones relativas a las comunicaciones entre usuarios” (*Recomendación UIT-T E.800, 2008*).

### **Calidad de servicio (QoS)**

La calidad de servicio puede verse desde dos puntos de vista: la calidad de funcionamiento de la red y la calidad percibida por el usuario. En esta última gran parte de la satisfacción del usuario tendrá relación con el funcionamiento de la red, es por ello que determinados trabajos de la QoS se orientan a los aspectos técnicos de la red, como los originados por el Comité de Tareas de Ingeniería de Internet IETF RFC 2386, este define la QoS como: “Conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo” (Crawley, 1998; Almeida & Cabrera, 2015), por lo que la calidad del funcionamiento de la red se puede ver a partir de parámetros de QoS que están en consonancia con las exigencias de los usuarios.

### **Parámetros de calidad de servicio**

Existen parámetros de QoS que se utilizan para evaluar la calidad de ciertos aspectos de un servicio, los que permiten determinar el rendimiento de una red, la calidad en la comunicación y si el servicio que se brinda o que se recibe es el deseado. Los parámetros de calidad de servicio también se pueden seleccionar para medir la calidad global de un servicio, tal como la percibe el usuario. Por consiguiente, la gama de utilidades de los parámetros de QoS pueden ir de una evaluación pormenorizada de la calidad a una simple evaluación de la opinión general sobre un servicio.

En el contexto de las LAN que es donde está enmarcada esta investigación, los parámetros más significativos a analizar considerados por varias bibliografías son: caudal, latencia, pérdida de paquetes y disponibilidad (Cruz, 2013; Recommendation ITU-T Y.1540, 2011).

### **Caudal**

El caudal se define como el tráfico total de datos que es recibido con éxito por el nodo destino en un tiempo determinado (Recommendation ITU-T Y.1540, 2011). Es la medida de la capacidad de canal inherente a una red, y determina la cantidad de información que se puede enviar por un canal de comunicaciones. Se indica generalmente en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (kbps), o megabits por segundo (Mbps).

Representa las probabilidades reales de satisfacción de QoS. Refleja los dos factores de los que depende, el comportamiento general de una red y sus posibilidades de desarrollo en su desempeño que son: el ancho de banda y la velocidad de transmisión de información. Representa en sí la capacidad del canal de comunicación.

La estimación del ancho de banda disponible entre dos nodos extremos de una red puede ser usada para evaluar o mejorar el comportamiento de diferentes aplicaciones de red.

## **Latencia**

Latencia informática es el tiempo que tarda un dato en estar disponible desde que se realiza su petición. Se puede comparar con el tiempo de reacción. Se mide en nanosegundos (ns) o en milisegundos (ms). Mientras menor es la latencia mejor es el funcionamiento de la red (*Cruz, 2011*).

En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red (*Laurencio, 2013*).

Se define también como la medida de tiempo, específicamente el tiempo que le toma a un paquete viajar de un punto en la red a otro punto. Es un atributo de todo componente de red. Es el resultado de todos los procesos de comunicaciones (buffering, switching, retardo de propagación, etc.) (*Laurencio, 2013*).

Suelen distinguirse dos formas fundamentales de medir la latencia: el retardo en un sentido (OWD), y el retardo de ida y vuelta (RTT).

## **Pérdida de Paquetes**

La pérdida de paquetes representa una de las principales causas de descenso en la calidad de las redes. Corresponde a la probabilidad promedio de que uno o más paquetes que viajan por la red sean descartados y no alcancen su destino.

Este parámetro indica el porcentaje de paquetes que no llegan a su destino respecto del total de paquetes enviados, normalmente se expresa en tanto por cien. Esta pérdida puede producirse por errores en alguno de los equipos que permiten la conectividad de la red o por sobrepasar la capacidad de algún buffer de algún equipo o aplicación en momentos de congestión (*Laurencio, 2013*).

Refleja el desempeño de la red en relación con el comportamiento del control de acceso al medio y el control de errores. Además, tiene una influencia significativa en el comportamiento de otros parámetros de QoS como la latencia, el caudal y la disponibilidad.

## **Disponibilidad**

La disponibilidad indica la utilización de los diferentes recursos y se especifica en tanto por cien (*Recommendation ITU-T Y.1540, 2011*). En la práctica es una medida de la garantía de ejecución de la aplicación a lo largo del tiempo y depende de factores tales como:

- Disponibilidad de los equipamientos utilizados en la red propietaria (red del cliente).
- Disponibilidad de la red, para cumplir con determinados requisitos de QoS.

La disponibilidad de la red puede afectar considerablemente la calidad de servicio. Si la red no está disponible (aún por períodos cortos de tiempo), el usuario o la aplicación pueden experimentar un rendimiento no deseado e impredecible.

### **Descripción del método propuesto**

Según el diccionario de la real academia española método es: un modelo de decir o hacer con orden una cosa, conjunto de principios y de operaciones ordenadas con que se pretende obtener un resultado, el procedimiento utilizado para llegar a un fin.

### **Etapas del método**

El método de medición y análisis de parámetros de QoS que se propone en esta investigación está formado por cinco macrooperaciones o etapas donde se realizan un grupo de operaciones que responden al mismo propósito, estas etapas son:

- Etapa 1: Identificación.
- Etapa 2: Obtención de Variables.
- Etapa 3: Medición.
- Etapa 4: Análisis.
- Etapa 5: Modificación de Valores.

### **Estructura del método**

La Figura 1, que aparece a continuación muestra la estructura en la que quedó conformado el método de medición y análisis de parámetros de QoS.

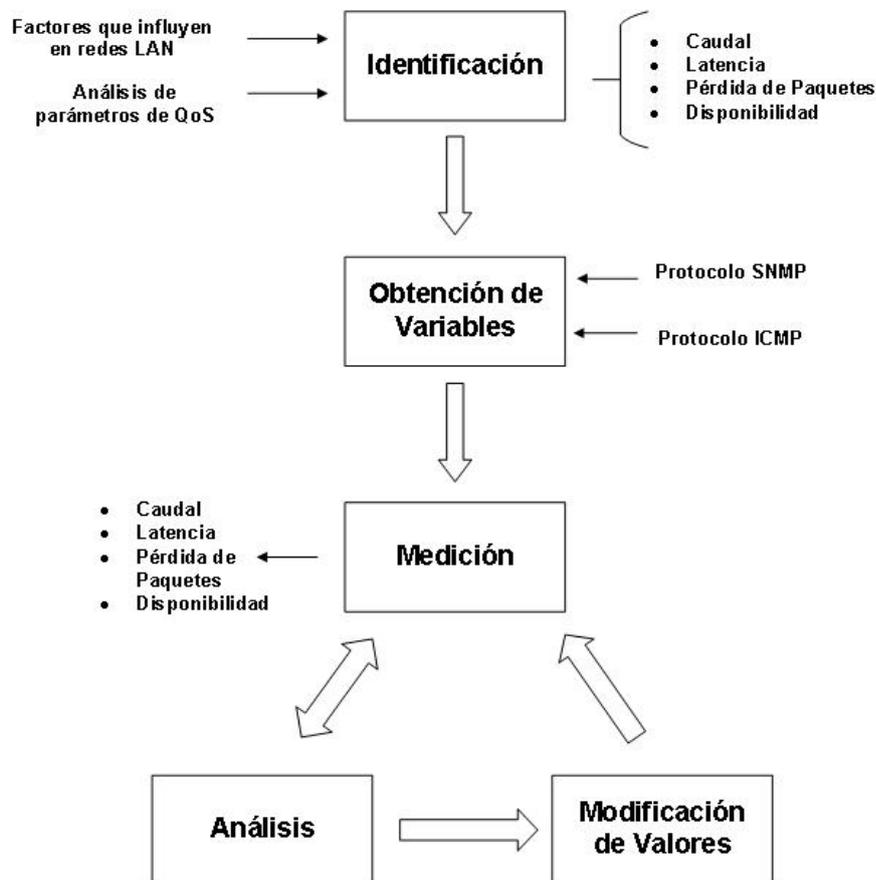


Figura 1: Estructura del método.

## Descripción de las etapas del método

Las etapas del método de medición y análisis de parámetros de QoS quedan descritas de la siguiente forma:

- Etapa 1: Es donde se identifican y definen los parámetros que se miden en el método. Para esto se realizó un análisis atendiendo a los factores que influyen en el funcionamiento de las redes de área local y de los parámetros de QoS que actúan de manera significativa en redes de este tipo. Atendiendo a esto se identifican los parámetros caudal, latencia, pérdida de paquetes y disponibilidad como parámetros a ser medidos por el método desarrollado.
- Etapa 2: Se seleccionan las variables que se utilizan para formular las expresiones por las que se miden cada parámetro identificado.

Las variables se obtienen por medio del empleo del Protocolo Simple de Administración de Redes (SNMP<sup>1</sup>), se utiliza la información que recolecta este protocolo a través de agentes y almacena en la base de datos MIB<sup>2</sup> (base de información de la administración). Además se utiliza el Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP<sup>3</sup>) para medir el parámetro latencia, ya que es un protocolo de control básico, siempre se encuentra activo y no requiere configuraciones.

- Etapa 3: Es la etapa más importante y significativa del método pues es donde se define cómo van a medirse cada uno de los parámetros, conformándose expresiones en las que se utilizan las variables seleccionadas en la etapa anteriormente descrita del método.

Estas fórmulas se encuentran estructuradas en un orden lógico permitiendo con su empleo medir cada parámetro identificado.

Es además donde se obtienen los resultados de las expresiones desarrolladas, alcanzándose valores que van a representar a cada parámetro de QoS identificado.

- Etapa 4: Por medio de los valores alcanzados en la etapa anterior, es en esta etapa donde se realizan análisis del comportamiento de la red por medio del estado de los parámetros en el intervalo de tiempo que se analiza. Es a través de esta etapa que se pueden tomar decisiones que influyan de manera positiva en el comportamiento y funcionamiento de la red.
- Etapa 5: Parte de la toma de decisiones del análisis realizado en la etapa anterior. Es la que permite que se tomen medidas y decisiones de peso que pueden traer como consecuencia que se modifiquen aspectos de la red, los que pueden variar los valores de los parámetros.

## Resultados y discusión

---

<sup>1</sup> SNMP es un protocolo del conjunto definido por la Fuerza de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF o Internet Engineering Task Force), clasificado en el nivel de aplicación del modelo TCP/IP, que está diseñado para facilitar el intercambio de información entre dispositivos de red y es ampliamente utilizado en la administración de redes para supervisar el desempeño, la salud y el bienestar de una red, equipo de cómputo y otros dispositivos.

<sup>2</sup> La MIB es una base de datos virtual que define las características de un dispositivo gestionado, que se puede supervisar mediante un software SNMP. La MIB define un conjunto de variables estándares para todos los dispositivos administrados, la definición de dichas variables se encuentra registrada en el estándar RFC1156.

<sup>3</sup> ICMP es uno de los protocolos de la capa de red en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (modelo OSI). Su tarea es manejar la función de control del funcionamiento correcto de la red, se utiliza para enviar todo tipo de mensajes de nivel bajo, que comprenden las irregularidades detectadas durante las conexiones de red.

El método que se obtuvo no tendría valor si no pudiera ser implementado en una herramienta que permita comprobar el buen funcionamiento del mismo y nos ofreciera valores en tiempo real para la toma de decisiones. La herramienta va a contener implementadas las etapas Obtención de Valores, Medición y Análisis. La primera etapa, Identificación, solo se vuelve a realizar en caso que se necesiten medir otros parámetros además de los planteados, por características específicas que presente la red. La etapa de Modificación de Valores no se implementa porque esta etapa se lleva a cabo por el personal que administra la red.

La herramienta podrá ser desplegada en cualquier estación y será capaz de monitorear cualquier equipo en la red que posea un agente SNMP con soporte para la versión v2c. Brinda un entorno simple e intuitivo para el análisis de parámetros de calidad de servicio, puede ser usada por usuarios sin mucha experiencia y sin necesidad de configuraciones complejas. En la Figura 2 que se muestra a continuación se puede observar la arquitectura de despliegue de la herramienta.

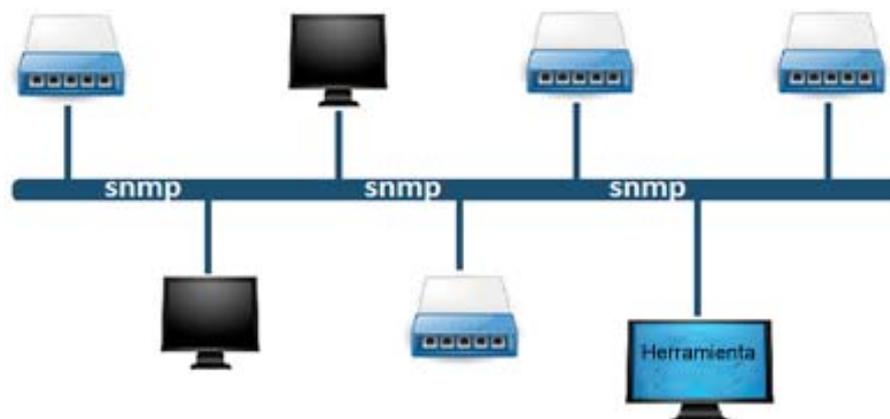


Figura 2: Arquitectura de despliegue.

### **Procedimiento seleccionado para la evaluación del Método de medición de parámetros de QoS**

Con el fin de evaluar la veracidad, precisión y el nivel de detalle que es capaz de brindar el método integral para la medición y análisis de parámetros de QoS desarrollado en la investigación, se realizan una serie de pruebas a la herramienta desarrollada en la investigación.

Para esto se realizan dos pruebas:

- Para la primera prueba se utiliza un entorno completamente controlado. Estas pruebas tienen como objetivo observar el funcionamiento, la precisión y el nivel de detalle que presenta el método.
- Para la segunda prueba se utiliza un entorno real. Se realizaron pruebas de comparación con herramientas profesionales como la herramienta Cacti y el comando PING. Las comparaciones realizadas tienen como objetivo además de observar su funcionamiento en este entorno, comparar la similitud que presenta con respecto a las herramientas con la que se compara.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizan los programas Excel y Statistica en su versión 7.0.61.0. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de los rangos múltiples de Duncan para comparar las diferencias entre las muestras evaluadas. En todos los casos se trabajó con un 95 % de confiabilidad.

## Conclusiones

1. Durante el desarrollo de esta investigación se evidenció la necesidad del análisis de los parámetros definidos para determinar la QoS debido a la influencia que presentan para mostrar criterios en el contexto de las redes de área local.
2. El método de medición y análisis desarrollado e implementado en una herramienta informática permitió medir de forma integral todos los parámetros definidos en la investigación para adquirir argumentos para evaluar el desempeño de la red y así poder tomar criterios para brindar QoS en una LAN.
3. Las pruebas realizadas para la validación del método integral permitieron comprobar que:
  - a) Presenta un 99.4% de exactitud en el cálculo del parámetro caudal con respecto al generado por la herramienta MGEN.
  - b) No muestran diferencias significativas los valores alcanzados al compararlos con los adquiridos por herramientas profesionales de monitoreo como son la herramienta Cacti y el comando PING.

## Referencias

- MOREANO, R. Metodología para evaluar la Calidad de Servicio de las Telecomunicaciones. [En Línea]. Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE), 2010. [Consultado el: 15 de abril de 2020] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3730>.
- Recomendación UIT-T E.800. Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio. [En Línea]. Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2008. [Consultado el: 12 de abril de 2020] Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.800-200809-I/es>.
- XIMENA, A. P. Incorporación de Modelos en la Ingeniería del Tráfico para mejorar la Calidad de Servicio en una Red de Computadora. *bit@bit*, 2016, 1(2): p. 47 - 53. ISSN:2519 - 741X.
- Ethernet: de 2.94 a 1000 Mb/s en 25 años Tercera Parte: El funcionamiento Red Académica y de Investigación Española. [En Línea]. REDIRIS. [Consultado el: 22 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.rediris.es/rediris/boletin/49/enfoque3.html>.
- CRAWLEY, E.; NAIR, R., et al. IETF RFC 2386: Framework for QoS-based Routing in the Internet. [En Línea] 1998. [Consultado el: 22 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.rfc-base.org/rfc-2386.html>.
- ALMEIDA BLANCO, M. F., & CABRERA LOVERA, C. M.. Evaluacion de los parametros que afectan la calidad de servicio en telefonia IP. [En Línea]. *Revista Ingeniare*, 2015 [Consultado el: 15 de abril de 2020] Disponible en <https://www.thefreelibrary.com/Evaluacion+de+los+parametros+que+afectan+la+calidad+de+servicio+en...-a0448568023>
- CRUZ FELIPE, M. D. R.; MARTÍNEZ GÓMEZ, R., et al. Análisis de tráfico en la red UCI mediante la simulación. [En Línea] *Revista Digital de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Telem@tica*, 2013, 12(1): p. 76 - 89. [Consultado el: 15 de abril de 2020]. Disponible en: <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/94/93>. ISSN 1729-3804.
- Recommendation ITU-T Y.1540. Internet protocol aspects – Quality of service and network performance. [En Línea]. Telecommunication Standarization Sector of International Telecommunication Union, 2011. [Consultado el: 12 de abril de 2020]. Disponible en: [www.itu.int/rec/T-REC-Y.1540](http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1540).

- CRUZ FELIPE, M. D. R. Modelo para la evaluación de la calidad de servicio en una red simple. Resúmenes del II Taller Internacional sobre Ciencias de la Matemática y la computación. FIMAT XXI, 2011.
- LAURENCIO, E. D.; GÓMEZ, R. M., et al. QoS en redes de área local. [En Línea]. Revista Digital Sociedad de la Información, 2013, nº 43, p. 1- 10. [Consultado el: 12 de abril de 2020]. Disponible en: <http://www.sociedadelainformacion.com>. ISSN 1578-326x.