

EXPERIMENTAL DESIGN OF A QUALITY OF SERVICE MODEL FOR NEXT GENERATION NETWORKS

DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN MODELO DE CALIDAD DE SERVICIO PARA REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN

Recibido: 10 de enero 2015 - aceptado: 18 de abril 2015

Josheff David.¹
Universidad del Norte

José Márquez.²
Universidad del Norte

Keywords:

Variance Analysis, Quality of Service, Experiment Designe, Jitter, Opnet Modeler, Retardo, Throughput.

Abstract

This paper presents a Model of Quality of Service (QoS) for Next Generation Networks (NGN), which consists of a tower of five layers defined as Model Layer QoS, Admission Control, QoS routing, QoS signaling, MAC and QoS. The model also presents a method based on the concept of segregation of functions defining two functional networks with QoS tasks. Then, Access Control policies, protocols and algorithms, signaling and routing, as well as aspects related to media access are established. To verify the performance of the model, a Design of Experiments on a NGN Pilot was designed over simulation tool OPNET Modeler. The statistical analysis consisted of an analysis of variance on the output variables Delay, Jitter and Throughput, whose outcome determined the significant factors that impacted the model metrics.

Palabras clave:

Análisis de Varianza, Calidad de Servicio, Diseño de experimentos, Jitter, Opnet Modeler, Retardo, Throughput.

Resumen

Este artículo presenta un Modelo de Calidad de Servicio (QoS) para Redes de Siguiete Generación (NGN), que consta de una torre de cinco capas definidas como Capa Modelo de QoS, Control de Admisión, QoS en el Enrutamiento, QoS en la Señalización, y MAC QoS. Además el modelo plantea un método basado en el concepto de segregación de funciones definiendo dos redes funcionales junto con las tareas de QoS. Luego se establecen las políticas de Control de Acceso, los protocolos y algoritmos de señalización, y de enrutamiento, así como los aspectos relacionados con el acceso al medio. Para verificar el rendimiento del modelo, se realizó un Diseño de Experimentos sobre una NGN Piloto en la herramienta de simulación OPNET Modeler. El Análisis Estadístico constó de un Análisis de Varianzas sobre las variables de salida Retardo, Jitter y Throughput, cuyo resultado determinó los factores significativos de impacto del modelo en las métricas estudiadas.

1. Ingeniero de Sistemas, Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación. Email: j david@uninorte.edu.co

2. Ingeniero de Sistemas, Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación. Email: jmarquez@uninorte.edu.co

*Este artículo es asociado al proyecto de investigación: Definición y simulación de una propuesta de especificación de Calidad de Servicio (QoS) sobre Redes de Siguiete Generación (NGN)

1 Introducción

La convergencia de servicios, y las necesidades de servicios densos por parte de los usuarios finales hicieron necesaria la concepción de una nueva tecnología de red que se ajustara a los requerimientos de este proceso, surgiendo las Redes de Siguiete Generación (NGN). La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), en [1], establece su visión general sobre el concepto y características de este tipo de redes. En la idealización, la ITU da por sentado que las NGN son redes heterogéneas, donde las funciones de control, traslación y traducción de protocolos deben ser realizadas de manera eficiente, centralizada y asegurando unas métricas óptimas de QoS. Bajo este esquema, los mecanismos de QoS tradicionales, DiffServ e IntServ, eventualmente no podrían ser aplicados a toda la extensión de la NGN, ya que por la iteración de los múltiples protocolos y algoritmos de control, señalización y, conmutación, entre otros, impiden su ejecución. La solución a este problema consiste en estructurar modelos que busquen dar una guía de cómo implementar políticas capaces de proveer métricas dentro de un rango de valores óptimos.

El modelo experimental que se propone, es una forma de aplicar políticas de QoS mediante un método basado en la segregación de funciones sobre una torre de cinco capas. Las métricas de estudio fueron el Retardo, el Jitter, el Throughput, la Pérdida de Paquetes, la Utilización, y el Retardo de encolamiento. En este artículo se muestra la síntesis de los resultados experimentales de las pruebas del modelo en dos escenarios de las métricas Retardo, Jitter, y Throughput sobre una NGN piloto en la herramienta de simulación Opnet Modeler¹, en la cual se realizaron dos implementaciones del modelo, denominadas mejores prácticas.

Este artículo está compuesto por 6 secciones. En la siguiente sección denominada Descripción del Sistema Real, se establecen los conceptos de las NGN y su arquitectura; en la tercera sección, Descripción del Modelo, se sintetiza la teoría base del modelo diseñado; en la cuarta sección, se establecen los parámetros de simulación junto con las pruebas de verificación y el diseño experimental realizado; luego en una quinta sección se dan las conclusiones, y terminando en una sexta sección donde se dan ideas sobre los proyectos en curso que se están trabajando relacionados con el tema de QoS.

2 Descripción del Sistema Real

El modelo de QoS propuesto, pretende proveer QoS a las NGN. Para comprender el marco conceptual del modelo describiremos a continuación la NGN y su arquitectura funcional.

2.1 Next Generation Network (NGN)

La ITU, define las NGN en [1], como una *“Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS, [...]”*, que tienen una infraestructura y pila de protocolos predefinidos que deben ser compatibles con las *“antiguas”* redes de datos o telefónicas. Además precisa sobre unas características básicas como: *transferencia basada en paquetes, separación de las funciones de control, separación entre la prestación del servicio y el transporte, soporte de una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos, capacidades de banda ancha con QoS extremo a extremo e interfaccionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas.*

2.2 Arquitectura Funcional de las NGN`

La heterogeneidad y convergencia de los múltiples servicios que sobre la NGN reposan, hace complejo el diálogo entre las distintas tecnologías. Por lo tanto, es indispensable, dentro de su arquitectura, tener unas entidades funcionales, que se encuentran definidas en [1]-[2]-[3] y, que básicamente tiene como principal generalidad la separación entre las funciones de transporte y creación de servicios. Estas serán las encargadas de la prestación de los servicios sobre las NGN independientemente de la tecnología sobre la cual se encuentren trabajando, además de brindar una descripción global de cada operador o proveedor para que estén en capacidad de adoptarlos cuando requieran implementar las NGN sobre su infraestructura de red.

3 Descripción del Modelo

La arquitectura de la NGN no es equivalente a la de las redes de datos actuales, entonces, para lograr establecer un modelo sobre este tipo de redes se hace necesario identificar un nuevo marco de referencia que logre involucrar a todas las redes que convergen dentro de la

¹ Para mayor información visitar; <http://www.opnet.com>

NGN [4]-[5]. En la Fig 1, se encuentra la arquitectura genérica de QoS sobre una red heterogénea [4].

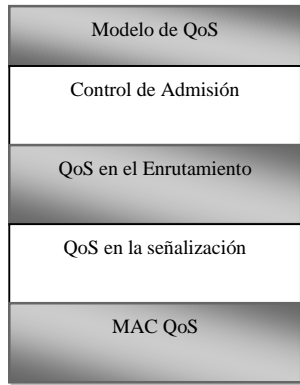


Fig. 1. Arquitectura Genérica de Calidad de Servicio [4]

El modelo consta de 5 capas, en donde la capa superior (Modelo de QoS) da los parámetros necesarios para que las 4 capas inferiores (MAC QoS, QoS en la señalización, QoS en el enrutamiento, Control de Admisión), realicen las funciones según la especificación de la capa superior.

3.1 Capa del Modelo de QoS

A través de una metodología se estructuran los requerimientos funcionales de QoS, manteniendo los umbrales óptimos de los descriptores de rendimientos y se provee de la arquitectura genérica de QoS a las demás capas y de las directrices que se deben seguir para brindar unos parámetros deseables.

3.1.1 Método de QoS aplicado al Modelo

Se basa en la segregación de las funciones de QoS dentro de la NGN. Lo anterior consiste en la división de la NGN en dos grandes redes funcionales: la Primera Red Funcional (PRF), conformada por los equipos de núcleo y de borde, tal como el softswitch y los Media-Gateway; la Segunda Red Funcional (SRF), con las distintas redes que conforman la NGN, como las PSTN, redes ATM, IP y Frame Relay, entre otras.

Bajo este esquema, en la PRF, el backbone se aseguraría como enlace troncal de comunicación en la NGN y para lo cual se necesita de MPLS, que es capaz de brindar QoS extremo-extremo, y que soporta las distintas tecnologías que sobre la NGN se encuentran, y además de Ingeniería de Tráfico como solución al posible problema de la congestión y redundancia.

En la SRF, se le debe garantizar a los paquetes unos descriptores de rendimientos óptimos dentro de cada subred, ya que estos no podrán mejorar sus estadísticas de desempeño al llegar al backbone, puesto que la red de

transporte solamente tiene funciones de envío y recepción de información, y con la condición de diseñar estrategias para que los requisitos funcionales de QoS sean lo mejor estructurado posible con métricas más favorables. Por tanto en la SRF se diseñan las recomendaciones de QoS para proveer servicios con óptimos descriptores de rendimiento [5]-[6].

3.2 Capa de Control de Admisión

Controla el flujo de acceso a la NGN y la forma de determinar el acceso de los paquetes a la misma, se basa en las SLA (Service Level Agreement) acordadas entre el proveedor de servicio y el cliente. En la SLA se dan las especificaciones logísticas, técnicas, y administrativas para tomar la decisión de la admisión de los paquetes a la NGN.

El control de admisión, se encarga de manejar las solicitudes de recursos, estudiando el tipo de servicio que requiere la aplicación y evaluando los recursos disponibles de la red para determinar su atención.

En esta parte de la arquitectura, la ITU define en [7], las pautas que se deben tener en cuenta para establecer los niveles de prioridad dentro de la NGN.

De acuerdo con la metodología planteada, el Control de Admisión debe procurar dar prioridades a los paquetes de la SRF, dado que en esta red se da toda la carga procesal de la QoS diseñada en la NGN.

3.3 Capa de QoS en el Enrutamiento

Las funciones de enrutamiento deben procurar seleccionar las rutas más cortas teniendo en cuenta las restricciones y los recursos de la red: ancho de banda, y pesos de los enlaces, entre otros [4]. El problema del enrutamiento se da en la PRF, debido a que el backbone de la NGN debe ser lo suficientemente complejo y redundante en las conexiones para evitar caídas en los enlaces. En la SRF, el problema de brindar enrutamiento con QoS es relegado a los protocolos como OSPF, RIP y BGP, entre otros.

3.4 Capa de QoS en la Señalización

En la Capa de QoS en la Señalización se deben evaluar los parámetros de QoS necesarios y enviarlos a los demás nodos de la red. Bajo este esquema, existen una gran variedad de protocolos que permiten realizar funciones de señalización con QoS, como es el caso de los protocolos SIP, H.323 y SS7. La señalización es un factor problemático en la SRF, por esto las funciones de traducción de protocolos son realizadas por los Media-Gateway [6]-[8].

En la PRF, la señalización no es ningún inconveniente, dado que esta red solamente tiene funciones de conmutación.

La QoS en la señalización se entiende como la capacidad de transportar las exigencias de calidad de funcionamiento de una aplicación o servicio, a través de las capas de red y las diferentes secciones presentes en el trayecto durante la prestación del servicio. La función principal de la señalización es la de comunicar todos los elementos de la NGN entre sí, sin importar los diferentes protocolos y mecanismos que se encuentran sobre esta.

3.5 Capa MAC QoS

Con la capa MAC QoS, se brindan los mecanismos necesarios para acceder a la red, teniendo en cuenta aspectos clave como el ancho de banda disponible, esquema de modulación, medios físicos, y plataformas tecnológicas, entre otros.

3.6 Integración con la NGN

El modelo de QoS propuesto, es coherente con la arquitectura de las NGN, ya que brinda una estructura definida y recíproca entre lo que se plantea dentro de una arquitectura genérica de QoS sobre redes heterogéneas con la arquitectura planteada para las NGN, además, en la metodología propuesta, la interacción con otras redes, las características y funcionalidades de los dispositivos de usuario, y la gestión de la NGN, no están especificados dentro del modelo, dado que estos aspectos no hacen parte del eje central de la arquitectura de las NGN. En la Fig 2, se ilustra la integración del modelo con la NGN.

El planteamiento de este modelo consiste en que para cada uno de los estratos de la NGN, haya una contraparte dentro de la arquitectura genérica de QoS para redes heterogéneas, que es capaz de asegurar sus funcionalidades con parámetros óptimos de rendimiento.

Por eso se busca asegurar desde la creación e ingreso del paquete a la NGN hasta cuando es recibido por la estación receptora, aunque no debe confundirse con un modelo extremo-extremo, puesto que va más allá al brindar QoS de manera distribuida y transversal en cada una de sus capas. Transversal porque la toma de las decisiones depende de la interacción de todas las capas de la arquitectura genérica de QoS para redes heterogéneas, y distribuido, porque se encuentra en toda la arquitectura de la NGN.

La metodología que este modelo propone es aplicable a cualquier entorno NGN, para esto hay que determinar las redes funcionales, y luego entrar a aplicar las políticas de QoS del modelo [4]. Para aplicar las políticas de QoS,

no hay una elección en especial sobre las que se deben o no escoger, sin embargo existe una estructura teórica [4], que se debe seguir junto con una metodología para poder lograr brindar QoS a la NGN.

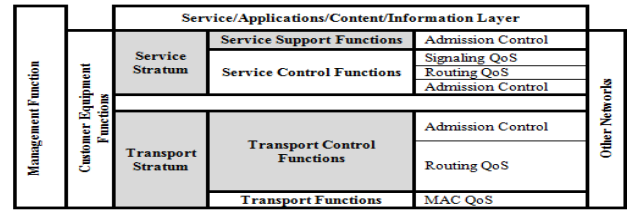


Fig. 2. Integración del modelo a la arquitectura funcional de las NGN

4 Simulación del Modelo

Para llevar a cabo la simulación del modelo, se realizó un diseño experimental, tomando de [9] los aspectos a tener en cuenta para ello.

4.1 Identificación y Exposición del Problema

El problema consiste en determinar el rendimiento del modelo propuesto. En la Fig 5, se encuentra la NGN piloto sobre la cual se realizaron las pruebas del modelo, y se señalan las redes funcionales.

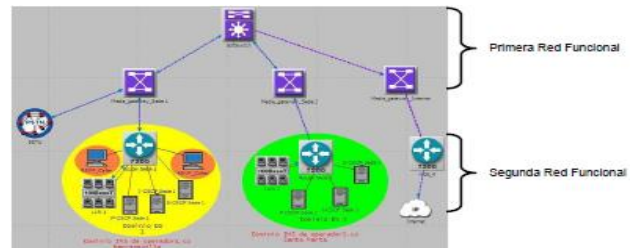


Fig. 3. NGN Piloto implementada en las simulaciones

Además se plantearon dos implementaciones del modelo, y se denominaron "Implementación 1" e "Implementación 2". En la Tabla 1 se encuentran las especificaciones de las mejores prácticas realizadas.

Tabla 1. Especificación de las mejores prácticas del modelo

Mejor Práctica	Primera Red Funcional	Segunda Red Funcional
Implementación 1	SLA 1	QoS 1
Implementación 2	SLA 2	QoS 2

4.1.1 "Implementación 1" e "Implementación 2" del modelo

Las implementaciones diseñadas son dos aplicaciones del modelo, que permitirán realizar comparaciones

estadísticas al implementarlas sobre la NGN piloto. Dichas implementaciones se dividieron por cada red funcional explicadas en el método del modelo.

Tabla 2. Resumen de la primera implementación en la PRF

Control de Admisión		QoS Enrutamiento/QoS Señalización/MAC QoS
Utilización Pico del Enlace	80%	Rutas Estáticas/Protocolos SS7, SIP, H.323/ Enlaces DS3-2, Protocolo WFQ
Utilización promedio pico del enlace	80%	
Retardo (mseg)	100	
MOS	4.2	
Probabilidad de bloqueo	0.02	
Fracción de la actividad de modulación	40%	

En el de caso de la PRF, las Tablas 2 y 4, tienen especificados los componentes de las capas del modelo. Los parámetros de la Capa de Control de Admisión mostrados en la Tabla 2, son menos restrictivos que los de la Tabla 4, con esto se busca determinar el impacto de las políticas implementadas cuando con estas se tienen umbrales con altas condiciones de efectividad.

Tabla 3. Resumen de la primera implementación en la SRF

Control de Admisión	QoS enrutamiento	QoS Señalización	MAC QoS
Tasas del Perfil 1	Rutas dinámicas	Canal de emergencia con las características del Perfil 1	Protocolo WFQ

Los parámetros de la Capa Control de Admisión mostrados en la Tabla 2, son menos restrictivos que los de la Tabla 4, con esto se busca determinar el impacto de las políticas implementadas cuando se tienen umbrales con altas condiciones de efectividad.

Tabla 4. Resumen de la segunda implementación en la primera red funcional (PRF)

Control de Admisión		QoS Enrutamiento/QoS Señalización/MAC QoS
Utilización Pico del Enlace	100%	Rutas Estáticas/Protocolos SS7, SIP, H.323/ Enlaces DS3-2, Protocolo WFQ
Utilización promedio pico del enlace	100%	
Retardo (mseg)	50	
MOS	5	
Probabilidad de bloqueo	0.01	
Fracción de la actividad de modulación	100%	

En las Tablas 3 y 5, se encuentran las Implementaciones para la SRF. En este caso, y según lo expuesto en la explicación conceptual del modelo, en esta red funcional se aseguran los parámetros de QoS, más específicamente los requerimientos funcionales.

En la Capa Control de Admisión, (Tablas 3 y 5) se diseñaron perfiles de tráfico que permitieron dar las políticas de acceso de los paquetes a la NGN. Siguiendo con la filosofía del diseño de las Implementaciones 1 y 2, la Implementación 2 es más restrictiva que la Implementación 1.

De igual manera ocurre con la Capa Señalización con QoS, donde se diseñaron dos perfiles con configuraciones para el canal de emergencia, por consiguiente, el Perfil 2 (Implementación 2), es más restrictivo que el Perfil 1 (Implementación 1).

Tabla 5. Resumen de la segunda implementación en la segunda red funcional (SRF)

Control de Admisión	QoS enrutamiento	QoS Señalización	MAC QoS
Tasas del Perfil 2	Rutas Dinámicas	Canal de emergencia con las características del Perfil 2	Protocolo WFQ

4.2 Elección de los Factores, Niveles y Rangos

Los Factores, son las variables que afectan a las Salidas. La red es un sistema complejo, donde hay múltiples factores y perturbaciones que logran alterar su comportamiento, es por esto, que la elección de los factores del diseño experimental debe ir en concordancia con la hipótesis o el problema que se quiere analizar. Para este caso puntual, la hipótesis es la verificación de la efectividad del modelo en la mejora de las métricas (variables de salida).

Los Factores son Cualitativos, y los niveles hacen referencia a la Implementación 1 y 2, especificadas en la Tabla 1. La Tabla 6 muestra los factores del diseño experimental.

4.3 Selección de las Variables de Respuestas

Las métricas que se utilizaron en la experimentación fueron el Retardo, Jitter, Pérdida de Paquetes, Throughput, Utilización, y Retardo de Encolamiento. En este artículo se muestra la síntesis de los resultados de las pruebas de las salidas Retardo, Jitter, y Throughput.

Tabla 8. Resultados del Modelo de QoS en la “Implementación 1”- Prueba Linea Base

Corrida	Retardo[seg]	Jitter [seg]	Throughput [bit/seg]
QoS 1 + SLA 1 (Todos los Servicios)	1,76	1,54	0,0197
QoS 1 + SLA 1 (Voz)	1,92	1,64	0,0209
QoS 1 + SLA 1 (Video)	1,88	1,21	0,0147
QoS 1 + SLA 1 (Datos)	1,84	1,87	0,0173
QoS 1 + SLA 2 (Todos los Servicios)	1,84	1,25	0,0113
QoS 1 + SLA 2 (Voz)	1,87	1,93	0,0173
QoS 1 + SLA 2 (Video)	1,59	1,25	0,0141
QoS 1 + SLA 2 (Datos)	1,95	1,46	0,004

Tabla 6. Factores y niveles del Diseño Experimental

Factor	Nombre Nivel	Número de Nivel
SLA	SLA 1	1
	SLA 2	2
QoS	QoS 1	1
	QoS 2	2
Servicio	Todos los servicios	1
	Voz	2
	Video	3
	Data	4

4.4 Elección del diseño experimental

El diseño experimental que se realizó, estuvo configurado por dos factores cualitativos con dos niveles cada uno, y un tercer factor con 4 niveles, sobre 3 métricas (variables de salidas). El experimento se realizó en la herramienta Opnet Modeler. Esta es una herramienta determinística, de manera que no es necesario realizar réplicas del experimento base. El análisis estadístico de los datos, se realizó en Design Expert 7.0.

El método para realizar la experimentación se desarrolló por medio de corridas separadas por cada uno de los servicios y luego corridas con todos los servicios, ya que los servicios son un factor con 4 niveles, Tabla 6.

4.5 Experimentación

Las primeras corridas de las simulaciones, fueron desarrolladas en la red Piloto sin implementar el modelo. En la Tabla 7, se encuentran los resultados obtenidos de esta simulación.

Tabla 7. Prueba de la red piloto sin QoS

Corrida	Retardo [seg]	Jitter [seg]	Throughput [bits/seg]
Todos los Servicios	11	4,2	0.00107
Voz	7	3,7	0.00198
Video	11	9,2	0.00196
Datos	10	8,7	0.00197

En la Tabla 8, se encuentran los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la NGN Piloto con la Implementación 1.

En la Tabla 9, se encuentran los resultados de las pruebas realizadas a la NGN Piloto con la Implementación 2.

Tabla 9. Resultados del Modelo de QoS en la “Implementación 2” – Prueba Linea Base

Corrida	Retardo [seg]	Jitter [seg]	Throughput [bit/seg]
QoS 2 + SLA 1 (Todos los Servicios)	2,95	0,44	0,0111
QoS 2 + SLA 1 (Voz)	2,93	0,76	0,0243
QoS 2 + SLA 1 (Video)	2,84	0,87	0,0117
QoS 2 + SLA 1 (Datos)	2,94	0,42	0,0209
QoS 2 + SLA 2 (Todos los Servicios)	2,37	0,46	0,0109
QoS 2 + SLA 2 (Voz)	2,81	0,67	0,0136
QoS 2 + SLA 2 (Video)	2,75	0,61	0,0044
QoS 2 + SLA 2 (Datos)	2,81	0,29	0,006

Para las Pruebas con MPLS, como tecnología funcional del modelo, se muestran las Tablas 10 y 11.

Tabla 10. Resultados del Modelo de QoS en la “Implementación 1”- Prueba MPLS

Corrida	Retardo[seg]	Jitter [seg]	Throughput [bit/seg]
QoS 1 + SLA 1 (Todos los Servicios)	1,186	1,705	1,398
QoS 1 + SLA 1 (Voz)	2,080	1,996	2,018

QoS 1 + SLA 1 (Video)	0,593	1,264	1,810
QoS 1 + SLA 1 (Datos)	1,329	1,502	2,121
QoS 1 + SLA 2 (Todos los Servicios)	0,339	1,597	0,275
QoS 1 + SLA 2 (Voz)	0,125	1,037	1,524
QoS 1 + SLA 2 (Video)	0,426	0,877	0,136
QoS 1 + SLA 2 (Datos)	0,853	0,286	1,003

En la Tabla 10, se encuentran los resultados de la Implementación 1, y en la Tabla 11, los resultados de la Implementación 2.

Tabla 11. Resultados del Modelo de QoS en la "Implementación 2" – Prueba MPLS

Corrida	Retardo [seg]	Jitter [seg]	Throughput [bit/seg]
QoS 2 + SLA 1 (Todos los Servicios)	0,7750	0,8350	0,0173
QoS 2 + SLA 1 (Voz)	1,0070	2,2540	0,0196
QoS 2 + SLA 1 (Video)	1,0060	0,2700	0,0224
QoS 2 + SLA 1 (Datos)	1,2910	1,7180	0,0211
QoS 2 + SLA 2 (Todos los Servicios)	1,5640	1,5790	0,0130
QoS 2 + SLA 2 (Voz)	1,1680	2,0200	0,0141
QoS 2 + SLA 2 (Video)	1,3430	1,1360	0,0115
QoS 2 + SLA 2 (Datos)	0,4320	0,4050	0,0133

4.6 Análisis Estadístico de los Datos

En el análisis estadístico de los datos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA). Se buscó establecer los factores que afectan de manera significativa a las salidas estudiadas, sobre esa base, los resultados obtenidos fueron orientados para obtener factores controlables en las salidas estudiadas, además se determinó cuál Implementación obtuvo mejor efectividad comparándola con una prueba base sin ninguna política o clase de QoS. En [7], se encuentra en detalle todo el análisis estadístico, al igual que la verificación del diseño experimental por medio de los residuales, y las respuestas obtenidas de los modelos gráficos.

Tabla 12. Factores Significativos de la ANOVA para la prueba Línea Base

LINEA BASE			
Factores	Salida	Retardo	Jitter
Todos los Servicios		QoS1-SLA2	QoS2-SLA2
		QoS1-SLA1	QoS1-SLA1
Voz		QoS1-SLA2	QoS2-SLA1
			QoS2-SLA1

Video	QoS1-SLA2	QoS2-SLA2	QoS1-SLA1
Data	QoS1-SLA1	QoS2-SLA2	QoS2-SLA1

En las Tablas 12 y 13, se encuentra el resumen de los resultados obtenidos de las ANOVAS, donde están relacionados los factores significativos en las salidas estudiadas.

Tabla 13. Factores Significativos de la ANOVA para la prueba MPLS

MPLS			
Factores	Salida	Retardo	Jitter
Todos los Servicios			QoS2-SLA1
Voz		No se obtuvo factores significativos	QoS1-SLA2
Video			QoS2-SLA1
Datos			QoS1-SLA2
			QoS1-SLA1

5 Conclusiones y Recomendaciones

La significancia de un factor sobre una salida determinada, indica que este logra alterar su comportamiento a tal punto de poder establecer mecanismos para controlarlo, con las ANOVAS se determinó qué factor de los tres estudiados tenía un gran impacto sobre las salidas.

Según el método propuesto, en la SRF se asignan las responsabilidades de QoS a cada una de las subredes internas de la NGN, a esto se le asocia el factor QoS de las Implementaciones 1 y 2. Además, según las funcionalidades del Estrato de Transporte de la arquitectura funcional de las NGN, y que la capa MAC QoS es la encargada de ayudar a brindar las capacidades de QoS a esta parte de la NGN, se provee todo el acceso al medio mitigando el Retardo en la red.

En la Tabla 12, la Salida Retardo del factor QoS de la Implementación 1, obtuvo los mejores resultados, siendo la única, ya que según lo expuesto, la Implementación 2, era la que obtenía un mejor desempeño. Este fenómeno se debe a que en la prueba de Línea Base no hay un endurecimiento del backbone, como si ocurre en la prueba con MPLS, indicando que el Retardo eventualmente es controlado al aplicar mecanismos de QoS a la PRF de la NGN según el método.

Analizando las medias de las pruebas de las Tablas 7, 8, 9, 10, y 11, para la Salida Retardo, al comparar las pruebas del modelo (Tablas 8, 9, 10, y 11) con la prueba de la NGN piloto es su estado natural (Tabla 7), se obtuvieron mejoras en todos los casos que oscilan entre el 5% y 29%. Es decir, que el Retardo mejora su comportamiento al aplicar cualquiera de las dos Implementaciones diseñadas.

Al comparar los resultados de las pruebas con el modelo, se tiene que el mejor Retardo fue el obtenido en la prueba de la Primera implementación con MPLS, (Tabla 10), con un valor promedio de 0.87 segundos, que significa una mejora del 70% con respecto al peor resultado que fue de la Línea Base del modelo de la Segunda Implementación, con un promedio de 2.8 segundos (Tabla 9).

El Jitter en la prueba de Línea Base, presenta como parámetro significativo nuevamente el factor QoS, pero en el Nivel 2. A lo largo del análisis da la impresión que el factor de mayor importancia es QoS, pero no hay que confundirse, porque si es cierto que este factor realiza una gran parte del trabajo, no podría suplir las funciones de Control de Admisión por sí solo, es decir, no se establecerían los Acuerdos de Nivel de Servicios, ocasionando fallas en la priorización del tráfico desperdiciando recursos de la red. Por esto, según los resultados planteados, siempre en la salida de Throughput, el factor de mayor significancia fue SLA, lo que indica que de este depende la proporción del éxito con que lleguen los paquetes a su destino.

En la Prueba con MPLS, (Tabla 8) no se obtuvieron valores significativos para la Salida del Retardo, lo que induce que MPLS es una buena alternativa para controlarlo. El Throughput obtuvo el factor QoS con un alto grado de significancia cuando se aplica bajo una misma combinación de Mejores Práctica para la simulación de todos los servicios. Esto nos muestra que al aplicar esas combinaciones, todos los servicios se verán afectados y se podría llegar a controlar su comportamiento.

La prueba con MPLS tiene como principal constante que el factor SLA da los mejores resultados, según lo analizado en [10]. Esto nos dice que al brindar mayor robustez al Backbone, como es el caso de este Escenario, las reglas para acceder a la NGN se vuelven cada vez más importantes, lo cual se hace más evidente cuando el factor QoS es significativo, como es el caso de las salidas que tienen mayor impacto sobre la PRF, tal como el Throughput, que es consecuencia de la fortaleza de las SLA implementadas y que son apoyadas por el mecanismo de MPLS.

Con el Jitter, sucede el mismo fenómeno que con el retardo, al presentar mejoras entre un 8% y 24% después de comparar los resultados obtenidos en las pruebas con el modelo y con la red cuando se encontraba sin ninguna política de QoS.

Por otra parte, al realizar las comparaciones entre las pruebas realizadas con las mejores prácticas, en la prueba del Modelo con la Implementación 2 de la Línea Base (Tabla 9), se obtuvo el mejor desempeño con una mejora

del 70% con respecto al valor promedio de 1.5 segundos, que fue el obtenido en la prueba de la Primera Implementación de la Línea Base (Tabla 8). Este comportamiento es totalmente contrario al obtenido en el retardo.

Según los resultados mostrados (Tablas 7, 8, 9, 10, y 11), la métrica Throughput obtuvo mejoras con respecto a la prueba donde no se aplicó ninguna política de QoS (Tabla 7). Las mejoras fueron del orden del 100%, contrastando con la mejora del 13% mostrada presentada en la prueba de la Tabla 9.

Siguiendo con la métrica Throughput, al comparar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el modelo (Tabla 8, 9, 10, y 11), el peor resultado se presenta en la prueba descrita en la Tabla 8, con un Throughput promedio 0.015 bit/seg. Los resultados de las pruebas de las Tablas 9 y 11 obtuvieron una mejora 10 veces en el Throughput con respecto al obtenido en la Tabla 8. La mejoría mas considerable del Throughput se obtuvo en la prueba de la Tabla 10, con un resultado promedio igual a 1.29 bit/seg, que equivale a una mejora de casi 800 veces.

6 Trabajos Futuros

Como proyectos de investigación en curso, y en evaluación, se trabaja sobre los modelos de QoS para NGN incluyendo aspectos relacionados con el MOS, la percepción del usuario, las políticas de negocio, y se sigue profundizando en el desarrollo del método del modelo de QoS propuesto.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Investigaciones y Proyectos de la Fundación Universidad del Norte, por su apoyo en el Proyecto “Definición y simulación de una propuesta de especificación de Calidad de Servicio (QoS) sobre Redes de Siguiete Generación (NGN)”, adjudicado en la VII Convocatoria Interna para Jóvenes Investigadores en el Marco de la Estrategia de Fortalecimiento de Grupos y Centros de Investigación, bajo la contratación número UN-OJ-2008-06718.

Referencias

1. ITU-T Recommendation Y.2001 - General overview of NGN. International Telecommunication Union – Standardization (ITU-T). (2004).
2. Salina, Jingming Li, Next Generation Networks: perspectives and potentials. Chichester, Inglaterra. John Wiley & Sons. (2007). ISBN: 9780470516492

3. ITU-T Recommendation Y.2012, Functional requirements and architecture of the NGN rel 1. International Telecommunication Union Standardization (ITU-T). Sept, 2006
4. Mellouk A. End-to-End Quality of Service Engineering in Next Generation Heterogenous Network. John Wiley & Sons Ltd. New Jersey (2009). ISBN: 9781848210615
5. Park, Kun I. QoS in Packet Networks. Boston. Springer Science Business Media, Inc. (2005). ISBN: 9780387233895
6. Chao J., Guo X. Quality of Service Control in High-Speed Networks. New York. John Wiley & Sons. (2002). ISBN: 9780471003977
7. ITU-T Recommendation Y.2171 Admission control priority levels in Next Generation Networks. International Telecommunication Union Standardization (ITU-T). Aug, 2006
8. Marchese, Mario. QoS Over Heterogeneous Networks. John Wiley & Sons Inc. (2007). ISBN: 9780470017524
9. Montgomery, Douglas C. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons. (2008). ISBN: 9780470128664
10. J. David, J. Márquez. Modelo de Calidad de Servicio para Redes de Siguiete Generación. Documento no publicado