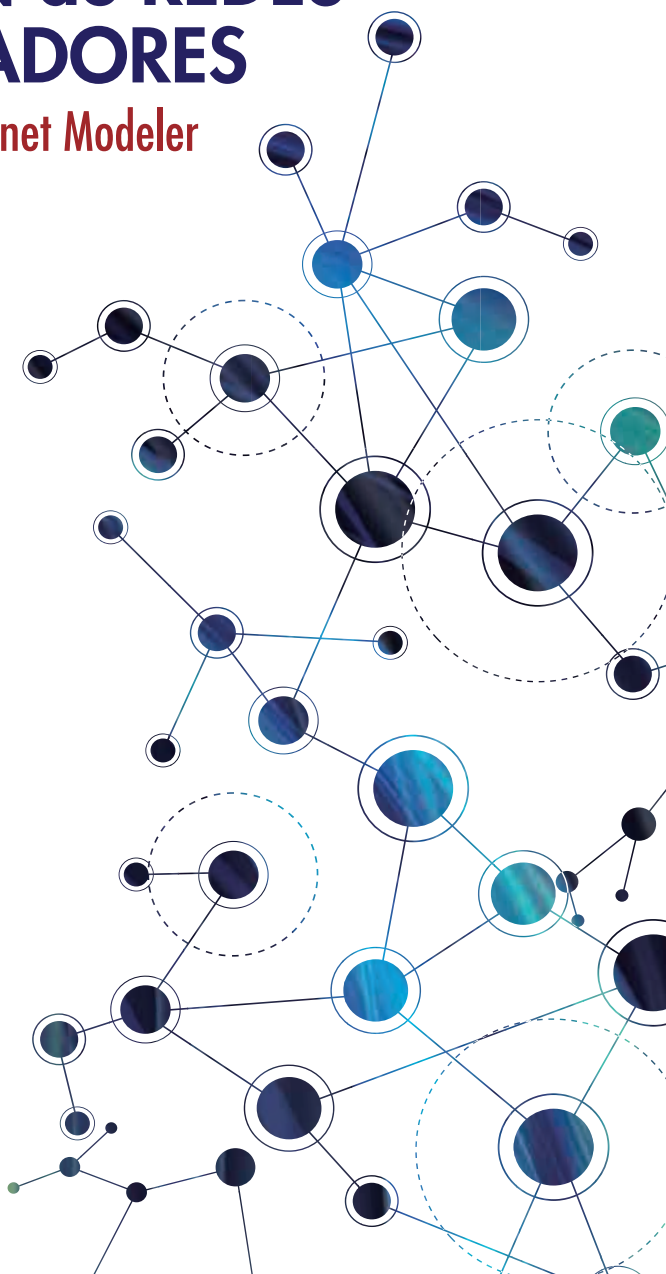
MODELADO y SIMULACIÓN de REDES de COMPUTADORES

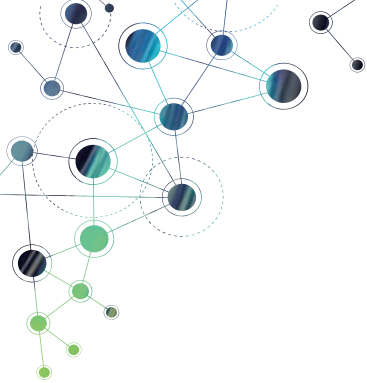
Aplicación de QoS con Opnet Modeler

José Márquez Díaz
Paul Sanmartín Mendoza
Josheff David Céspedes



UNIVERSIDAD DEL NORTE
Editorial

ECOE EDICIONES



JOSÉ MÁRQUEZ DÍAZ. Ingeniero de Sistemas de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia). Magíster en Ciencias de la Computación del Instituto Tecnológico de Monterrey (México) en convenio con la UNAB de Bucaramanga (Colombia). Diploma de Estudios Avanzados (DEA) en Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (España). Tiene como áreas de interés las redes de computación, los servicios sobre redes convergentes, las redes de siguiente generación, calidad de servicio sobre redes, redes ópticas y redes *ad-hoc*. Actualmente se desempeña como profesor asistente de la Universidad del Norte.

PAUL SANMARTÍN MENDOZA. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Autónoma del Caribe (Barranquilla, Colombia). Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia). Especialista Tecnológico en Seguridad en Redes de Computadores, diplomado en Telecomunicaciones y Pedagogía y Mediaciones Tecnológicas. Tiene como áreas de interés la calidad de servicio en redes de telemáticas, redes de siguiente generación, redes ópticas, redes *ad hoc* y sistemas distribuidos. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad Simón Bolívar (Barranquilla, Colombia).

JOSHEFF DAVID CÉSPEDES. Ingeniero Electrónico y magister en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia). Diplomado en el área de Seguridad Informática, Servicio de redes sobre Linux y auditor interno de las normas ISO 9000:2008 e ISO 27000:2007. Tiene como áreas de interés las redes de computadores, seguridad informática, calidad de servicio y auditoría de sistemas. Actualmente se desempeña catedrático del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Fundación Universitaria San Martín (Bogotá, Colombia).

MODELADO y SIMULACIÓN de REDES de COMPUTADORES

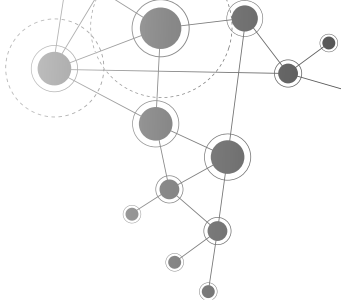
Aplicación de QoS con Opnet Modeler

José Márquez Díaz
Paul Sanmartín Mendoza
Josheff David Céspedes

Barranquilla - Bogotá
COLOMBIA 2013

UNIVERSIDAD DEL NORTE
Editorial

ECOE EDICIONES



CONTENIDO

PREFACIO 3

INTRODUCCIÓN 5

Tipos de Modelo de Simulación 6

Propósitos de una Simulación 7

Tipos de simuladores 7

CAPÍTULO 1

INSTALACIÓN DE OPNET MODELER 9

CAPÍTULO 2

GENERALIDADES DE OPNET MODELER 33

Editores de OPNET Modeler 34

Ventajas y Desventajas 41

CAPÍTULO 3

CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN REDES IP VISTA DESDE LA PERSPECTIVA DE OPNET MODELER 45

Configuración local y global (qos attribute config) 46

Procedimiento 46

CAPÍTULO 4

COMPARACIÓN DE COLAS DE PLANIFICACIÓN (QoS)..... 57
Objetivos 57
Marco teórico 57
Topología 59
Procedimiento 60
Conclusiones 77
Modificaciones..... 78

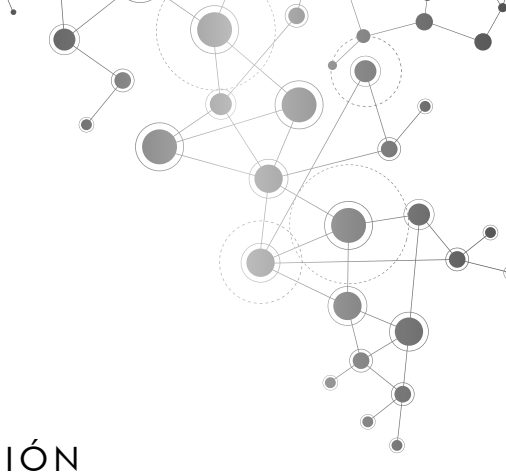
CAPÍTULO 5

PROTOCOLO DE RESERVA DE RECURSOS (RSVP) 79
Objetivos 79
Marco teórico 79
Topología 80
Procedimiento 81
Conclusiones 114
Modificaciones..... 114

CAPÍTULO 6

SERVICIOS DIFERENCIADOS (DIFFSERV)..... 115
Objetivos 115
Marco teórico 115
Topología 116
Procedimiento 117
Conclusiones 132
Modificaciones..... 132

Bibliografía 133



Introducción

La *simulación por computadora* es actualmente una de las estrategias más poderosa de las que dispone la ciencia para predecir sucesos en sistemas con un alto grado de complejidad; es una de las herramientas más precisas para determinar el comportamiento de un sistema deseado.

Podemos definir *simulación* como una técnica que imita el comportamiento de un sistema del mundo real conforme evoluciona en el tiempo. Sin embargo, encontramos otras definiciones de estudiosos del tema. Entre otras, tomamos como referencia la de Robert E. Shannon [1]:

> Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir el experimento con este modelo con el propósito de entender su comportamiento o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el mismo.

En esta definición resaltan dos palabras claves que permiten llegar a dos conceptos que se deben tener muy en cuenta: Modelo y Procesos de Simulación.

El primero se refiere al conjunto de hipótesis acerca del funcionamiento del sistema, expresado como relaciones matemáticas y/o lógicas entre los elementos de este, y el segundo, a la ejecución del modelo a través del tiempo en un ordenador para generar las representaciones del

comportamiento del sistema. El modelo hace referencia a la representación simplificada del sistema que vamos a analizar, las condiciones de su funcionamiento y las variables que emplea. El proceso, en cambio, hace referencia a una ejecución concreta, con unos valores asociados a las variables que se pueden ajustar en el modelo, que se realiza para obtener los estudios referidos a ciertos parámetros que especifican el comportamiento del sistema.

La simulación se limita a informar cuál sería el comportamiento del sistema analizado en las condiciones que se indiquen para un sistema determinado.

TIPOS DE MODELO DE SIMULACIÓN

Existen varias características con base en las cuales podemos clasificar las simulaciones. Algunas de estas posibles clasificaciones son:

- **Simulación estática**: Es la representación de un sistema en un tiempo determinado.
- **Simulación dinámica**: Es la representación de un sistema cuando evoluciona con el tiempo.
- **Simulación determinista**: Es la representación de un sistema que no contiene absolutamente ninguna variable aleatoria.
- **Simulación aleatoria**: Es la representación de un sistema que contendrá variables aleatorias.
- **Simulación continua**: Es la representación de un sistema cuyo comportamiento cambia de forma continua en el tiempo.
- **Simulación discreta**: Es la representación de un sistema cuyo comportamiento cambia únicamente en instantes de tiempos concretos.

PROPÓSITOS DE UNA SIMULACIÓN

- **Comparación**: En la simulación comparativa determinamos cuándo una opción es mejor que otra.

- **Predicción**: En la simulación predictiva nos interesamos por los resultados absolutos finales, no por las comparaciones.

- **Análisis:** Pueden ser simuladores de apoyo a las operaciones o bien aquellos que evalúan la efectividad o capacidad específica de una fuerza, su entrenamiento u operación.

- **Prueba y evaluación**: Básicamente se utiliza para las pruebas totales o parciales de un sistema.

- **Investigación y desarrollo**: Se centra en el análisis de los sistemas y su desarrollo; la simulación investigativa indica factores que afectan el flujo de entidades en el sistema pero no requiere de respuestas precisas, por lo que la calidad de los datos de entrada no son críticos.

- **Educación y entrenamiento**: Se emplea en ejercicios de adiestramiento y aulas, y proporciona un conocimiento sobre procedimientos y tácticas de combate. Puede enfocarse al adiestramiento individual-tripulaciones, equipos o bien adiestramiento de grupos (planas mayores o estados mayores).

TIPOS DE SIMULADORES

Un *simulador* es definido como la herramienta que permite simular un sistema. En nuestro entorno podemos encontrar varios tipos de simuladores; entre otros:

- **Simulador de conducción**: Es utilizado en escuelas de conducción para enseñar a los estudiantes a enfrentarse con mayor seguridad a las primeras clases prácticas, además de permitirles practicar de manera ilimitada situaciones específicas.

- **Simulador logístico y de producción**: Esta clase de simulador se centran en la evaluación de sistemas de producción.

- **Simulador de carreras**: Es el tipo de simulador más popular; se puede conducir un automóvil, motocicleta y camión, entre otros.

- **Simulador de vuelo**: Sistema que simula volar una aeronave de la forma más realista posible.

- **Simulador de trenes**: Permite controlar un tren.

- **Simulador de negocio**: Esta herramienta simula un entorno empresarial, donde es posible jugar diferentes roles dentro de las funciones típicas de un negocio.

- **Simulador político**: Esta clase de simulador permite al usuario tener varios roles políticos.

- **Simulador de redes**: Con esta clase de simulador se pueden diseñar y simular redes telemáticas.

- **Simulador clínico médico**: Esta tipo de simulador permite realizar diagnósticos clínicos sobre pacientes virtuales, lo cual permite preparar al médico para situaciones reales.

- **Simulador quirúrgico**: Herramienta que facilita los entrenamientos de los cirujanos, desarrollando un ambiente real donde se recrean aspectos de fuerza, gravedad y otras variables importantes.

- **Simulador de circuitos digitales**: Herramienta diseñada para construir circuitos digitales sobre un módulo digital virtual a partir de modelos lógicos de circuitos integrados y de aplicación específica.

Capítulo 1

INSTALACIÓN DE OPNET MODELER

1. Para empezar la instalación de Opnet Modeler® se deben tener instalados previamente los siguientes productos:

a. Sistema Operativo Windows (7 o XP).

b. Microsoft Visual Studio (en este manual 2008 o superior).

c. Controladores de Tarjeta de Sonido, Tarjeta de Video, Tarjetas de Red e inalámbrica, entre otros.

d. Microsoft Office o MS Excel.

e. FAQ en www.opnet.com que contiene las variables de entorno.

- Para obtener el FAQ 2099 ingresamos a la página web de Opnet Modeler: http://www.opnet.com/, haciendo clic en la opción Support y luego en FAQs (figura 1.1).

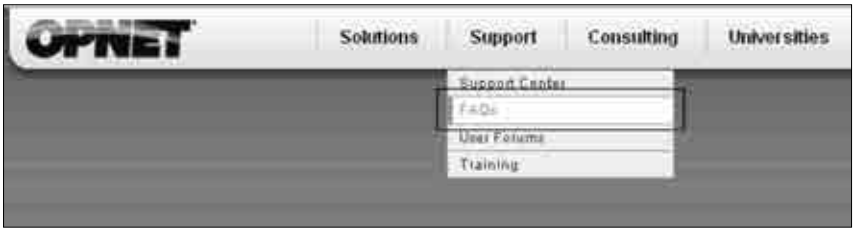
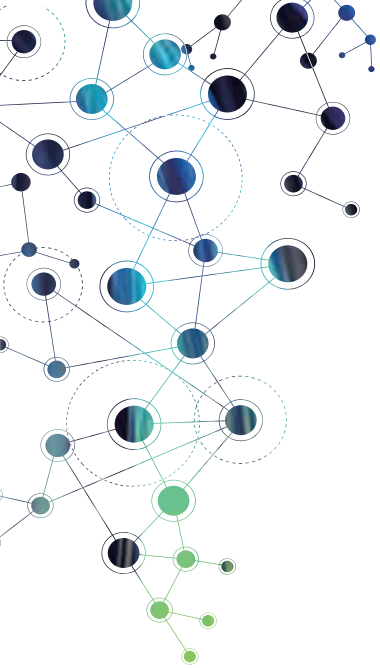


Figura 1.1 Selección de los FAQs en la página de Opnet Modeler



OTROS TÍTULOS
EDITORIAL UNIVERSIDAD DEL NORTE

Matemáticas para informática
Ismael Gutiérrez García

Análisis de circuitos eléctricos.
Estado estable
Javier Guerrero Cedeño y John Edwin Candelo Becerra

Instrumentación electrónica aplicada
Prácticas de laboratorio
Christian Quintero M., José Oñate López
y Humberto Arias de la Hoz

Control automático aplicado
Prácticas de laboratorio
Christian Quintero M. y José Oñate López

OTROS TÍTULOS
ECOE EDICIONES

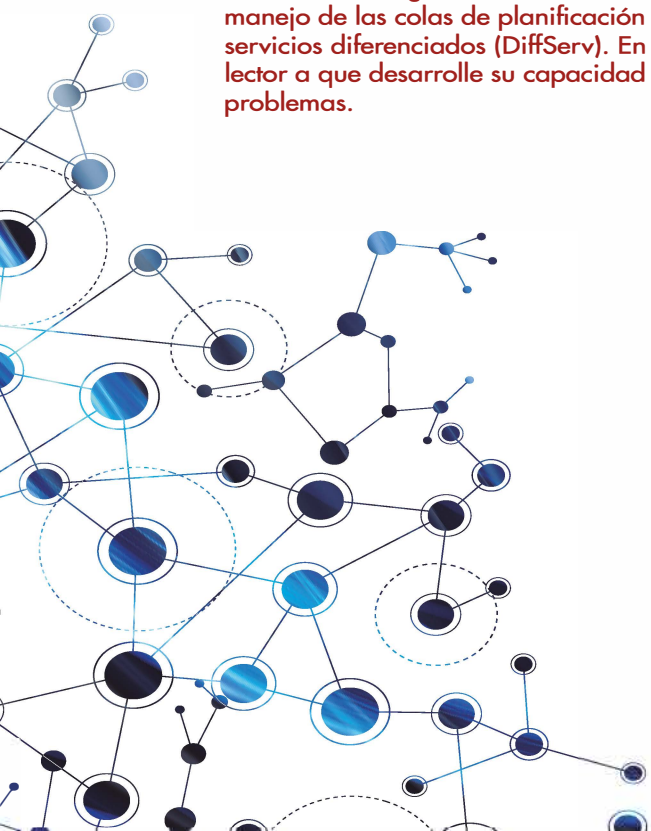
Redes locales
María Ángeles González Pérez

Administración de sistemas
gestores de bases de datos
Pablo Valderrey Sanz

Seguridad informática
Álvaro Gómez Vietes

ISBN 978-958-741-374-8

La simulación por computadora es una de las estrategias más poderosa de las que dispone en la actualidad la ciencia para predecir sucesos en sistemas con un alto grado de complejidad. Esta obra —concebida como producto de los trabajos de experimentación desarrollados por el Grupo de Investigación en Redes de Computadores e Ingeniería de Software (GReCIS) de la Universidad del Norte, a través de cursos de Calidad del Servicio y tesis de grado—, tiene como objetivo apoyar a los estudiantes de Maestría en Ingeniería de Sistemas y carreras afines en la solución de problemas relacionados con la modelación y simulación de redes de computadores con aplicación de QoS. En el texto se presentan tres experiencias importantes relacionadas con la prestación de servicios convergentes en redes de computadores, y se orienta en particular al manejo de las colas de planificación de paquetes, al protocolo RSVP y a los servicios diferenciados (DiffServ). En cada una de las experiencias se estimula al lector a que desarrolle su capacidad de análisis con nuevos escenarios problemas.



ECOE EDICIONES

UNIVERSIDAD DEL NORTE

www.ecoeediciones.com