

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA FEDERICO BRITO FIGUEROA  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

PROPUESTA PARA LA CREACION DE MATERIAL DIDACTICO EN LA  
CONFIGURACION DE EQUIPOS DE COMUNICACIONES CON EL PROTOCOLO  
MPLS EN LA RED METRO ETHERNET DE CANTV

Presentado por:

Ing. Alfonzo Malaspina

Tutor académico:

Prof. Esp. Pedro Lezama

La Victoria, Junio de 2011

## Índice

Introducción.....	02
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	05
Planteamiento del Problema.....	05
Formulación del Problema.....	06
Justificación de la Investigación.....	06
Objetivos.....	07
Generales.....	07
Específicos.....	07
Delimitación y Alcance de la Investigación.....	07
Limitaciones.....	08
CAPITULO II: Marco Referencial.....	09
Antecedentes de la Investigación.....	09
Fundamentos Teóricos.....	10
Términos Técnicos.....	12
Marco Legal.....	16
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	18
Modalidad de la investigación.....	18
Tipo o nivel de investigación.....	18
CAPITULO IV: Análisis e interpretación de resultados.....	20
Presentación de resultados.....	20
Cuestionario, cuadros y gráficos estadísticos.....	21
CAPITULO V: Configuración de equipos de comunicaciones con el protocolo MPLS.....	30

Componentes de MPLS.....32

Open SimMPLS.....38

Practicas.....56

Referencias.....76

Anexos.....77

## Introducción

En la medida en que crece las necesidades del ser humano en cuanto al manejo de información y comunicación, se hace necesario que la infraestructura que soporta todo el andamiaje tecnológico actual, logre adaptarse de forma eficiente y eficaz a todos estos cambios evolutivos e imparables.

En tal sentido explorar métodos que se puedan implementar en la actualidad y que permitan una escalabilidad considerable, acorde a todas estas exigencias, es de vital importancia.

Muchas de estas exigencias que en comunicaciones e información que antes podían considerarse una utopía, ya son una realidad. Una llamada telefónica, la televisión y creciente Internet ya no son elementos que el usuario final apreciaba como elementos distantes, sino que ahora pueden converger en un solo punto: Triple Play. Este servicio está definido en el ámbito de las telecomunicaciones como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, banda ancha y televisión).

Como muchas tecnologías emergentes, esta no escapa de tener algunos detalles en su implementación. La unificación de varias tecnologías en un mismo canal la hace sensible a retardos y pérdida de paquetes, es necesaria QoS (priorización de paquetes en la línea, calidad de servicio) que hasta el momento estaba orientado al mercado empresarial.

La ampliación del ancho de banda es una necesidad inherente a la hora de prestar este tipo de servicios y una de las metas en un futuro

próximo. Es por ello que la creación, ampliación y mejoras en las redes de fibra óptica es piedra angular en este tipo de proyectos.

MPLS (MultiProtocol Label Switching) es un protocolo de conmutación por etiquetas que está definido para funcionar sobre múltiples protocolos como el Sonet, Frame Relay, ATM Ethernet o cualquiera sobre el que pueda funcionar PPP (Point to Point Protocol). Las razones por las cuales se llega a desarrollar este protocolo están enfocadas a la ingeniería de tráfico, diferenciación de clases de servicio y VPN (Virtual Private Network – Redes Privadas Virtuales). MPLS utiliza campos para etiquetas de ATM o añade una cabecera para el resto de protocolos entre la capa 2 y la capa 3 del modelo OSI.

La implementación de MPLS para agilizar el tráfico de red es una alternativa considerable, es por esto que se hace necesaria la existencia de profesionales debidamente entrenados que apoyen la gestión de redes para así garantizar una mejor calidad de servicio (QoS). En tal sentido se propone la creación de prácticas lo más cercana a la realidad, que garanticen la adquisición de dicho conocimiento de manera rápida, viable y económica.

Para dichas prácticas se propone como un modelo de simulación utilizando software libre, lo cual no solo lo convierte en una alternativa viable, sino económica tanto para las empresas como para el ámbito universitario.

De esta manera el capítulo I está enfocado a la problemática existente en cuanto a la capacitación de recurso humano tanto en el ámbito universitario como en el empresarial.

En el capítulo II se muestra un resumen de las teorías y trabajos en los de los cuales se tomo información referente tanto para el tema del protocolo MPLS como el software utilizado.

Para el capítulo III se expone la modalidad y tipo de investigación a la cual se ve sujeto el presente proyecto.

El capítulo VI contempla la aplicación e interpretación de los resultados obtenidos mediante un instrumento de medición (encuesta) el cual aporta grandes resultados utilizados para fortalecer el motivo de este trabajo de investigación.

El capítulo V está enfocado al trabajo práctico con la herramienta Open SimMPLS. En este capítulo se lleva paso a paso la puesta a punto de una simulación con este software tomando en cuenta las consideraciones necesarias como lo son la topología y los elementos a usar.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### **Planteamiento del Problema**

Como se dijo anteriormente, la implementación del protocolo MPLS en las redes existentes para mejorar la calidad de servicio (QoS) trae consigo nuevas inversiones por parte de las empresas de telecomunicaciones. Uno de estas inversiones está contemplado en la preparación del personal técnico que hará la gestión de redes.

Debido a que muchas veces no se cuenta con personal especializado que imparta su conocimiento y experiencia directamente tanto en las empresas del ramo como en el ámbito universitario, además de elevados costos para realizar prácticas en equipos directos, toma fuerza los conceptos de simulación y virtualización como herramientas de apoyo a esta labor.

Es por esto que, el presente trabajo de grado se enfoca en desarrollar una serie de prácticas extraídas de experiencias y ambientes reales que ayudaran a todo aquellas personas que incursionan en el ámbito de la gestión de redes, conocer y profundizar acerca del ambiente de redes de fibra óptica que manejen protocolo MPLS.

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) es una red privada IP que combina la flexibilidad de las comunicaciones punto a punto o Internet y la fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios Private Line, Frame Relay o ATM. Ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia. Y todo ello en una única red.

Por todo lo anteriormente expuesto que se presenta la siguiente propuesta de manejo de prácticas basadas en el uso de (Multi - Protocol Label Switching). En tal sentido se formula lo siguiente: ¿Puede el desarrollo de prácticas para MPLS (Multi - Protocol Label Switching) en el ambiente Open SimMPLS proporcionar la adquisición de conocimiento necesario en el manejo de tráfico de redes, calidad de servicio y atención a fallas en la formación de personal técnico que atiende la gestión de redes?

### **Justificación de la Investigación**

La creciente demanda de servicios diversos en telecomunicaciones, aunada a las exigencias por parte de clientes, ha llevado a realizar inversiones cuantiosas para mejorar la infraestructura de comunicaciones en la red existente (PSTN).

Los avances en el hardware y una nueva visión a la hora de manejar las redes, están dando lugar al empleo creciente de las tecnologías de Conmutación, encabezadas por la tecnología ATM. Aportando velocidad, calidad de servicio y facilitando la gestión de los recursos en la red.

Otras de las mejoras fue la implementación de redes de fibra óptica en el país las cuales han mejorado la conexión entre nodos. De igual forma la inclusión de nuevos protocolos para gestión de redes son necesarios. En tal sentido, MPLS surge como una alternativa que ayuda a mejorar la calidad de servicio.

No obstante se requiere de personal capacitado que se adecue a las exigencias en el manejo de gestión de redes en dicho protocolo no solo dentro de las empresas de telecomunicaciones, sino también en el ámbito universitario. Como es evidente, la capacitación de este personal acarrea elevación de costos para las empresas de telecomunicaciones y dificultad para las universidades al no poseer, en muchos casos, la capacidad para instalar laboratorios especializados. El conocimiento se afianza con la práctica, la técnica de “aprender haciendo”, coloca a la simulación de redes

como una alternativa no solo rápida y viable en comparación, sino también económica.

En tal sentido la importancia en la creación de diversas prácticas basadas en ambientes reales como es el caso de la red Metro Ethernet de CANTV (Compañía Anónima de Teléfonos de Venezuela), puede garantizar el conocimiento necesario que requiere un individuo que se quiera formar en el manejo de esta tecnología.

## **Objetivos**

### **Generales**

Propuesta para la creación de material didáctico en la configuración de equipos de comunicaciones con el protocolo MPLS (Multi-Protocol Label Switching) en la red Metro Ethernet de Cantv

### **Específicos**

- Identificar los casos más relevantes en la configuración de equipos de comunicaciones que utilizan el protocolo MPLS de la red Metro Ethernet de Cantv.
- Establecer un conjunto de experiencias que le proporcionen al estudiante, conocimiento necesario para la configuración y gestión del protocolo MPLS en la aplicación de Ingeniería de tráfico que mejore la calidad de servicio (QoS) de la red Metro Ethernet de Cantv.
- Diseñar casos prácticos que permitan adquirir destreza en el ámbito operacional de la plataforma MPLS utilizando la herramienta Open SimMPLS.

## **Delimitación y Alcance de la Investigación**

La investigación en cuestión se basara en el desarrollo de prácticas que fortalezcan los conocimientos en la gestión de redes basadas en MPLS utilizando el software de simulación de redes conocido como Open SimMPLS.

### **Limitaciones**

Es pertinente mencionar que para la fecha, el ambiente para la simulación de redes en el protocolo MPLS, son de uso propietario, lo cual dificulta su acceso. En tal sentido se procedió a utilizar el Open SimMPLS, que es un simulador grafico de redes que permite diseñar fácilmente topologías de red y luego ejecutar simulaciones. Open SimMPLS puede soportar el IOS de routers, ATM/Frame Relay/switchs Ethernet y PIX firewalls.

## **CAPITULO II**

### **Marco Teórico**

#### **Antecedentes de la Investigación:**

Aunque existen diversos temas relacionados con la aplicación del protocolo MPLS, aunque no directamente con el tema de creación de prácticas, podemos mencionar los siguientes:

- Doménico L., Javier Igor y García, Luna V. (Abril 2008). **“Medición y Análisis de Tráfico en Redes MPLS”**. Trabajo para el cumplimiento parcial de los requerimientos para obtener el grado de Ingeniería de las Telecomunicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú. La metodología utilizada está enfocada a etapas como lo son el análisis del protocolo MPLS, analizar las propuestas para hacer ingeniería de tráfico y desarrollo de una solución al problema de calidad de servicio. En este trabajo se puede tomar en cuenta la importancia de la implantación de redes basadas en protocolos MPLS como mejora en la calidad de servicio, gestión, medición de tráfico de redes.
- Zerpa D. Fernando Y. (Octubre de 2005) **“Actualización de la Infraestructura Tecnológica del SIGECOF a Enlaces Frame Relay E Implementación Del Esquema De Seguridad”**. Trabajo de Grado presentado a la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al título de Especialista en Comunicaciones y Redes de Comunicación de Datos. La metodología seguida por el autor está basada en las etapas propias de un proyecto de ingeniería en Informática como lo son: un análisis del sistema actual, diseño y desarrollo .En este trabajo de investigación se puede mencionar la migración a enlaces Frame Relay como servicio rápido, seguro y estable de conmutación de

paquetes de longitudes variables para transportar datos sobre áreas extensas e implementación de túneles VPN la cual representa una gran solución en cuanto a seguridad, confidencialidad e integridad de los datos. En esta propuesta se utiliza plataforma de transporte la Red Conmutada de CANTV, consolidando la comunicación de datos solicitados sobre enlaces Frame Relay.

- Vera Castellón, Isabel (Noviembre 2005). “**Simulación de Redes de Computadoras Aplicado a Docencia**”. Universidad Técnica Federico Santa María – Chile. Es un trabajo de investigación campo, donde se realizan comparaciones en el campo de la simulación. Aquí la autora da aproximación al uso de simuladores de redes de computadores por medio de configuraciones simples además de presentar algunos ejemplos como apoyo a la docencia de redes de computadores. Del mencionado trabajo se puede conocer los usos prácticos que en la actualidad tiene la simulación, como lo son: predicción, entrenamiento, entretenimiento, comprensión de situaciones y apoyo en la toma de decisiones.
- Domínguez, Manuel (2004). “**Open SimMPLS: Un Simulador de Redes MPLS/GoS**”. Universidad de Extremadura. España. Es un proyecto de final de carrera de Ingeniería en Informática para la Universidad de Extremadura - España. Por ser un desarrollo de proyecto, la metodología utilizada son las propias de Ingeniería en Informática, divididas estas en los siguientes apartados: estudio del problema existente, estudio de viabilidad, diseño de la solución, desarrollo y documentación. Del mencionado trabajo se extrajo la herramienta a utilizar para la simulación de casos didácticos.

### **Fundamentos Teóricos**

El uso de redes de computadoras en la actualidad supone un avance en lo que se refiere a comunicación humana. En tal sentido podemos observar que

la búsqueda de métodos que ayuden a mejorar el servicio prestado a usuarios finales se ha convertido en el objetivo a alcanzar. En esa búsqueda han surgido muchos elementos que ayudan a ese mejoramiento de calidad de servicio, tal es el caso de el protocolo MPLS (Multi-Protocol Label Switching).

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) es un protocolo de red que combina la flexibilidad de las comunicaciones punto a punto o Internet y la fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios Private Line, Frame Relay o ATM. Ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia. Y todo ello en una única red.

- MPLS (Multiprotocol Label Switching) intenta conseguir las ventajas de ATM, pero sin sus inconvenientes
- Asigna a los datagramas de cada flujo una etiqueta única que permite una conmutación rápida en los routers intermedios (solo se mira la etiqueta, no la dirección de destino)

Por otro lado se tiene que muchas veces no se cuenta con el recurso adecuado (hardware) para el aprendizaje de estas nuevas propuestas, bien sea por la limitante económica o por el riesgo que supone el realizar prácticas en redes reales. Es aquí donde la simulación juega un papel importante en la formación de recurso humano en el manejo de estas tecnologías.

Según Vera Castellón, Isabel (Noviembre 2005): “La simulación por medio de la virtualización se refiere a la abstracción de los recursos de una computadora, VMM (Virtual Machine Monitor) que crea una capa de la abstracción entre el hardware de la maquina física (host) y el sistema operativo de la maquina virtual (virtual machine, guest)., siendo un medio para crear una versión virtual de un dispositivo o recurso, como un servidor, un dispositivo de almacenamiento, una red o incluso un sistema operativo, donde se divide el recurso en uno o más entornos de ejecución.

Esta capa de software (VMM) maneja, gestiona y arbitra los cuatro recursos principales de una computadora (CPU, Memoria, Red, Almacenamiento) y así podrá repartir dinámicamente dichos recursos entre todas las maquinas virtuales definidas en el computador central. De modo que nos permite tener varios computadores virtuales ejecutándose sobre el mismo ordenador físico...”

Para efectos de este trabajo se escogió la definición de simulación de Robert Shannon, el cual señala lo siguiente: “La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema”.

En la elaboración de la presente investigación se tomo como software de simulación de redes a Open SimMPLS (Domínguez, Manuel - 2004). Open SimMPLS es un simulador grafico que permite diseñar de manera fácil y sencilla topologías de red, comprobar el comportamiento de escenarios basados en tecnologías de redes con calidad de servicio (QoS), como ATM e IP, con la ventaja añadida de la Garantía de Servicio (GoS) sobre MPLS mediante técnicas activas. Open SimMPLS es una aplicación cuya finalidad es la simulación de escenarios completos basados en redes MPLS con soporte para GoS mediante técnicas activas con la que podemos recrear dichos escenarios y comprobar su comportamiento.

### **Términos Técnicos**

**MPLS:** (siglas de Multiprotocol Label Switching) es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF y definido en el RFC 3031. Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para

transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

**LER o Layer End Router:** Introduce cabeceras MPLS en los paquetes entrantes, en medio de las cabeceras de red y de enlace. También las extrae cuando el paquete abandona la zona MPLS.

**LSR o Label Switch Router:** Conmutador, dentro de la zona MPLS, que interpreta y modifica las cabeceras MPLS.

**FEC o Forward Equivalence Class:** Cuando se aplica esta clase a un grupo de paquetes, éstos se consideran de la misma clase en cuanto al tratamiento que se les dará, independientemente de que sean paquetes provenientes de distintos tipos de tráfico.

**LSP o Label Switched Path:** Camino formado por LERs y LSRs que siguen todos los paquetes de un mismo FEC. Es decir, todos los paquetes definidos como pertenecientes a una misma clase harán el mismo recorrido (LSP) dentro del dominio MPLS.

**Etiqueta o Label:** Información añadida a un paquete al entrar en la zona MPLS. Normalmente, según las etiquetas que posea un paquete, se añadirá éste a un FEC u otro.

**LS o Label stack:** Pila de etiquetas, de tamaño variable. El tamaño puede variar porque pueden existir zonas MPLS dentro de otras zonas MPLS.

**DMGP o Dynamic Memory for GoS PDU** Almacena los paquetes marcados con GoS

**GoS:** Garantía de Servicio sobre MPLS mediante técnicas activas. Permite eleccionar tráfico proveniente de fuentes privilegiadas para distinguirlo del resto y dotarlo de GoS durante el tiempo que pase dentro del ámbito del dominio MPLS.

**LSP:** nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC), es decir, del túnel MPLS establecido entre los extremos. A tener en cuenta que un LSP es unidireccional.

**IP:** protocolo base de Internet

**ATM:** El Modo de Transferencia Asíncrona o Asynchronous Transfer Mode (ATM) es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

**DIFFSERV:** proporcionan mecanismos de calidad de servicio para reducir la carga en dispositivos de calidad de servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de mapeo entre flujos de tráfico y niveles de servicio.

**Q o S:** Calidad de Servicio

**GESTION DE REDES:** es la planificación, organización, operación, mantenimiento y control de los elementos que forman una red para garantizar un nivel de servicio de acuerdo a un costo.

**SIMULACIÓN:** es la experimentación con un modelo de una hipótesis o un conjunto de hipótesis de trabajo. Otra definición de simulación está enmarcada imitación del funcionamiento de un sistema real durante un intervalo de tiempo. Esta simulación puede realizarse ya sea de forma manual o en forma computacional.

**ANCHO DE BANDA:** Este término define la cantidad de datos que puede ser enviada en un periodo de tiempo determinado a través de un circuito de comunicación dado.

**FRAME RELAY:** (Frame-mode Bearer Service) es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual, introducida por la ITU-T a partir de la recomendación I.122 de 1988. Consiste en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos ("frames") para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos.

**IOS:** son las siglas de Internetwork Operating System, (Sistema Operativo de Interconexión de Redes) sistema operativo creado por Cisco Systems para

programar y mantener equipos de interconexión de redes informáticas como switches (conmutadores) y routers (enrutadores).

**IP PACKET:** paquete IP

**IP (GoS) PACKET:** paquete IP (GoS)

**MPLS PACKET:** paquete MPLS

**MPLS (GoS) PACKET:** paquete MPLS (GoS)

**TLDP PACKET:** Etiqueta de Protocolo de Distribución

**GPSRP PACKET:** paquete GPSRP

**PACKET RECEIVED:** paquete recibido

**PACKET GENERATED:** paquete generado

**PACKET SENT:** paquete enviado

**PACKET SWITCHED:** Conmutación de paquetes

**BACKUP LSP:** respaldo de LPS

## Marco Legal

El marco legal proporciona las referencias obligatorias en cuanto al uso adecuado de términos jurídicos pertinentes a la investigación. En tal sentido, se puede mencionar los siguientes

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.**

En el capítulo VI De los Derechos Culturales y Educativos, se puede observar en su Artículo 98 lo siguiente: *“La creación cultural es libre. Esta libertad comprende el derecho a la inversión, producción y divulgación de la obra creativa, científica, tecnológica y humanística, incluyendo la protección legal de los derechos del autor o de la autora sobre sus obras. El Estado reconocerá y protegerá la propiedad intelectual sobre las obras científicas, literarias y artísticas, invenciones, innovaciones, denominaciones, patentes, marcas y lemas de acuerdo con las condiciones y excepciones que establezca la ley y los tratados internacionales suscritos y ratificados por la República en esta materia”.*

- **Decreto 3390 Publicado en la Gaceta oficial N° 38.095 de fecha 28-12-04.**

De este decreto elaborado con intención de dar apoyo al software libre, se pueden extraer los siguientes artículos, en los que se destaca la importancia del software libre en la administración pública, la capacidad e incentivo que se debe dar a proyectos que de esa índole.

**Artículo 1.** *La Administración Pública Nacional empleará prioritariamente Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios informáticos. A tales fines, todos los órganos y entes de la Administración Pública Nacional*

*iniciarán los procesos de migración gradual y progresiva de éstos hacia el Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos.*

**Artículo 4.** *El Ministerio de Ciencia y Tecnología, adelantará los programas de capacitación de los funcionarios públicos, en el uso del Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos, haciendo especial énfasis en los responsables de las áreas de tecnologías de información y comunicación, para lo cual establecerá con los demás órganos y entes de la Administración Pública Nacional los mecanismos que se requieran.*

**Artículo 5.** *El Ejecutivo Nacional fomentará la investigación y desarrollo de software bajo modelo Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos, procurando incentivos especiales para desarrolladores.*

**Artículo 8.** *El Ejecutivo Nacional promoverá el uso generalizado del Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos en la sociedad, para lo cual desarrollará mecanismos orientados a capacitar e instruir a los usuarios en la utilización del Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos.*

- **Ley Orgánica de Telecomunicaciones. (Publicada en Gaceta Oficial N° 36.970 del 12 de Junio 2000).**

En esta ley pueden resaltarse varios aspectos los cuales están directamente relacionados con el desarrollo de la tecnología y a la calidad de servicio. A saber en su artículo N° 2, de los objetivos generales de la ley, en su numeral 6: *“Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en materia de telecomunicaciones, la capacitación y el empleo en el sector”.*

Por otro lado es importante señalar que la citada ley promulga lo referente a la calidad del servicio que se le otorga al usuario final. En tal sentido el mismo artículo N° 2 en su numeral 8 expresa lo siguiente: *“Incorporar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de*

*Servicio Universal, calidad y metas de cobertura mínima uniforme, y aquellas obligaciones relativas a seguridad y defensa, en materia de telecomunicaciones”.*

### **CAPITULO III**

## **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Modalidad de la investigación**

El presente proyecto se encuentra dentro del marco de Proyecto Factible que llevan a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados o que responden a necesidades e intereses de tipo cultural. Se incluyen en esta categoría la elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y productos tecnológicos en general.

En tal sentido se desarrollaran una serie de experiencias en el manejo del protocolo MPLS siendo apoyado en experiencias reales en redes de fibra óptica dándole un enfoque experimental.

#### **Tipo o nivel de investigación**

Para el trabajo en cuestión, se definirá como un tipo de investigación Descriptiva y Exploratoria. A continuación los conceptos que se manejan: Según Hilario Wynarczyk, M.A., en consulta efectuada vía online: “La investigación descriptiva procura brindar una buena percepción del funcionamiento de un fenómeno y de las maneras en que se comportan las variables, factores o elementos que lo componen. Las investigaciones electorales y de marketing [...]”.

Consultado: <http://www.cyta.com.ar/ta0102/research.htm> [30.11.09]

Por otro lado la Investigación Exploratoria según Sellriz (1980): Es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo

que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento.

Consultado:<http://www.mistareas.com.ve/Tipo-de-estudio-tipo-de-investigacion.htm>).

Además de esto, se tomara la estrategia de investigación de campo, definida según Arias Fidas G., como: “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”. El Proyecto de Investigación, guía para su elaboración. Editorial Episteme, 3ra edición.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

El objetivo de este capítulo es esencialmente poder caracterizar y transmitir del resumen de los resultados obtenidos, el cual en la realización de este trabajo de grado se diseñó un instrumento de recolección y análisis de datos, con el fin de ser aplicado a los estudiantes del área de postgrado de Redes y Telemática que cursan estudios en la materia de Redes, de los cuales se puedan determinar los efectos que se pueden evidenciar en los diversos ítems de estudio.

#### **PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

Los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayuda a asegurar una investigación completa.

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos después aplicar las técnicas y recolección de datos.

El instrumento aplicado fue un cuestionario constituido por siete (7) preguntas correspondientes a las variables a medir, dirigido a diez (10) personas como se indicó en la muestra seleccionada. La redacción de las preguntas fue tipo Lickert (Rensis Likert) de forma afirmativa, ofreciendo (2) dos alternativas para su respuesta las cuales eran: Si o No y en algunos casos preguntas con varias respuestas o alternativas a escoger.

1. ¿Conoce usted lo que es una simulación?

**Cuadro No. 1**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	9	90%
NO	1	10%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 1**



*Nota: elaboración propia*

2. De ser afirmativa la pregunta anterior, ¿Considera usted importante el uso de simuladores en las prácticas de redes?

**Cuadro No. 2**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	9	90%
NO	1	10%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 2**



*Nota: elaboración propia*

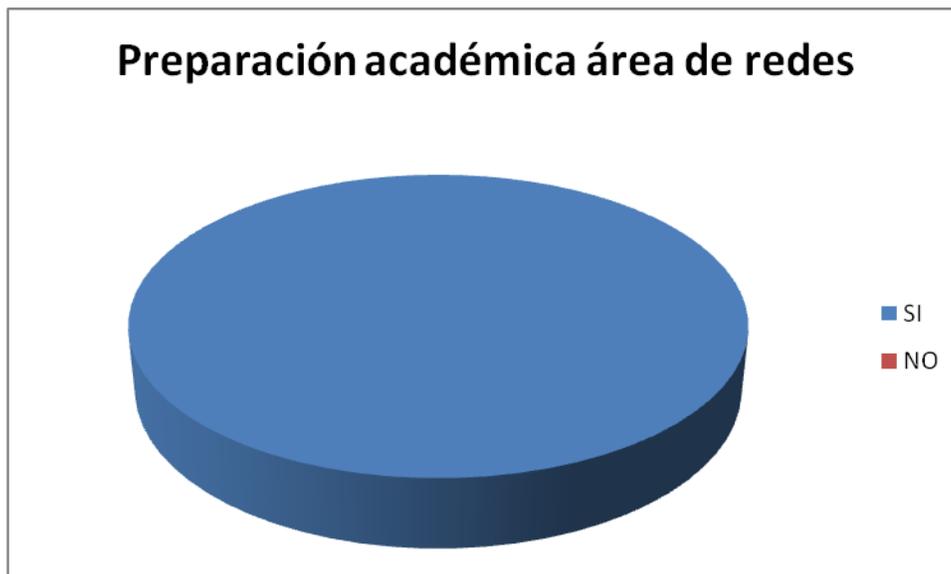
3. ¿Cree usted que tiene importancia la preparación académica en gestión y administración de redes?

**Cuadro No. 3**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	10	100%
NO	0	0%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 3**



*Nota: elaboración propia*

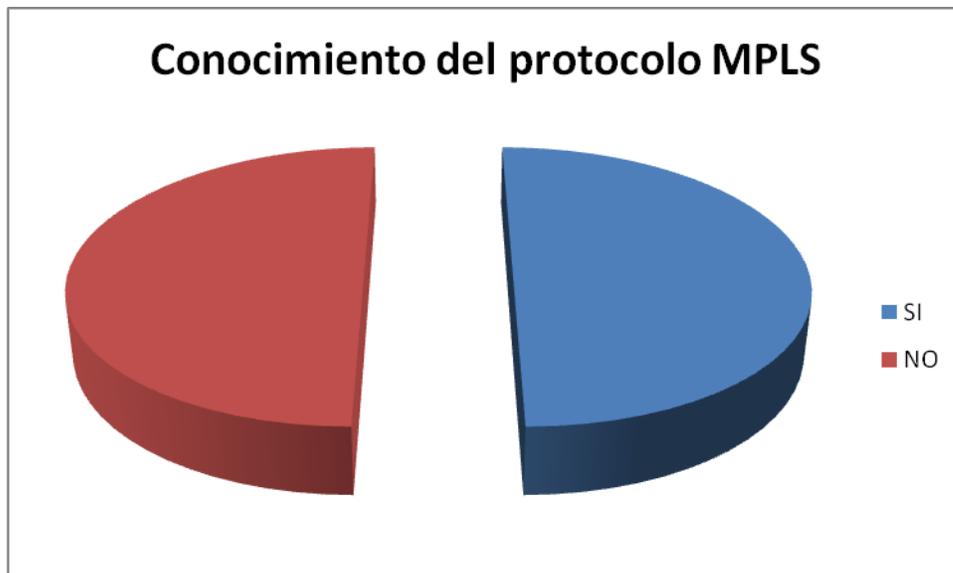
4. ¿Conoce usted el protocolo MPLS?

**Cuadro No. 4**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	5	50%
NO	5	50%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 4**



*Nota: elaboración propia*

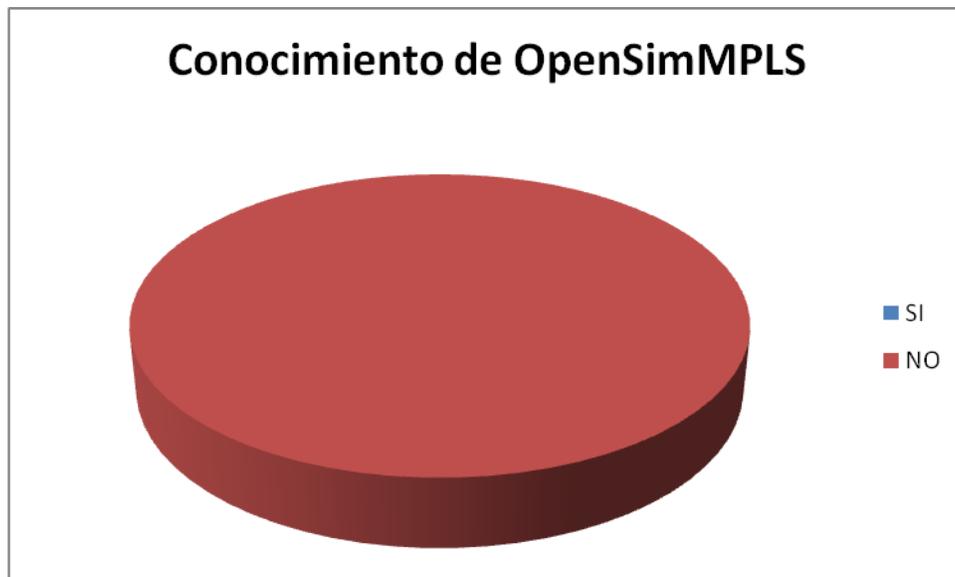
## 5. Conoce Open SimMPLS?

**Cuadro No. 5**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	0	0%
NO	10	100%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 5**



*Nota: elaboración propia*

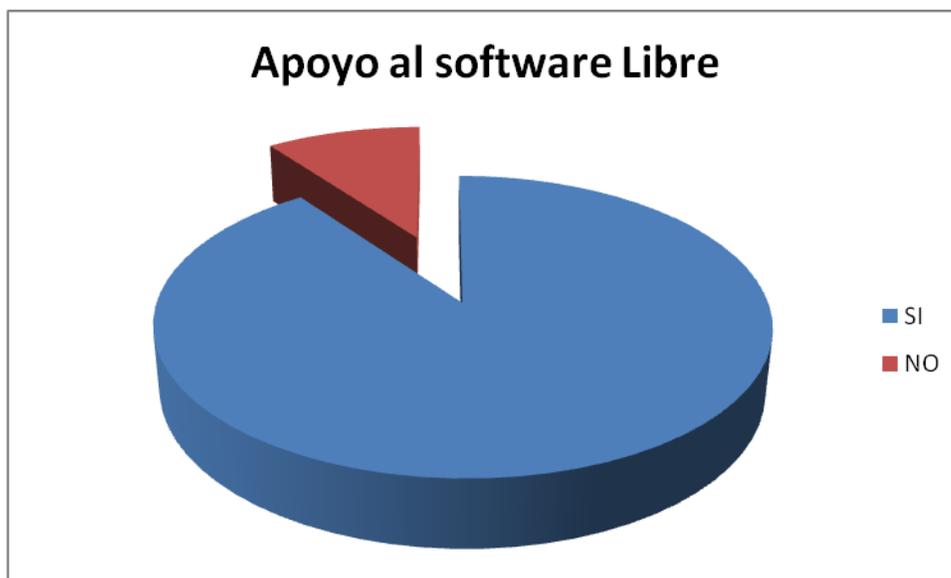
6. ¿Apoya usted el movimiento de software libre para la creación de herramientas para el apoyo educativo?

**Cuadro No. 6**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	9	90%
NO	1	10%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

*Grafico N° 6*



*Nota: elaboración propia*

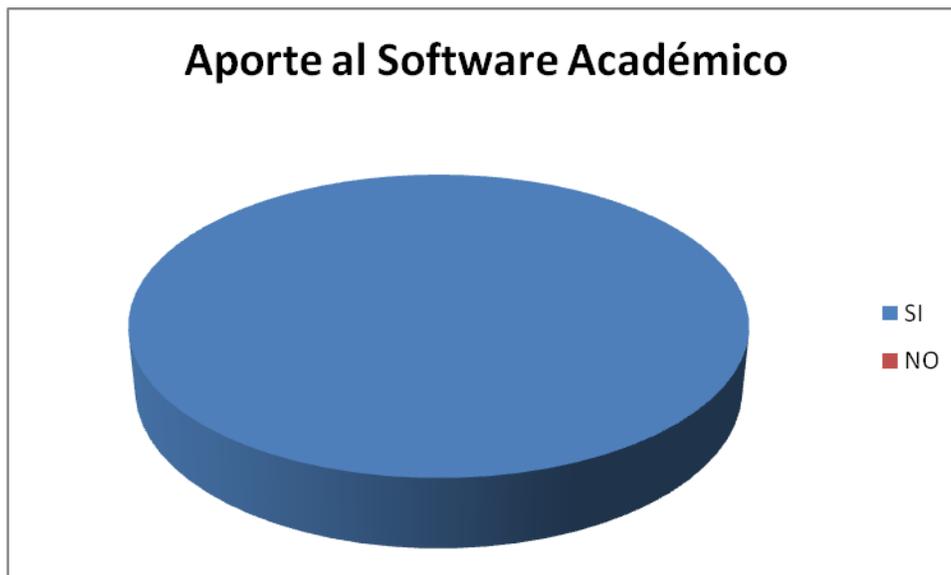
7. Si tuviese la oportunidad de realizar un aporte para la creación o modificación de software de uso académico, ¿estaría dispuesto a colaborar?

**Cuadro No. 7**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
SI	10	100%
NO	0	0%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 7**



*Nota: elaboración propia*

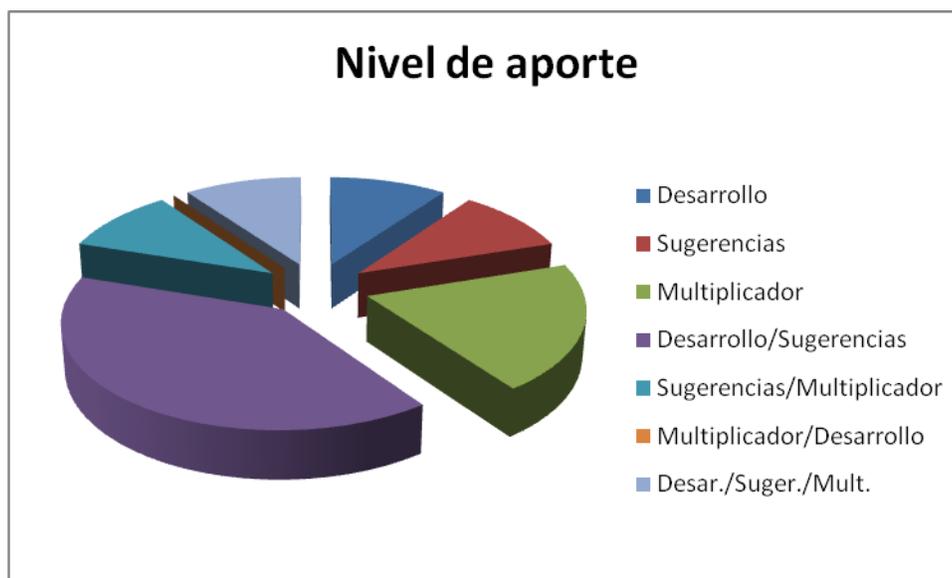
De ser afirmativo lo anterior, indique el nivel de su aporte

**Cuadro No. 8**

Alternativas	Frecuencia	% de Resultados
Desarrollo	1	10%
Sugerencias	1	10%
Multiplicador	2	20%
Desarrollo/Sugerencias	4	40%
Sugerencias/Multiplicador	1	10%
Multiplicador/Desarrollo	0	0%
Desar./Suger./Mult.	1	10%
Total	10	100%

*Nota: Datos Obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos*

**Grafico N° 8**



*Nota: elaboración propia*

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Según los gráficos obtenidos se puede constatar lo siguiente:

- Existe un conocimiento sólido en el área de postgrado de Redes y Telemática en las simulaciones de redes y un reconocimiento de la importancia en el uso de software de simulación como complemento en la formación académica.
- El conocimiento del protocolo MPLS es equitativo en la población.
- No existe conocimiento acerca de la herramienta Open SimMPLS.
- Existe un fuerte apoyo a temas relacionados con el uso de Software Libre así como también una gran disposición a realizar colaboración tanto para su desarrollo, aplicación y multiplicación de conocimiento.

## **CAPITULO V**

### **Configuración de equipos de Comunicaciones con el protocolo MPLS a través de Open SimMPLS**

Las primeras redes de datos tienen con las actuales el mismo objetivo: conectar a diferentes usuarios de diferentes zonas del mundo. No obstante, la tecnología utilizada hoy en día no mantiene grandes similitudes con la de entonces, ya que la evolución de los tipos de redes existentes y los dispositivos utilizados en ellas es notable.

Factores como la topología, necesidades, número de usuarios y la cantidad y diversidad de servicios que solicitan, ha hecho que modelo original de redes que se basaban en grandes servidores en los que se concentraba la mayor parte del tráfico de las redes y ofrecían un único tipo de servicio, cambiaran a un modelo más común como es el de pequeñas computadoras personales que solicitan aplicaciones en tiempo real, correo electrónico, descarga de archivos, y una gran variedad de servicios por todo el mundo.

Lo anteriormente señalado obligan a que protocolos como TCP/IP que ha gobernado durante muchos años Internet no pueda definirse como el protocolo definitivo. En tal sentido las redes troncales emplean protocolos de transporte como ATM, Frame Relay u otros protocolos que se proponen como la antesala hacia las comunicaciones ópticas. Este hecho hace que los NSP (Network Service Provider) deban ofrecer soluciones a las cada vez más complejas y extensas redes, así como a la creciente demanda de ancho de banda y calidad.

El modelo IP/ATM parecía una buena solución a los problemas de crecimiento de los proveedores de servicios, y así lo fue durante mucho tiempo. Este modelo utiliza una topología virtual de routers IP sobre una topología real de conmutadores ATM. Sus ventajas son la aportación de ancho de banda a precio competitivo y la velocidad de conmutación. Sus

inconvenientes son la gestión de dos redes diferentes, una lógica y otra física, una sobrecarga debida al transporte de datagramas IP sobre células ATM, y la consiguiente reducción del ancho de banda disponible.

Estos problemas de rendimiento provocaron el interés de los fabricantes por diseñar otras soluciones, surgiendo como respuesta a estas investigaciones de Tag Switching de Cisco, Aggregate Route-Base IP Switching (ARIS) de IBM, Cell-Switched Router (CSR) de Toshiba, IP Switching de Ipsilon Networks y IP Navigator de Lucent. Todas estas soluciones fueron desarrolladas por entidades privadas y no eran interoperables entre ellas, por lo que no era posible que un estándar surgiera de este modo. A pesar de ser diferentes entre ellas, todas presentaban estas similitudes:

- Separación de las funciones de control (routing) y envío (forwarding).
- Intercambio de etiquetas para el envío de datos.
- Ha de usarse ATM como protocolo de capa 2.

Es en este contexto donde el IETF (Internet Engineering Task Force) decide crear un protocolo que sirva de consenso entre las diferentes soluciones propietarias de los años 90. El objetivo fue el de formar un estándar de un sistema de conmutación basado en etiquetas que aportase las velocidades de conmutación en capa 2 a la capa 3 y funcionara sobre cualquier tecnología de transporte de datos a nivel de enlace, este protocolo fue MPLS.

La lista completa de objetivos que se fijaron para este nuevo protocolo era:

- Funcionar sobre cualquier tecnología de transporte a nivel de enlace, no sólo ATM.
- Soportar el envío de paquetes tanto unicast como multicast.
- Ser compatible con el Modelo de Servicios Integrados del IETF, incluyendo el protocolo RSVP.
- Permitir el crecimiento de Internet.
- Ser compatible con los procedimientos de operación, administración y mantenimiento de las actuales redes IP.

La arquitectura de MPLS facilita el uso de aplicaciones con necesidad de calidad en su red de transporte. Para ello, MPLS permite el uso de servicios diferenciados con garantía y fiabilidad en una única red.

La aparición de MPLS ha supuesto la evolución de las redes basadas en tecnologías de encaminamiento hacia la conmutación virtual de circuitos. Esta habilidad requiere el contacto con la segunda y tercera capa del modelo de referencia OSI. MPLS trabaja a un nivel intermedio entre dichas capas. Gracias a ello puede ser solución a diferentes problemas, como son por ejemplo la aceleración del encaminamiento de paquetes o substituir la arquitectura IP sobre ATM. También puede ser interesante aprovechar la opción de integrar el transporte de diferentes tipos de redes para unificar el plano de control de las redes troncales. Gracias a estas y otras muchas ventajas, MPLS se ha convertido en una buena solución para la gestión de redes troncales.

### **Componentes de MPLS**

Las características de MPLS hacen que se requiera un hardware específico para montar este tipo de redes. De entre los dispositivos que componen este protocolo pueden extraerse dos tipos: Label Edge Router (LER) y Label Switching Router (LSR). El LSR es un router de alta velocidad que se establece como el dispositivo central de una red MPLS. Entre sus tareas destacan la participación en el establecimiento de Label Switched Paths (LSP) con el protocolo de señalización correspondiente, y en el enrutado de los paquetes de datos.

Por otra parte, el LER es un dispositivo fronterizo, por lo que opera entre el límite entre la red MPLS y la red de acceso existente, por lo que soporta múltiples puertos conectados a diferentes tipos de redes, ya sean ATM o Ethernet, por ejemplo. Ya que se sitúan en la frontera de la red MPLS, sus tareas pueden ser dos: dar acceso a los paquetes a la red MPLS, o darles salida.

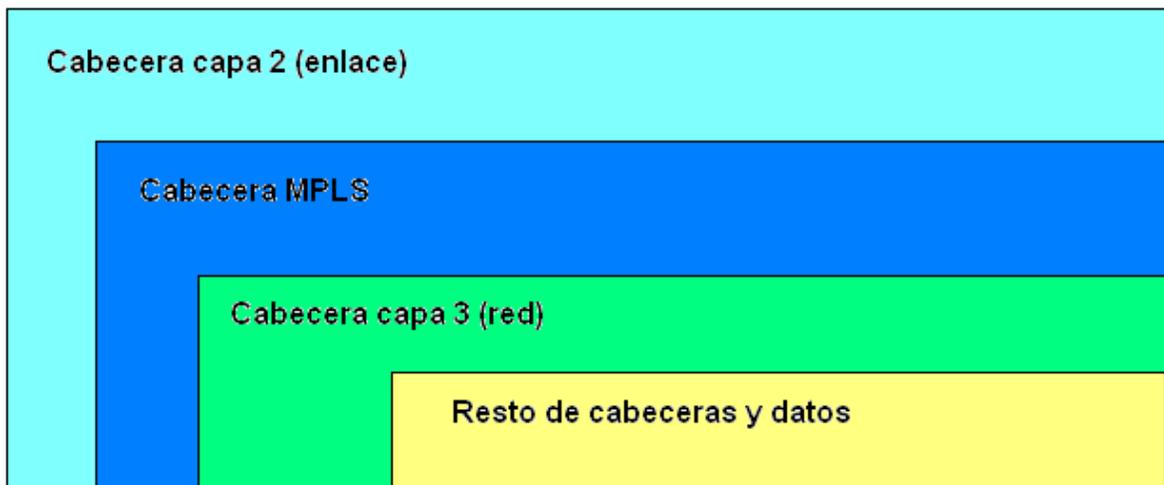
En función de si realiza una tarea u otra, se le conoce como Ingress Node o Egress Node. Las funciones de Ingress Node son iniciar el establecimiento del LSP y reenviar el tráfico a la red MPLS a la vez que añade la cabecera MPLS al paquete para permitir el enrutado por el dominio MPLS.

Las función principal de Egress Node es dar salida del dominio MPLS a los paquetes de datos. Para ello es necesaria la eliminación de la cabecera MPLS antes de devolver al paquete a la siguiente red. Tanto el Ingress Node como el Egress Node no son dispositivos físicos diferentes, sino que hacen referencia distintos roles que puede adoptar el LER en función de la dirección del tráfico. De igual forma, los LSR pueden diferenciarse entre Upstream y Downstream.

### **Cabecera MPLS**

La cabecera correspondiente al protocolo MPLS tiene un tamaño fijo de 4 bytes. Esta se sitúa entre las cabeceras de la segunda y tercera capa (capas de enlace y red).

**Grafico N° 9**



*Posicionamiento de la cabecera MPLS en la torre de protocolos*

Los campos de los que se compone esta cabecera son:

- **Label:** el valor de la etiqueta. Ocupa 20 bits y sirve para identificar el LSP que recorrerá el paquete a lo largo de la red MPLS.
- **Exp:** abreviatura del término inglés “experimental”. Sus 3 bits están reservados para un uso experimental, aunque actualmente todavía no está completamente definido, por lo que se emplea normalmente para poder permitir servicios diferenciados.
- **S:** 1 bit utilizado para indicar el final de la pila de cabeceras. Si su valor es “1” indica que esta cabecera es la última de la pila.
- **TTL:** del inglés Time To Live ocupa 8 bits y sirve, al igual que en otros protocolos, para poner un límite en cuanto al número de saltos que puede realizar un paquete MPLS en su recorrido por la red.

Bits	0-19	20-22	23	24-31
0	Label	Exp	S	TTL

*Estructura de la cabecera MPLS*

## Etiquetas

El uso de las etiquetas es la característica más importante de MPLS. Por ello este apartado se dedica a estudiar las diferentes opciones que ofrece MPLS para su trato.

**Label Stack:** Cuando se establecieron las características que debían formar el protocolo MPLS, se concretó que una de ellas debía ser la escalabilidad en redes de gran tamaño. Para ello, MPLS utiliza una estructura jerárquica que permite aplicar más de una etiqueta a un mismo paquete.

La forma en que se consigue esta funcionalidad es utilizando una pila de etiquetas que se rige con una filosofía LIFO (Last In, First Out). Esta pila es lo que se conoce como Label Stack. Esto no significa que cada vez que un LER procese el paquete tenga que pasar por todas estas etiquetas. Por el

contrario, sólo la etiqueta situada más arriba en la pila es consultada para el enrutamiento del paquete, no teniendo en cuenta el resto de ellas.

Se considera a la etiqueta situada en la parte más baja de la pila como de nivel 1, y la situada más arriba de nivel m. La pila es del mismo nivel que la etiqueta situada más arriba.

### **Ámbito de las etiquetas**

El ámbito de las etiquetas en MPLS hace referencia a los casos de diferenciación que se pueden hacer a la hora de procesar las etiquetas.

Hay únicamente dos ámbitos para las etiquetas en MPLS, por interfaz (per-interface

label space) y por nodo (per-platform label space).

La diferenciación por interfaz especifica que en enrutamiento no depende únicamente

de la etiqueta contenida en el paquete sino también de la interfaz por la que se ha recibido este. De esta forma, dos paquetes que contengan la misma etiqueta pueden ser enrutados de manera distinta si han llegado al LSR por diferentes interfaces. Esta práctica es un método usado muy comúnmente.

El otro tipo de ámbito es de diferenciación por nodo. Este segundo caso dictamina que las etiquetas deben ser diferenciadas por el LER que las ha creado. De esta manera, dos paquetes que contengan la misma etiqueta pueden ser enrutados de manera distinta dependiendo del LER que haya creado sus etiquetas.

Estos son los únicos métodos por los cuales MPLS permite diferenciar paquetes con etiquetas iguales. No es posible, por ejemplo, diferenciar las etiquetas por el nivel que

ocupen dentro de la pila. Esto se debe a que, como ya se ha comentado antes, el procesado de la cabecera MPLS se ha enfocado al a velocidad, y por ello, no se atiende en ningún momento a la pila de etiquetas, encargándose únicamente de la situada al nivel más alto.

## Valores reservados

La etiqueta MPLS tiene un tamaño dedicado de 20 bits. No obstante, no toda esa cantidad está disponible para su uso como etiquetas normales, ya que hay varios valores que están destinados a diversas causas. A continuación se exponen los valores y sus funciones:

- Valor 0. Representa el “IPv4 Explicit NULL Label”, el cual significa que debe retirarse la etiqueta de la pila y reenviar el paquete utilizando la información de su cabecera IPv4. Este valor está únicamente disponible para etiquetas de nivel 1.
- Valor 1. Representa el “Router Alert Label”, cuya disponibilidad está en todas las posiciones de la pila excepto en el fondo. Esta etiqueta indica que el paquete ha de entregarse a un módulo local para su procesamiento. Para determinar el reenvío del paquete se utiliza la etiqueta inmediatamente inferior, teniendo en cuenta que para el reenvío se deberá volver a colocar la etiqueta “Router Alert Label” encima de nuevo.
- Valor 2. Representa el “IPv6 Explicit NULL Label”, y su función es la misma que la etiqueta “IPv4 Explicit NULL Label” con la diferencia que la primera es para el protocolo IPv6. De la misma forma que la de IPv4, su único valor legal es en el fondo de la pila de etiquetas.
- Valor 3. Representa el “Implicit NULL Label”. Esta etiqueta es únicamente asignable por un LSR. A diferencia de otras etiquetas, esta nunca aparecerá en la cabecera de ningún paquete. Cuando se especifica a un LSR que debe reemplazar una etiqueta por esta, lo que hará en realidad será retirar la etiqueta de la parte superior de la pila.
- Valores 4 a 15. Estas etiquetas también están reservadas para un uso especial aunque no se han especificado todavía sus funciones.

## Formas de etiquetado alternativas

La posición más común para situar las etiquetas en un paquete MPLS es, obviamente, el campo dedicado en la cabecera de este protocolo. No obstante, esta opción no es la única. La etiqueta puede añadirse también dentro de la cabecera de los servicios que operan en la capa de enlace, como son por ejemplo ATM o Frame Relay. La opción de situar la etiqueta en este campo depende completamente de si el protocolo de capa de enlace es ATM o Frame Relay. En estos dos se puede situar la etiqueta en su campo de circuito virtual situado en sendas cabeceras. En el caso concreto de ATM se utiliza la interfaz de entrada y los valores VPI/VCI de salida. Si una o más etiquetas pueden representarse en esos campos, accesibles desde los conmutadores ATM, es viable conseguir que se comporten como LSRs mediante software. La siguiente figura sirve de ejemplo de la encapsulación de MPLS en las celdas ATM.

Entre las formas de codificar las etiquetas MPLS dentro de las celdas ATM se encuentran estas tres:

1. **SVC Encoding.** Emplea el campo VPI/VCI para codificar la etiqueta de mayor nivel de la pila. Cada LSP es equivalente a un circuito virtual ATM SVC y el protocolo de distribución de etiquetas se utiliza como protocolo de señalización ATM.
2. **SVP Encoding.** En este caso el VPI codifica la etiqueta superior de la pila mientras que el VCI hace lo propio con la segunda etiqueta, en el caso de que esta exista. Este tipo de codificación no puede emplearse si la red incluye un camino virtual ATM a través de una red que no sea ATM MPLS.
3. **SVP Multi-point Encoding.** También utiliza el VPI para codificar la etiqueta superior de la pila. La diferencia radica en que únicamente se emplea una parte del campo VCI para representar la segunda etiqueta de la pila (si existe). El resto del campo se emplea para identificar el LSP ingress. El uso de esta técnica depende en la capacidad de asignar

valores de 16 bits al campo VCI de cada enrutador ATM sin repetir valores en dos enrutadores diferentes.

## **Open SimMPLS**

### **Software para Simulación de Redes con Protocolo MPLS**

Este software es desarrollado con el lenguaje de programación Java y se distribuye con licencia pública GNU. Es una herramienta de simulación que permite el diseño, la construcción, y la prueba de una red de comunicaciones en un ambiente simulado. El programa hace el análisis de las redes asociando su estructura basada en nodos y enlaces, con bloques simples, por medio de los cuales se puede entender el funcionamiento especialmente de los protocolos de enrutamiento que maneja la capa de red.

Puede considerarse perteneciente al grupo de los simuladores de propósito general, ya que por medio de Java se pueden crear y configurar nuevos dispositivos, aplicaciones o protocolos de red, aun si no están incluidos dentro de las librerías del programa, inclusive se pueden realizar modificaciones al código fuente de Open Open SimMPLS.

### **Requerimientos e instalación de Open SimMPLS:**

- Kit de desarrollo de Java J2SE (Java 2 Platform Standard Edition). Este Kit incluye una JVM (Java Virtual Machine, Máquina Virtual de Java), una API (Application Programming Interfaces, Interface de Programación de Aplicaciones) y un compilador que se necesita para desarrollar y compilar el OPEN SIMMPLS. Java® Runtime Environment 1.5 lo puedes descargar desde:  
<http://www.java.com/en/download/manual.jsp>
- Requerimientos mínimos Plataformas Microsoft Windows 98/2000, Linux, UNIX, Mac OS X
- 20 MB como mínimo de Disco Duro (1 GB. de espacio libre en disco.)

- Procesador a 1,5 GHz.
- 512 MB. de memoria RAM.
- El enlace de descarga del Open SimMPLS es:  
<http://www.manolodominguez.com/>
- Una vez que se tiene el jre de java instalado y se ha descargado el archivo jar, se puede ejecutar jar como si fuera cualquier aplicación.
- Un problema que podría surgir es que no tengas asociados los archivos con extensión jar con java, en tal caso puedes ejecutarlo desde la línea de comandos, parado sobre el directorio en el que se encuentra el jar, con la siguiente instrucción:

**“java -jar openSimMPLS.jar”**

### **Características:**

El área de trabajo de este simulador consta de tres módulos bien identificados:

### **Área de trabajo**

Es el rectángulo mayor de la ventana principal que aparece al arrancar el simulador. En un principio no contiene nada, pero posteriormente aparecerán en ella las ventanas que haya abiertas

### **Menú Principal**

El menú principal está situado en la parte superior de la ventana que se abre nada más iniciar el simulador. En el se encuentran todas las opciones que tienn que ver con el funcionamiento general de la aplicación. Las opciones del menú principal están agrupadas en tres categorías:

- Escenario: que contiene las acciones que tienen que ver con los escenarios, tales como abrir, cerrar, guardar, crear un escenario nuevo, etc.
- Vista: que contiene las acciones que tienen que ver con la forma en que se mostraran los distintos escenarios abiertos en el area de trabajo, como por ejemplo minimizar, cascada, mosaico, etc.
- Ayuda: donde están las acciones que permiten al usuarios obtener información adicional; por ejemplo, contenidos de ayuda, contactar a los autores, etc.

### **Ventana de escenarios**

Las ventanas de escenarios son aquellas que se incrustaran sobre el área de trabajo. Puede haber diversas y cada una de ellas contiene todo lo necesario para realizar la simulación completa de un escenario propuesto.

## **Manejo de Open SimMPLS**

### **Creación de un nuevo escenario**

Cuando queramos crear un nuevo escenario de simulación, debemos acudir al menú principal, concretamente a la opción escenario.

Se puede seleccionar la opción "Nuevo", que nos permitirá crear un nuevo escenario, que es lo que se quiere. Junto a la opción "Nuevo", aparece una combinación de teclas, un atajado de teclado "Ctrl+N". Esto significa que sin necesidad de desplegar nada en el menú principal y desde cualquier lugar de la ventana principal. Podemos crear un escenario pulsando simultáneamente las teclas "Control" y "N" del teclado.

Una vez seleccionada la opción, de cualquiera de los modos comentados, se abrirá una nueva ventana de escenario en el área de trabajo que se añadirá a las que ya pudiesen existir.

## Modo de trabajo de Open SimMPLS

Para simplificar las tareas de simulación y el uso del simulador. Open SimMPLS 1.0 trabaja en tres modos distintos con cada escenario:

**Modo diseño:** donde se podrán hacer todas las labores de diseño de topologías y

Configuración de los elementos de la red que queremos simular.

**Modo simulación:** donde se podrá realizar la simulación en tiempo real del funcionamiento de la red diseñada.

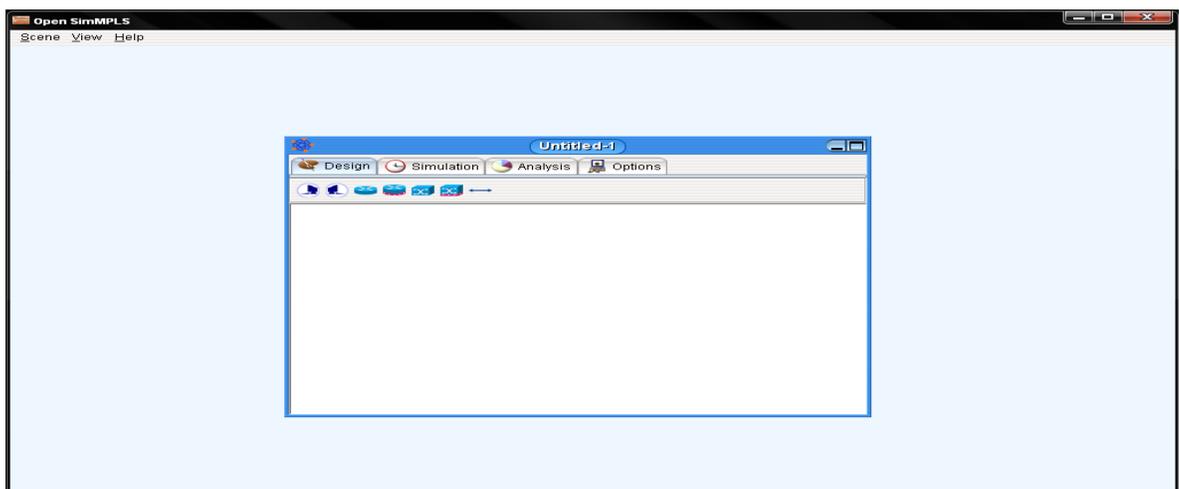
**Modo análisis:** donde se podrán ver gráficas analíticas sobre lo que ocurre en la simulación.

Para que resulte sencillo llevar a cabo las tareas comentadas, las ventanas de escenario se dividen precisamente en estas tres áreas, mediante pestañas de separación.

### Área de diseño

Se selecciona trabajar en el área de diseño cuando queremos modificar el aspecto de la topología de la red, añadir elementos, eliminar elementos y configurar elementos. Para seleccionar este modo de trabajo se debe hacer clic sobre la pestaña "Diseño" de la ventana de escenario. En ese momento la ventana de escenario mostrará el siguiente aspecto:

**Grafico N° 10**



Área de diseño

Desde ese momento, se estará trabajando en modo diseño. A partir de ahora todo lo que se haga mientras que no se cambie de modo de trabajo tendrá que ver con el aspecto y configuración de la red que queremos simular.

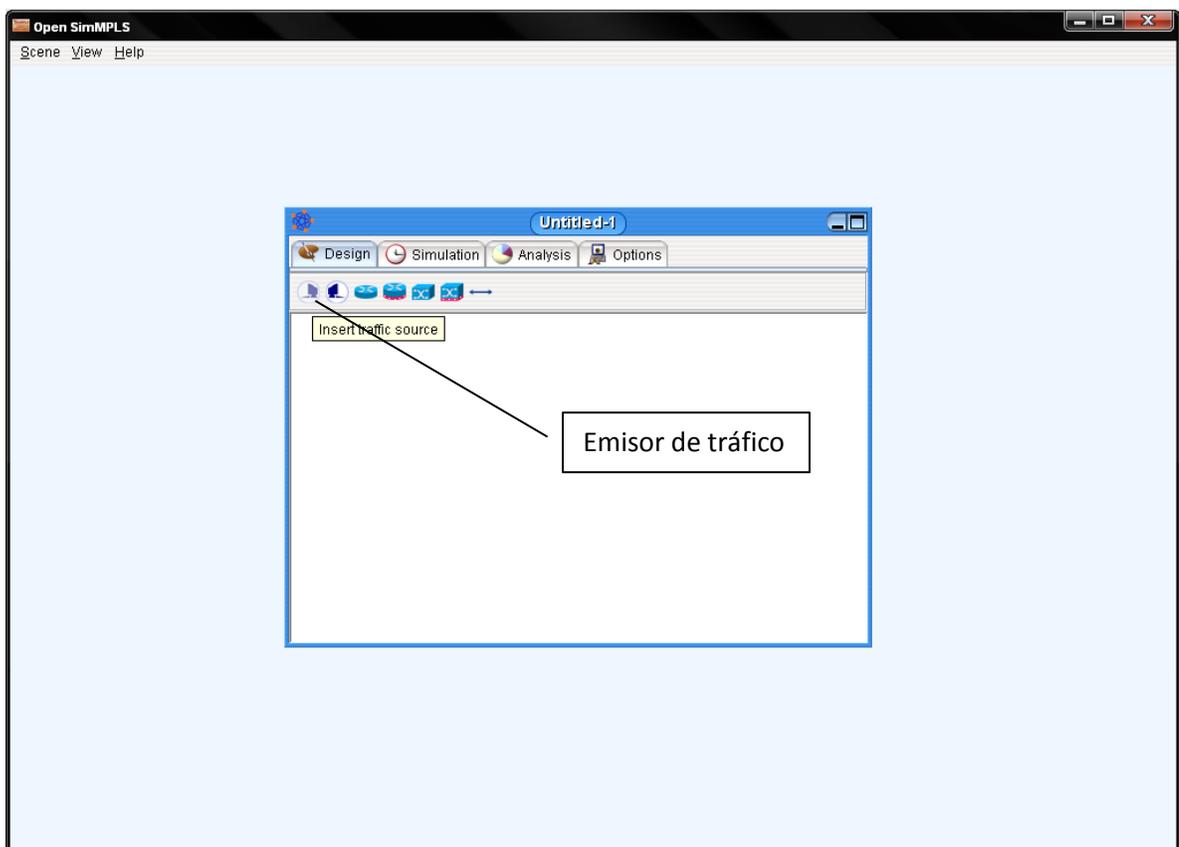
### **Insertar elementos nuevos**

Lo principal a la hora de crear un nuevo escenario es insertar y configurar los elementos de la red que queremos simular. Para ello, la ventana de escenario. en la pestaña de diseño, incorpora un icono para cada uno de los elementos que permite insertar.

### **Emisor de tráfico**

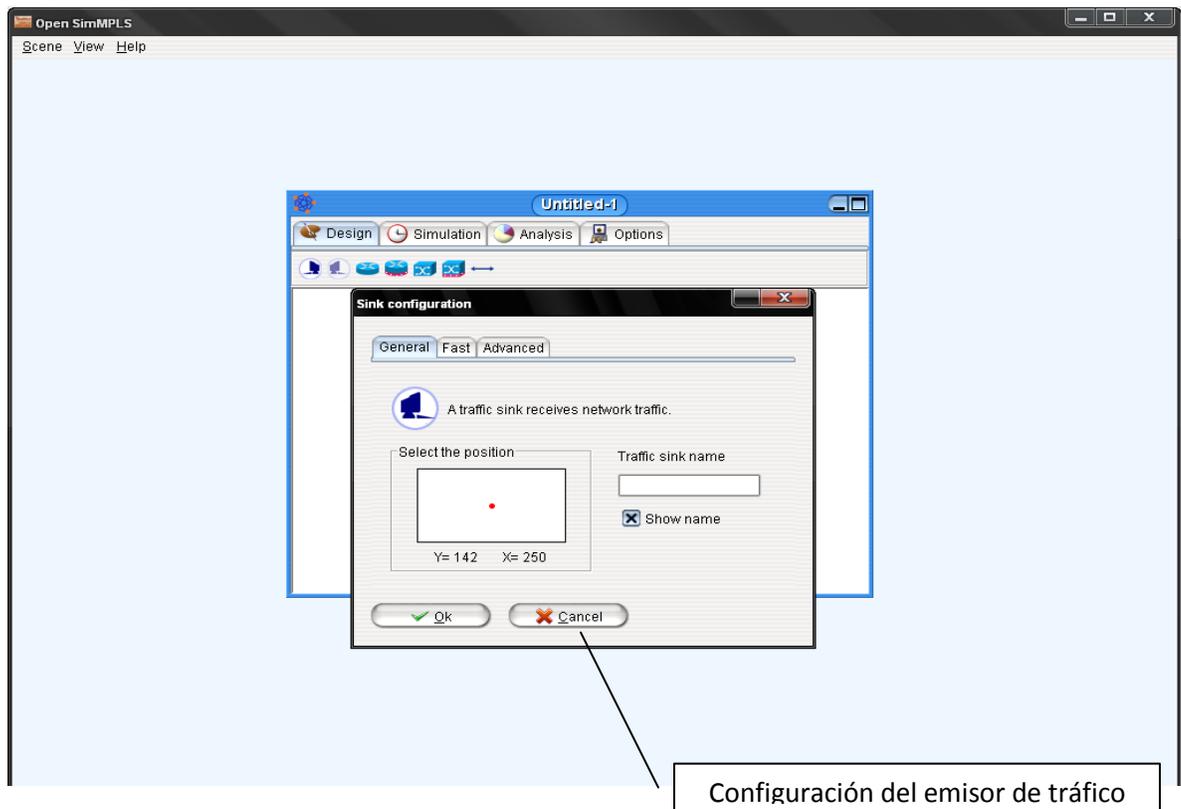
Es el nodo que genera tráfico de red en el simulador. Siempre que se simula una red además de la topología hay que especificar quién genera tráfico y quién lo recibe puesto que si no, la simulación no haría nada.

**Grafico Nº 11**



Al insertar un emisor de tráfico siempre debe indicarse en su ventana de configuración, el nodo receptor que va a ser destino de ese tráfico. Si se intenta insertar un emisor sin haber antes insertado un receptor, este dato no se puede especificar, por lo que Open SimMPLS detecta automáticamente si hay receptores insertados ya en el escenario y si no es así, no permite insertar ningún emisor. Esto evita incoherencias a la hora de formar el escenario de simulación. Simplemente debemos hacer clic en el botón "Aceptar" e insertar un receptor antes de intentar crear un emisor que dirija tráfico a él. Si por el contrario ya hemos insertado algún receptor de tráfico durante el diseño, no habrá problemas a la hora de intentar añadir un emisor y lo que nos aparecerá con la ventana del escenario será la pantalla de configuración del emisor, que se muestra a continuación.

**Grafico N° 12**



La pantalla de configuración del emisor se compone de tres partes, separadas por pestañas: *General*: donde se especifican parámetros generales del nodo. Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS 1.0. *Rápida*: donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del emisor. *Avanzada*: donde podemos refinar mucho más la configuración del emisor a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

### **Receptor de tráfico**

Un receptor de tráfico es el nodo que consume el tráfico generado por un nodo emisor. Siempre que se simula una red, además de la topología hay que especificar quién recibe el tráfico que circulará por la misma puesto que si no, la simulación no haría nada. Para insertar un nodo receptor de tráfico hay que hacer clic sobre el correspondiente icono. Tras de ella aparecerá en la ventana de escenario será la pantalla de configuración del receptor.

La pantalla de configuración del receptor se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General**: donde se especifican parámetros generales del nodo. Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS 1.0

**Rápida**: donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del receptor.

**Avanzada**: donde supuestamente podemos refinar mucho más la configuración del receptor a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

No es necesario utilizar las dos últimas opciones siempre; basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el receptor.

### **Label Edge Router**

Label Edge Router (LER) es el nodo encargado de etiquetar paquetes IPv4 o MPLS, clasificarlo, establecer un camino hacia el destino a través del dominio MPLS.

La pantalla de configuración del LER se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General:** donde se especifican parámetros generales del nodo, Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS 1.0.

**Rápida:** donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del LER.

**Avanzada:** donde podemos refinar mucho más la configuración del LER a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

No es necesario utilizar las dos últimas opciones siempre; basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el LER.

### **Label Edge Router Activo**

Un Label Edge Router Activo (LERA) es el nodo encargado de etiquetar paquetes IPv4 o MPLS, clasificarlo, establecer una ruta hacia el destino a través del dominio MPLS y permitir, al final, la entrada del paquete etiquetado al dominio MPLS. Además es el encargado de analizar la cabecera IPv4 para saber si los paquetes tienen requerimientos de garantía de servicio (GoS) y si es así, codificar esos requisitos en la cabecera MPLS. Un tráfico IPv4 marcado con GoS sólo puede conservar esos atributos de GoS dentro del dominio MPLS si accede a él a través de un nodo LERA.

La pantalla de configuración del LERA se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General:** donde se especifican parámetros generales del nodo. Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS 1.0

**Rápida:** donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del LERA.

**Avanzada:** donde podemos refinar mucho más la configuración del LERA a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

No es necesario utilizar las dos últimas opciones siempre; basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el LERA.

## **Label Switch Router**

Un Label Switch Router (LSR) es el nodo encargado conmutar tráfico MPLS en el interior del dominio. Es rápido pues sólo observa la etiqueta puesta sobre el paquete por el LER/LERA de entrada al dominio MPLS. Un nodo LSR jamás puede hacer de nodo de entrada al dominio MPLS pues no tiene capacidad para ello.

La pantalla de configuración del LSR se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General:** donde se especifican parámetros generales del nodo. Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS I.0.

**Rápida:** donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del LSR.

**Avanzada:** donde podemos refinar mucho más la configuración del LSR a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

No es necesario utilizar las dos últimas opciones siempre; basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el LSR.

## **Label Switch Router Activo**

Un Label Switch Router Activo (LSRA) es el nodo encargado conmutar tráfico MPLS en el interior del dominio. Es rápido pues sólo observa la etiqueta puesta sobre el paquete por el LER/LERA de entrada al dominio MPLS. Un nodo LSRA jamás puede hacer de nodo de entrada al dominio MPLS pues no tiene capacidad para ello. Además, un nodo LSRA tiene capacidad de recuperación de paquetes activos y de reestructuración de caminos en un entorno local y capacidad de almacenar paquetes activos temporalmente para su posible retransmisión.

La pantalla de configuración del LSRA se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General:** donde se especifican parámetros generales del nodo. Casi no varía entre los distintos nodos permitidos por Open SimMPLS 1.0

**Rápida:** donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del LSRA.

**Avanzada:** donde podemos refinar mucho más la configuración del LSRA a costa de dedicar más tiempo y tener más conocimientos.

No es necesario utilizar las dos Últimas opciones siempre: basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el LSRA.

### **Enlace**

Un enlace es el elemento que une dos nodos cualesquiera de la red. Es imposible que una red no tenga enlaces pues es por ellos por los que Huye el tráfico.

La pantalla de configuración del enlace se compone de tres partes, separadas por pestañas:

**General:** donde se especifican parámetros generales del enlace. Casi no varía entre los distintos elementos permitidos por Open SimMPLS 1.0

**Rápida:** donde podemos hacer una configuración básica muy rápida y sencilla del enlace.

**Avanzada:** donde podemos refinar mucho más la configuración.

No es necesario utilizar las dos Últimas opciones siempre; basta con utilizar una de ellas para configurar correctamente el enlace.

### **Modificar elementos insertados**

Una vez insertados todos los elementos que se requieren en la topología, podemos tener la necesidad de modificar algún aspecto de la configuración de algún nodo u otro cambio. Para esto Open SimMPLS ofrece la posibilidad de reeditar las características de los elementos insertados. En esencia consiste en que volverá a aparecer la ventana de configuración del elemento deseado y se puede modificar los parámetros. A continuación el detalle:

## **Enlaces**

Para editar un enlace que ya está insertado, se debe estar en la pantalla de diseño, que es en la única en la que se pueden hacer cambios en la topología.

Una vez allí, ha de situarse el puntero del ratón sobre el enlace hasta que el cursor cambie de una flecha a una mano, indicando que está sobre un elemento de la topología. En ese momento hay que hacer clic con el botón derecho del ratón para obtener un menú contextual y de las opciones que aparecen seleccionamos "Propiedades" lo cual mostrará la pantalla de configuración del enlace, con los datos con los que actualmente está configurado el enlace seleccionado.

## **Nodos**

Para editar un nodo que ya está insertado, se debe estar en la pantalla de diseño, que es en la Única con la que se pueden hacer cambios en la topología. Una vez allí, ha de situarse el puntero del ratón sobre el nodo hasta que el cursor cambie de una flecha a una mano, indicando que está sobre un elemento de la topología. En ese momento hay que hacer clic, con el botón derecho del ratón para obtener un menú contextual. De las opciones que aparecen seleccionamos "Propiedades", lo cual mostrará la pantalla de configuración del nodo, con los datos con los que actualmente está configurado el nodo seleccionado.

## **Rediseñar topología**

Cambiar la distribución de los elementos

Para cambiar la distribución de los elementos, es necesario ir a la pantalla de diseño. Una vez allí, simplemente hay que situarse sobre un nodo cualquiera hasta que el cursor del ratón aparezca con forma de mano, indicando que está sobre un objeto. Luego hay que pulsar el botón izquierdo del ratón y sin soltarlo desplace el ratón. Los enlaces que partan o lleguen de ese nodo, se moverán también con él. Solo los nodos pueden ser movidos.

### **Mostrar el nombre de los elementos**

Si se quiere mostrar u ocultar el nombre de un elemento de la topología, debemos ubicarnos en la pantalla de diseño. Una vez allí, simplemente nos situamos sobre un nodo o enlace cualquiera hasta que el cursor del ratón aparezca con forma de mano. Al hacer clic en este punto aparecerá el menú emergente donde podremos encontrar la opción de ver nombre.

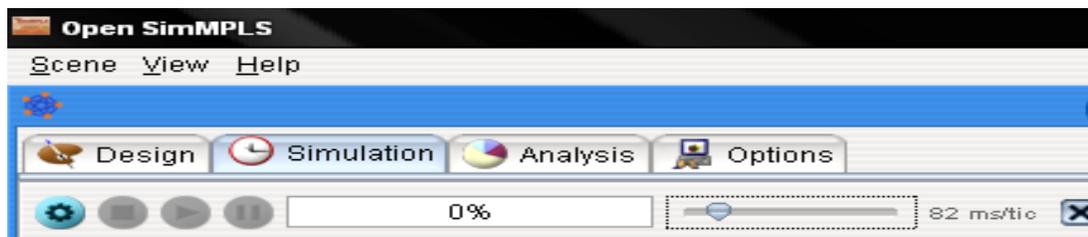
### **Eliminar elementos**

Situándonos en la pantalla de diseño. Ubicamos el elemento a eliminar y con el botón derecho del ratón aparecerá el menú emergente con las opciones sobre este objeto. Al escoger “Eliminar” aparecerá un mensaje de advertencia.

### **Área de simulación**

Como en este momento la topología debe estar finalizada (se finalizó en el área de diseño), simplemente hay que poner en funcionamiento la simulación. Esto se hace mediante un clic en el icono que simula un engranaje, que se muestra señalado con un círculo rojo en la siguiente grafico.

*Grafico Nº 13*



Inicio de simulación

Además es el único de los cuatro iconos que se puede activar ya que en principio los otros aparecen deshabilitados.

En el momento de realizar esta acción, los nodos emisores comenzarán a generar tráfico y éste se podrá ver fluyendo en el área de simulación desde

los emisores a sus respectivos nodos receptores, según estén configurados. Además de comenzar la simulación, diversas opciones se activan y desactivan para permitir nuevas acciones en la simulación.

## Detener la simulación

Para detener la simulación, es necesario que la simulación esté en funcionamiento, pues es sólo en ese momento cuando tiene sentido poder pararla. Además es necesario que esté en funcionamiento porque sólo en ese momento estará activo el icono que hay que pulsar, que se muestra en la siguiente figura, resaltado en rojo (el icono estándar de la pausa en vídeos, equipos de música, etcétera).

**Grafico Nº 14**



Detener simulación

## Interpretación de la simulación visual

Nos ubicaremos ahora en la parte central del área de simulación, donde está el escenario que hemos diseñado y donde una vez que se pone en funcionamiento la simulación, aparecerán todo un conjunto de símbolos que hay que interpretar.

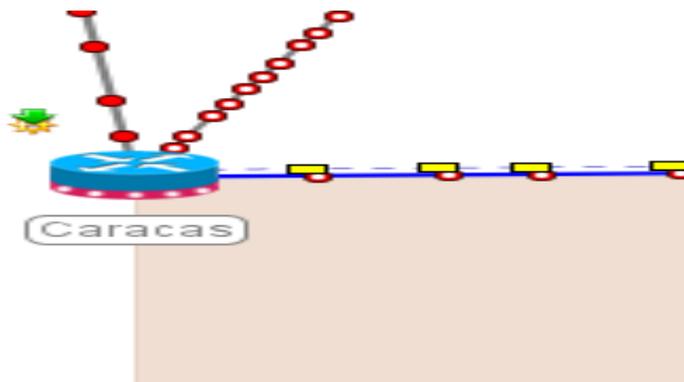
### Elementos

Los elementos del escenario son, como vimos páginas atrás, nodos y enlaces. Cada uno de ellos puede cambiar de forma, color, etcétera en el transcurso de la simulación.

## General

Todos los nodos pueden realizar diversas acciones durante la simulación. Los nodos emisores, crean paquetes y los envían. Los receptores los reciben y en el camino los LER y LSR, activos o no, los reciben, y los conmutan/encaminan; adicionalmente también crean paquetes propios que envían. Para denotar todo esto visualmente, sobre cada nodo aparece en cada momento una imagen que indica qué operación está realizando.

*Grafico N° 15*



Envío y recepción de paquetes

## Descripción de símbolos

-  Si un nodo muestra sobre él esta imagen, significa que ha recibido un paquete. De cualquier tipo de tráfico.
-  Si un nodo muestra sobre él esta imagen, significa que dentro del nodo se ha creado un paquete.
-  Si un nodo muestra esta imagen sobre él, significa que el nodo ha enviado un paquete que él mismo ha generado, hacia otro nodo.
-  Si un nodo muestra esta imagen sobre él, significa que ha conmutado o encaminado un paquete que le había llegado por un puerto de entrada.

## Nodos LER

-  Si un LER muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre 0% y 50%.
-  Si un LER muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 51% y el 75%.
-  Si un LER muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 76% y el 95%.
-  Si un LER muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 96% y el 100%. En este momento es más que probable que inminentemente el nodo comience a descartar paquetes por saturación de su búfer.

El cambio de un aspecto a otro se realiza de forma automática a medida que los paquetes se van acumulando en búfer el nodo.

## Nodos LERA



Si un LERA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre 0% y 50%.



Si un LERA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 51% y el 75%.



Si un LERA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 76% y el 95%.



Si un LERA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 96% y el 100%. En este momento es más que probable que inminentemente el nodo comience a descartar paquetes por saturación de su búfer.

El cambio de un aspecto a otro se realiza de forma automática a medida que los paquetes se van acumulando en búfer el nodo.

## Nodos LSR



Si un LSR muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre 0% y 50%.



Si un LSR muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 51% y el 75%.



Si un LSR muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 76% y el 95%.



Si un LSR muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 96% y el 100%. En este momento es más que probable que inminentemente el nodo comience a descartar paquetes por saturación de su búfer.

El cambio de un aspecto a otro se realiza de forma automática a medida que los paquetes se van acumulando en búfer el nodo.

## Nodos LSRA



Si un LSRA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre 0% y 50%.



Si un LSRA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 51% y el 75%.



Si un LSRA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 76% y el 95%.



Si un LSRA muestra este aspecto durante la simulación significa que ha su nivel de congestión está entre el 96% y el 100%. En este momento es más que probable que inminentemente el nodo comience a descartar paquetes por saturación de su búfer.

El cambio de un aspecto a otro se realiza de forma automática a medida que los paquetes se van acumulando en búfer el nodo.

## Paquetes



Paquete IP, sin ninguna marca de Garantía de Servicio ni requerimientos de LSP de respaldo.



Paquete IP, con alguna marca de Garantía de Servicio o requerimientos de LSP de respaldo (o ambas cosas).



Paquete MPLS, sin ninguna marca de Garantía de Servicio ni requerimientos de LSP de respaldo.



Paquete MPLS, con alguna marca de Garantía de Servicio o requerimientos de LSP de respaldo (o ambas cosas).



Paquete TLDP, usado para la señalización de los LSP por los que debe circular el tráfico MPLS.



Paquete GPSRP, utilizado para la solicitud de retransmisión de paquetes GoS descartados. Sus posibles respuestas se representan también así.

Los paquetes además de circular por la red que se esté simulando, pueden ser descartados en los nodos. En ese caso los paquetes aparecerán, literalmente, como cayendo de dicho nodo. En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de ello:

**Grafico N° 16**

Simbología utilizada dentro de Open SimMPLS

● IP packet	⬇️ Packet received
○ IP (GoS) packet	☀️ Packet generated
▣ MPLS packet	⬆️ Packet sent
▣ MPLS (GoS) packet	⚙️ Packet switched
▣ TLDP packet	--- LSP
⊙ GPSRP packet	- · - Backup LSP

### Elementos gráficos

Son la interpretación estadística del tráfico de paquetes en la red

**Grafico N° 17**



## **Practicas**

En el presente trabajo de investigación pueden destacarse un compendio de 03 (tres) practicas en las que las características a resaltar la exposición de casos tomados de la realidad en donde se muestra de manera sencilla y puntual el funcionamiento, la configuración y análisis respectivo de cada instrucción generada.

### **Practica Nº 1**

#### **Garantía de Servicio (G o S)**

##### **Objetivos generales**

Conocer los elementos básicos y sus posibles variables para realizar entrega de servicio garantizada utilizando etiquetado con el protocolo MPLS en un ambiente simulado en la herramienta Open SimMPLS.

##### **Objetivos específicos**

- Identificar los elementos importantes en una red como equipos de comunicación
- Conocer la propiedades y características que poseen los equipos de comunicación en una red
- Conocer la importancia de manejar las diferentes variables que se pueden modificar para mejorar la comunicación
- Realizar análisis del trafico cursado por la red a diferentes valores

##### **Tiempo aproximado**

30 minutos

##### **Requerimientos**

- Equipo con sistema operativo Windows o Linux
- Software de simulación Open SimMPLS
- Parámetros a configurar

## **Introducción**

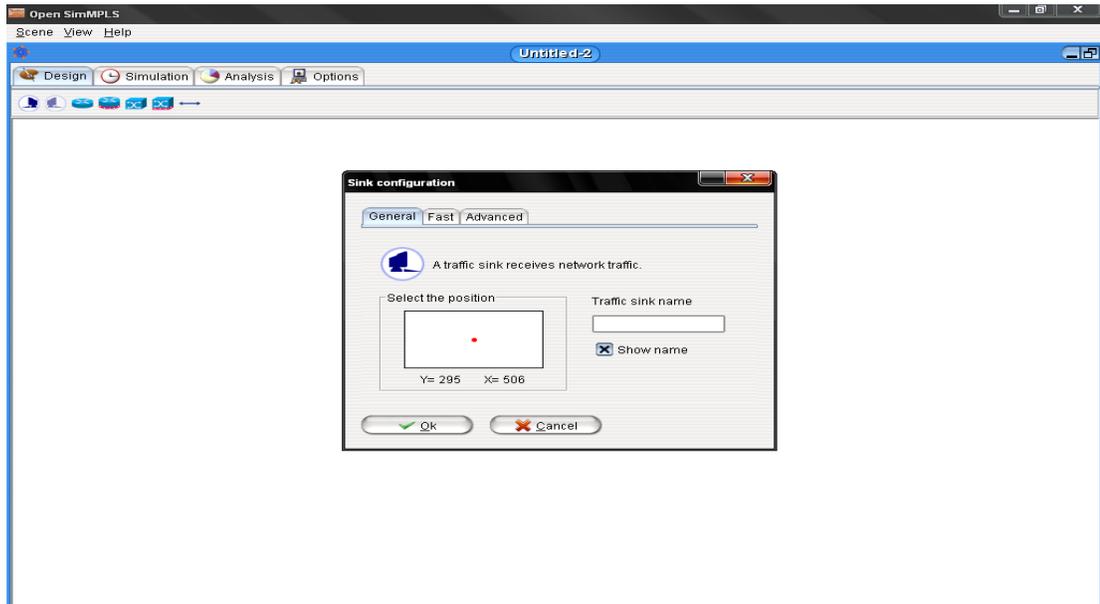
Al iniciar un proyecto en Open SimMPLS es importante conocer al menos de forma básica el origen y destino que tendrán nuestro tráfico de paquetes. De esta forma determinaremos la cantidad de equipos de comunicaciones a utilizar como los Swiches inteligentes en los que se anexan las etiquetas. En la práctica siguiente, simularemos un envío de paquetes desde Chacao y Los Cortijos respectivamente, los cuales serán etiquetados en un switch ubicado en las afueras de Caracas. Estos deberán ser enviados vía fibra óptica a través de la red Metro Ethernet hacia San Juan de los Morros, pudiendo ser conmutados en Maracay y La Victoria respectivamente para que de esta forma el nodo de Valencia se encargue de interpretar el etiquetado y realizar la respectiva entrega a San Juan de los Morros. La idea es lograr la mejor garantía de servicio y la menor pérdida de paquetes.

### **Pasos**

**Paso 1:** Configuración del origen y destino del tráfico (traffic source – traffic sink)

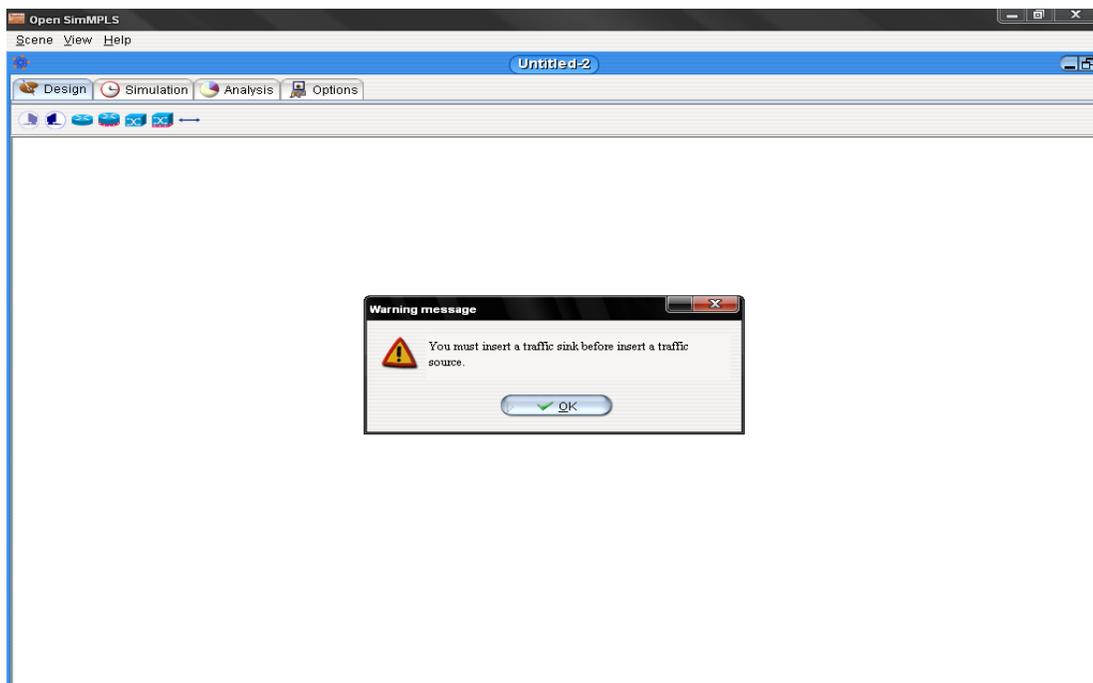
Es prudente señalar que se debe colocar primero el destino del tráfico primero en el área de diseño. De lo contrario el sistema emitirá un error. Ver grafico N° 19.

**Grafico N° 18**



Configuración del destino del tráfico

**Gráfico N° 19**

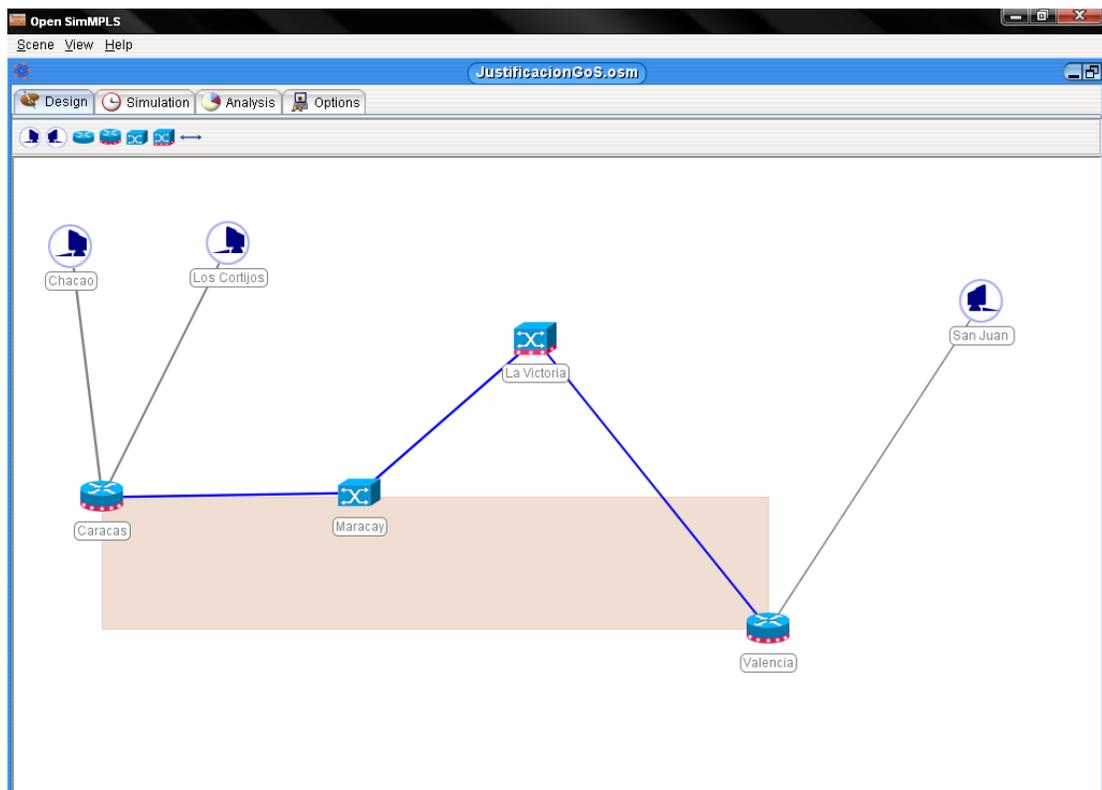


Error al colocar primero el origen de tráfico

**Paso 2:** Configuración de topología de la red

Este paso va sujeto a la configuración a realizar en cada equipo a utilizar, la cual se detallara en el paso siguiente.

**Grafico N° 20**



Topología de red creada en el área de diseño de Open SimMPLS

### **Paso 3:** Configuración de los equipos de comunicación

En el área de diseño y luego de haber procedido a colocar los equipos y la topología a utilizar, se procede a configurar cada uno de ellos. Para esta práctica utilizaremos los nombres de sus ubicaciones respectivas.

#### **Chacao:**

Nombre de la fuente del tráfico: CHACAO

Destino del tráfico: SAN JUAN

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: CONSTANTE

Tamaño del tráfico: 100 OCTETOS

#### **Los Cortijos:**

Nombre de la fuente del tráfico: CHACAO

Destino del tráfico: SAN JUAN

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: CONSTANTE

Tamaño del tráfico: 100 OCTETOS

Nivel GoS: Nivel 3

#### **Caracas**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 100 MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 10240

#### **Maracay**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 5 MB

#### **La Victoria**

Unidad de potencia: 10240

Tamaño del buffer de entrada: 6 MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 128 K

## **Valencia**

Unidad de potencia: 10240

Tamaño del buffer de entrada: 6 MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 128 K

Nota: Generar estadística

En la sección de opciones es conveniente señalar el título, la descripción y el nombre del autor.

### **Paso 4: Configuración de enlaces**

#### **Chacao – Caracas**

Conector izquierdo: Chacao: 0 – Conector derecho: Caracas: 3

Retardo de enlace: 1000 ns

#### **Los Cortijos – Caracas**

Conector izquierdo: Los Cortijos: 0 – Conector derecho: Caracas: 0

Retardo de enlace: 3000 ns

#### **Caracas – Maracay**

Conector izquierdo: Caracas: 1 – Conector Maracay: 1

Retardo de enlace: 1000 ns

#### **Maracay – La Victoria**

Conector izquierdo: Maracay: 0 – Conector derecho: La Victoria: 1

Retardo de enlace: 1000 ns

#### **La Victoria – Valencia**

Conector izquierdo: La Victoria: 2 – Conector derecho: Valencia: 0

Retardo de enlace: 3000 ns

#### **Valencia – San Juan**

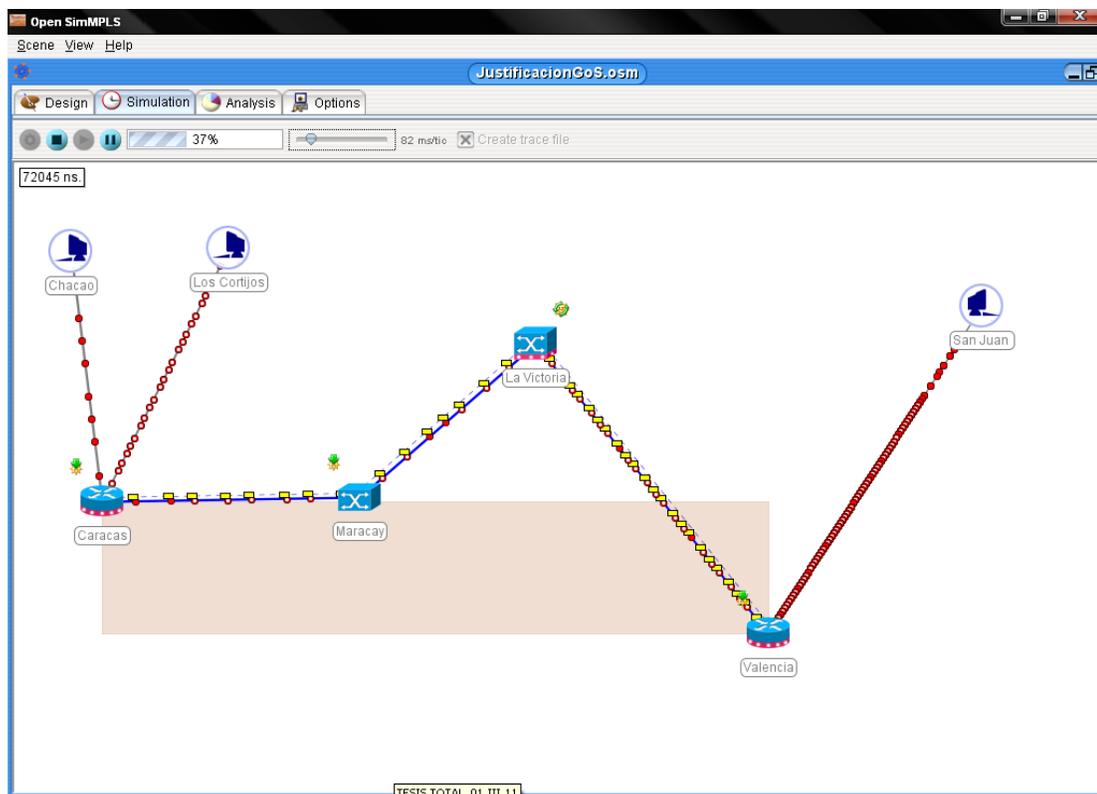
Salida izquierda: Valencia: 2 – Salida derecha: San Juan: 0

Retardo de enlace: 60.000 ns

### Paso 5: Simulación y pruebas

Luego de haber realizado las respectivas configuraciones de equipos y enlaces, se procede a realizar la simulación y observar el comportamiento de los paquetes enviados y recibidos. Open SimMPLS posee una simbología para definir en plena simulación y de manera muy grafica, dichos paquetes. Ver gráfico N° 16

Grafico N° 21



Envío y recepción de paquetes en plena simulación

## Paso 6: Estadística y gráfico

En esta área se puede observar el comportamiento de los paquetes enviados (Incoming) y los paquetes recibidos (Outgoing).

Grafica N° 22



Numero de paquetes vs tiempo de envío

## Paso 7: interpretación y discusión de los resultados

En esta parte podemos realizar nuestras propias conclusiones luego de haber finalizado la simulación. Es recomendable modificar de manera consciente los valores asignados a los elementos en nuestra simulación a fin de determinar diferencias en cuanto a velocidad, memoria y cantidad de paquetes transmitidos.

## Practica N° 2

### Priorización del tráfico en una red

#### Objetivos generales

Conocer la manera en que se le puede dar prioridad en un momento determinado al tráfico de paquetes en una red utilizando el protocolo MPLS en un ambiente simulado en la herramienta Open SimMPLS.

#### Objetivos específicos

- Identificar los elementos importantes en una red como equipos de comunicación
- Conocer la diferencia que existe entre utilizar o no G o S
- Realizar análisis del tráfico cursado por la red a diferentes valores

#### Tiempo aproximado

30 minutos

#### Requerimientos

- Equipo con sistema operativo Windows o Linux
- Software de simulación Open SimMPLS
- Parámetros a configurar

#### Introducción

En la siguiente práctica se establece el envío de paquetes de dos maneras: una con garantía de servicio a través del uso de etiquetado en MPLS y la otra como un flujo normal. La idea básica es entender la manera en que se puede dar prioridad a los paquetes que entran desde dos orígenes diferentes y la versatilidad con que estos son entregados a su destino.

#### Pasos

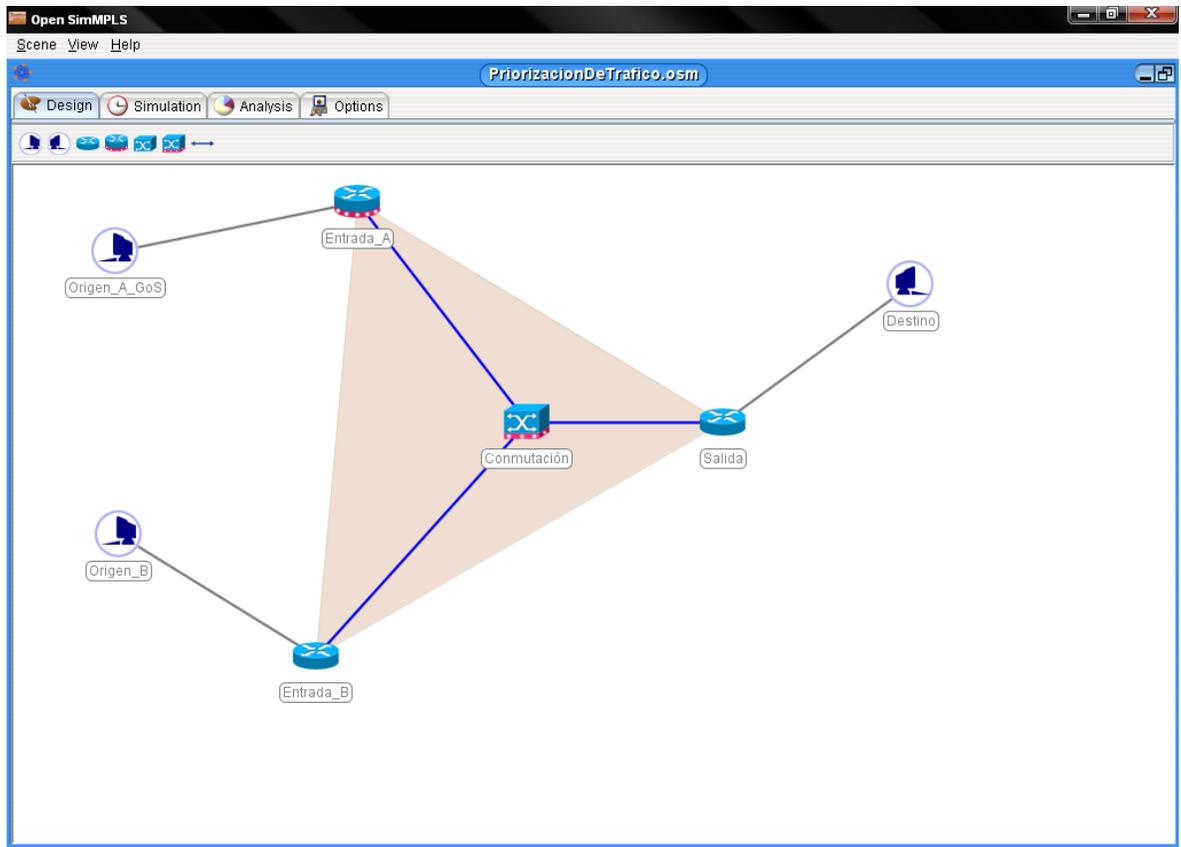
**Paso 1:** Configuración del origen y destino del tráfico (traffic source – traffic sink)

Es prudente señalar que se debe colocar primero el destino del tráfico primero en el área de diseño. De lo contrario el sistema emitirá un error. Ver grafico N° 10.

## Paso 2: Configuración de topología de la red

Este paso va sujeto a la configuración a realizar en cada equipo a utilizar, la cual se detallara en el paso siguiente.

**Grafico N° 23**



Topología de la red a simular

## Paso 3: Configuración de los equipos de comunicación

En el área de diseño y luego de haber procedido a colocar los equipos y la topología a utilizar, se procede a configurar cada uno de ellos. Para esta práctica utilizaremos los nombres genéricos y según las diferencias en cuanto la generación de tráfico desde el origen.

**Origen\_A\_GoS:**

Nombre de la fuente del tráfico: Origen\_A\_GoS

Destino del tráfico: Destino

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño de tráfico: 618 octetos

Nivel de GoS: 1

**Origen\_B:**

Nombre de la fuente del tráfico: Origen\_B

Destino del tráfico: Destino

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño de tráfico: 618 octetos

Nivel de GoS: 0

**Entrada\_A:**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 100 MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1KB

**Entrada\_B:**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 10240 MB

**Conmutación:**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 10240 MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1KB

**Salida:**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 10240 MB

Destino: destino

Opción de generar estadística

#### **Paso 4:** Configuración de enlaces

##### **Origen\_A\_GoS – Entrada a**

Conector izquierdo: origen: 0 – Conector derecho: entrada a: 0

Retardo de enlace: 1000 ns

##### **Origen\_B – Entrada b**

Conector izquierdo: origen: 0 – Conector derecho: entrada b: 1

Retardo de enlace: 1000 ns

##### **Entrada a – conmutación**

Conector izquierdo: entrada a: 2 – Conector derecho: conmutación: 1

Retardo de enlace: 1000 ns

##### **Entrada b – conmutación**

Conector izquierdo: entrada b: 2 – Conector conmutación: entrada a: 3

Retardo de enlace: 1000 ns

##### **Conmutación – salida**

Conector izquierdo: conmutación: 2 – Conector salida: entrada a: 3

Retardo de enlace: 1000 ns

##### **Salida – destino**

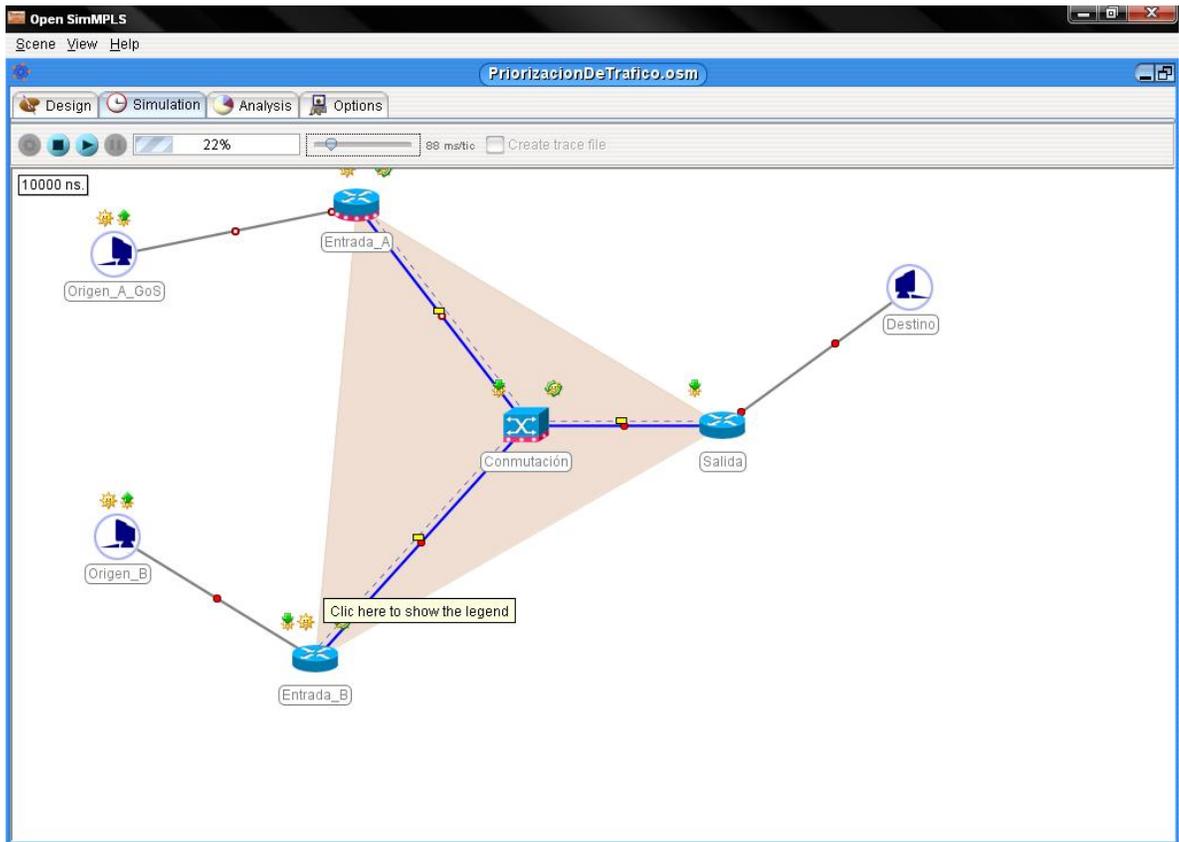
Conector izquierdo: salida: 4 – Conector conmutación: destino: 0

Retardo de enlace: 1000 ns

#### **Paso 5:** Simulación y pruebas

Luego de haber realizado las respectivas configuraciones se procede a realizar la simulación y observar el comportamiento de los paquetes enviados y recibidos. En este punto se detalla la forma en que los paquetes son distribuidos de tal forma que evitan colisionar entre sí.

**Grafico N° 24**

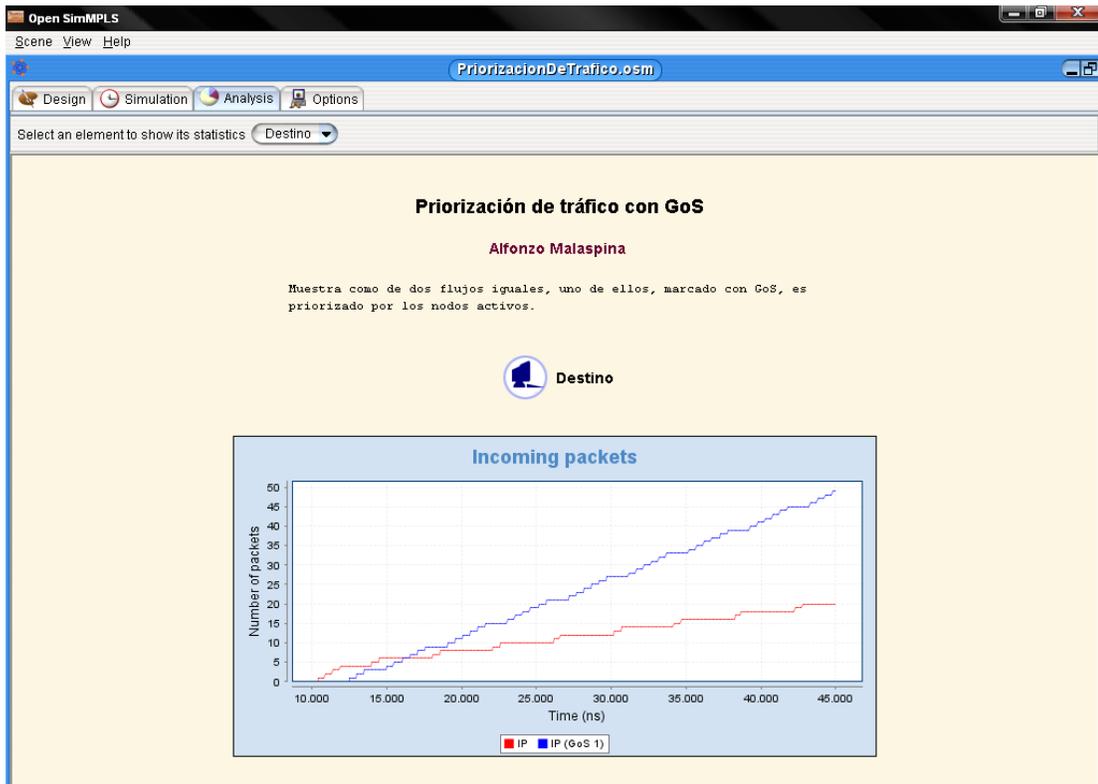


Envío y recepción de paquetes en plena simulación

**Paso 6:** Estadísticas y gráfico

En esta área se puede observar el comportamiento de los paquetes enviados (Incoming) y los paquetes recibidos (Outgoing).

## Grafico N° 25



Envío vs recepción de paquetes

### **Paso 7:** interpretación y discusión de los resultados

En esta parte podemos realizar nuestras propias conclusiones luego de haber finalizado la simulación. Es recomendable modificar de manera consciente los valores asignados a los elementos en nuestra simulación a fin de determinar diferencias en cuanto a velocidad, memoria y cantidad de paquetes transmitidos.

## **Practica N° 3**

### **Recuperación de paquetes en un nodo saturado**

#### **Objetivos generales**

Conocer la manera en que se puede saturar un nodo y entender cómo puede recuperar los paquetes perdidos con la intención de hacer llegar el tráfico en la proporción adecuada y según el nivel de GoS la red, utilizando el protocolo MPLS en un ambiente simulado en la herramienta Open SimMPLS.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar los elementos importantes en una red como equipos de comunicación
- Conocer la manera en que el tráfico de una red puede llegar a colapsar un nodo
- Establecer parámetros de garantía en el servicio GoS con los cuales se pueda recuperar paquetes
- Realizar análisis del tráfico cursado por la red a diferentes valores

#### **Tiempo aproximado**

30 minutos

#### **Requerimientos**

- Equipo con sistema operativo Windows o Linux
- Software de simulación Open SimMPLS
- Parámetros a configurar

#### **Introducción**

En la siguiente práctica se establece el envío de paquetes desde 4 (cuatro) orígenes diferentes con la intención de saturar un nodo que deberá recuperar paquetes y garantizar su respectiva entrega. Este tipo de escenario es el que comúnmente se observa en la red Metro Ethernet cuando se pretende desviar tráfico por algún tipo de incidencia como lo son los cortes de fibra óptica.

## Pasos

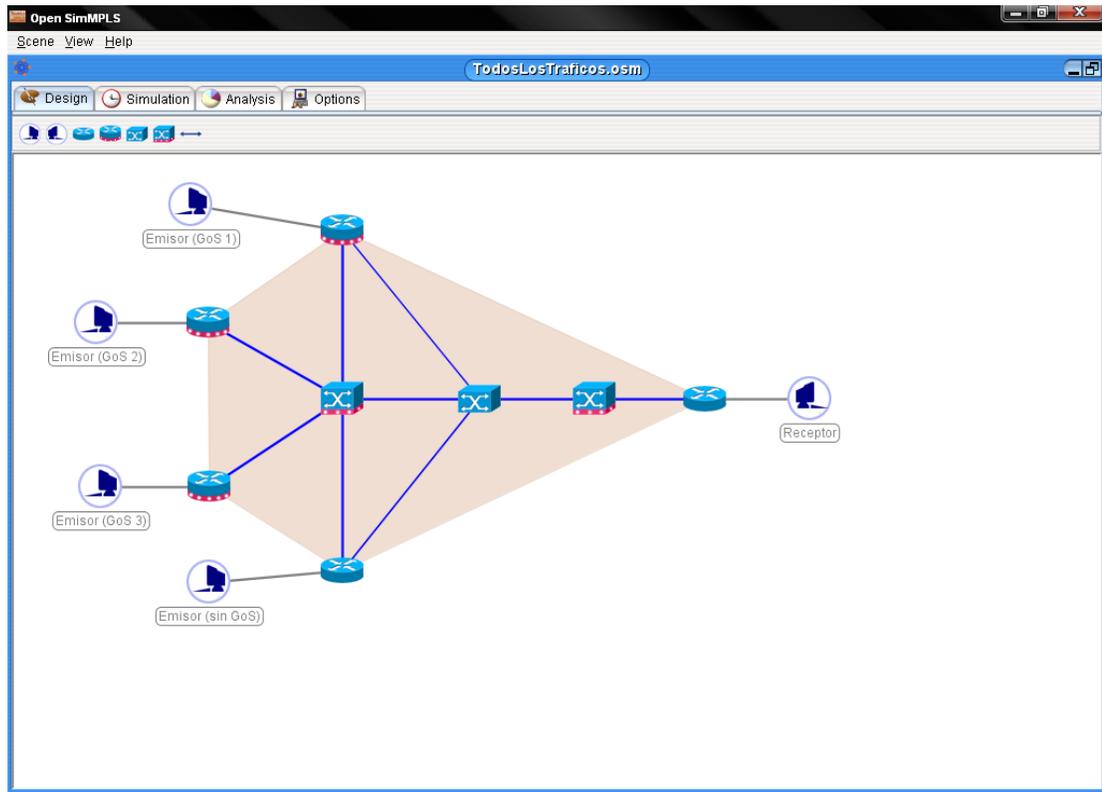
**Paso 1:** Configuración del origen y destino del tráfico (traffic source – traffic sink)

Es prudente señalar que se debe colocar primero el destino del tráfico primero en el área de diseño. De lo contrario el sistema emitirá un error. Ver grafico N° 10.

**Paso 2:** Configuración de topología de la red

Este paso va sujeto a la configuración a realizar en cada equipo a utilizar, la cual se detallara en el paso siguiente.

**Grafico N° 26**



Topología de la red a simular en Open SimMPLS

**Paso 3:** Configuración de los equipos de comunicaciones

Se procede a realizar configuración de los equipos y la topología a utilizar en la red. Se utilizaran nombres genéricos

**Emisor 1**

Nombre de la fuente del tráfico: Emisor 1

Destino del tráfico: receptor

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño del tráfico: 100 octetos

Nivel de GoS: 1

**Emisor 2**

Nombre de la fuente del tráfico: Emisor 2

Destino del tráfico: receptor

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño del tráfico: 100 octetos

Nivel de GoS: 2

**Emisor 3**

Nombre de la fuente del tráfico: Emisor 3

Destino del tráfico: receptor

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño del tráfico: 100 octetos

Nivel de GoS: 3

**Emisor 4**

Nombre de la fuente del tráfico: Emisor 2

Destino del tráfico: receptor

Tasa de tráfico: 10240 Mbps

Tipo de tráfico: constante

Tamaño del tráfico: 100 octetos

Nivel de GoS: 0

**Swich 1**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1 KB

**Swich 2**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1 KB

**Swich 3**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1 KB

**Swich 4**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1 KB

**Swich 5**

Unidad de potencia: 2060 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

**Con 1**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 66000 KB

**Con 2**

Unidad de potencia: 10240 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

**Con 3**

Unidad de potencia: 5200 Mbps

Tamaño del buffer de entrada: 1MB

Tamaño de memoria dinámica (dmgp): 1 KB

#### Paso 4: configuración de enlaces

Los enlaces identificados con los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9 están configurados con 1000 ns.

El enlace identificados con el numero 10 posee 125000 ns

El enlace identificado con el numero 11 posee 22060 ns

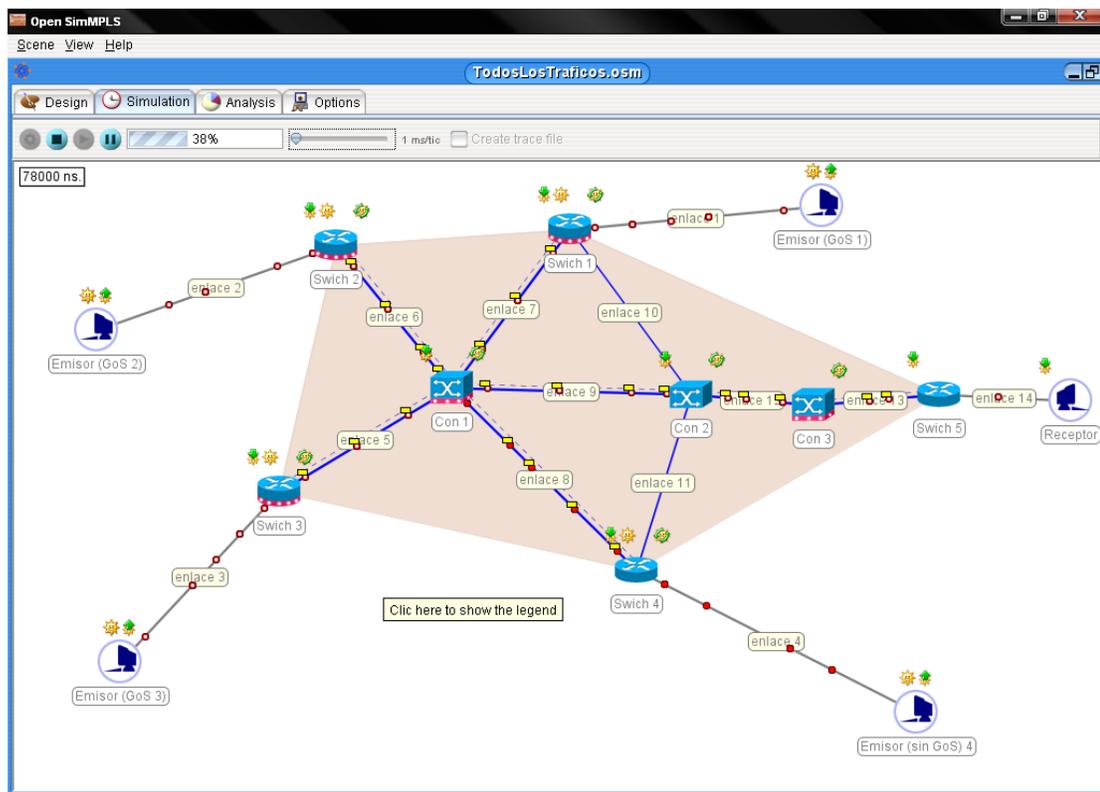
El enlace identificado con el numero 8 posee 1300 ns

Sus conectores pueden ser colocados según los que se encuentren libres y puedan ser habilitados.

#### Paso 5: Simulación y pruebas

Luego de haber realizado las respectivas configuraciones se procede a realizar la simulación y observar el comportamiento de los paquetes enviados y recibidos.

**Grafico N° 27**



Envío y recepción de paquetes en plena simulación

**Paso 6:** Estadísticas y gráfico

En esta área se puede observar el comportamiento de los paquetes enviados (Incoming) y los paquetes recibidos (Outgoing).

**Paso 7:** interpretación y discusión de los resultados

En esta parte podemos realizar nuestras propias conclusiones luego de haber finalizado la simulación. Es recomendable modificar de manera consciente los valores asignados a los elementos en nuestra simulación a fin de determinar diferencias en cuanto a velocidad, memoria y cantidad de paquetes transmitidos. En esta práctica se simuló un ambiente saturado de tráfico en donde se pueden dar tanto retrasos en la entrega del servicio como pérdidas de paquetes.

## REFERENCIAS

Angulo, Jenny M., Hernández, Jorge R., Moreno, Deibis A., (2009). MPLS. Monografias.com.

<http://www.monografias.com/trabajos29/informacion-mpls/informacion-mpls.shtml>. [Consulta: 2010, Octubre 11].

Canalis, Maria S., (2009). MPLS Multiprotocol Label Switching: Una Arquitectura de Backbone para la Internet del Siglo XXI. Dpto. Informática. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina.

<http://www.idc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/pdfs/MPLS-canalís.pdf> [Consulta: 2010, Octubre 15].

Domínguez, José. Introducción a la Gestión Redes. (2009). Universidad de Oregón. LACNIC (Registro de Direcciones de Internet Para América Latina y Caribe).

[http://lacnic.net/documentos/lacnicx/Intro\\_Gestion\\_Redés.pdf](http://lacnic.net/documentos/lacnicx/Intro_Gestion_Redés.pdf) [Consulta: 2010, Octubre 15].

Domínguez D, Manolo. Open SimMPLS: Un Simulador de Redes MPLS/GoS. (2004). Universidad de Extremadura. España. Proyecto Final de Carrera de Ingeniería en Informática. <http://www.manolodominguez.com/projects/opensimmpls/content/common/pdf/documentation/gossobrempls.pdf>

[Consulta: 2010, Diciembre 10].