



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN DE CARRERA

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MPLS PARA LA ESTRUCTURA DE RED DE DATOS Y FIBRA ÓPTICA, DEL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.

AUTOR: Walter Andrés Ordóñez Márquez

TUTORA: Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg.

AÑO 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO MPLS PARA LA ESTRUCTURA DE RED DE DATOS Y FIBRA ÓPTICA, DEL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.”, presentado por el Sr. Walter Andrés Ordóñez Márquez, estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., Septiembre del 2014

TUTOR

Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DE TESIS

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declara que los contenidos de este Trabajo de Titulación de Carrera, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., Septiembre del 2014

Walter Andrés Ordóñez Márquez

CC: 1715563761

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Septiembre del 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios, por haberme regalado mucha fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida que parecía en ciertos momentos que no se podía acabar.

Agradezco también el apoyo incondicional por parte de mi madre Zaida Márquez, que en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, reprendiendo mis faltas y elogiando mis triunfos.

A mi padre Jorge Ordóñez, que siempre lo he sentido presente en mi vida. Y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

A mi mujer Diana Guerrero, mis hijos Jorge y Danna, por constantemente ser un apoyo incondicional en el transcurso de toda esta larga carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ellos.

A mis hermanos Marcelo y Xavier por ser unos grandes amigos para mí, y sobre todo brindarme su apoyo desinteresadamente.

Finalmente a mi suegro Eduardo Guerrero, porque siempre me apoyo con sus valiosos consejos y por la gran calidad humana que me ha demostrado.

Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda en este proyecto.

DEDICATORIA

A mis Padres y Hermanos que siempre estuvieron presentes para ofrecerme palabras que me inspiran a continuar siempre para adelante.

A tu serenidad y razón, optaste por ofrecer tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu ternura y abnegación me inculcaste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que este Proyecto de Carrera lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado, Diana.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
AUTORÍA DE TESIS	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	2
PROTOCOLO MÚLTIPLE POR CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS (MPLS).....	2
Introducción	2
1.1. Arquitectura MPLS.....	2
1.1.1 Terminología empleada en MPLS.....	3
1.1.2. Operación MPLS	4
1.1.2.1. Asignación de etiquetas MPLS	4
1.1.2.2. Establecimiento de sesión LDP	5
1.1.2.3. Distribución de Etiquetas MPLS con LDP	5
1.1.2.4. Retención de Etiqueta de MPLS.....	6
1.2. Aplicaciones de MPLS	7
1.2.1. Ingeniería de Tráfico (TE)	7
1.3. Implementación de QoS en redes MPLS.....	7
1.3.1. Introducción a QoS.....	7
1.3.2. Implementación de QoS en MPLS	8
1.4. Redes Privadas Virtuales	8
1.4.1. Categorías de VPN	8
1.4.2. Arquitectura y Terminología VPN en MPLS.....	9
CAPÍTULO II	11
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO	11
2.1. Definición del problema de investigación.....	11
2.2. Delimitación del problema de investigación	11
2.2.1. Límites teóricos.....	11

2.2.1.1. Diagnóstico del problema de investigación.....	11
2.2.1.2. Característica principal.....	11
2.2.1.3. Características secundarias	12
2.2.2. Límites temporales.....	12
2.2.3. Límites espaciales.....	12
2.3 Objetivos	12
2.3.1 Objetivo principal	12
2.3.2 Objetivos secundarios.....	12
2.4. Justificación de la investigación	13
2.4.1. ¿Para qué sirve el PIC?	13
2.4.2. ¿Cuál es la relevancia tecnológica?.....	13
2.4.3. ¿Ayudará a resolver algún problema práctico?.....	13
2.4.4. ¿El tema es de actualidad?	13
2.5. Metodología.....	13
2.5.1. Métodos generales que se van a utilizar en el trabajo de graduación.....	13
2.5.2. Técnicas de Investigación que se van aplicar	14
2.6 La hipótesis o ideas a defender en el proceso investigativo.....	14
CAPÍTULO III	15
PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS (LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA, CON ADECUADA FUNDAMENTACIÓN DE LOS MÉTODOS PROFESIONALES APLICADOS).....	15
Introducción	15
3.1. Diseño básico a implementarse	15
3.2. Configuración de los elementos de la red MPLS.....	16
3.2.1. Reseteo de la configuración de los routers.....	17
3.2.2. Configuración básica del router	18
3.2.3. Configuración básica para IP y MPLS	20
3.2.4 Configuración de los Host Fuente y Destino.....	28
3.3. Pruebas de conexión entre extremos.....	28
3.4. Pruebas de FTP	29
3.4.1. Configuración del Smart FTP	29
3.4.2. Resultados.....	30
3.5. Configuración del camino Backup.....	30
3.6. Configuración del Balanceo de Carga.....	37

3.7. Configuración del punto de acceso Wifi.....	38
3.8. Configuración de QoS.....	40
3.8.1. Definir las clases de tráfico	40
3.8.2. Definir políticas de QoS.....	41
3.8.3. Asignar las políticas a los interfaces	43
Conclusiones y Recomendaciones	45
Conclusiones.....	45
Recomendaciones.....	46
Bibliografía	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Routers LSR y E-LSR.	3
Figura 1.2. Formato de una Etiqueta MPLS.	4
Figura 1.3. Unsolicited Downstream Versus Downstream on Demand.....	6
Figura 1.4. Arquitectura de una red MPLS VPN.....	9
Figura 3.1. Diseño a implementarse.....	15
Figura 3.2. Comandos reseteo de routers.....	18
Figura 3.3. Indicadores del enrutador.....	19
Figura 3.4. Comandos configuración básica del router MPLS1.....	19
Figura 3.5. Comandos habilitación MPLS1.....	20
Figura 3.6. Comandos para interfaces MPLS1.....	20
Figura 3.7. Comandos OSPF MPLS1.....	21
Figura 3.8. Comandos configuración básica del router MPLS2.....	22
Figura 3.9. Comandos habilitación MPLS2.....	22
Figura 3.10. Comandos para ruta estática MPLS2.....	23
Figura 3.11. Comandos OSPF MPLS2.....	24
Figura 3.12. Comandos configuración básica del router MPLSCore.....	24
Figura 3.13. Comandos habilitación MPLSCore.....	25
Figura 3.14. Comandos para ruta estática MPLSCore.....	25
Figura 3.15. Comandos OSPF MPLSCore.....	26
Figura 3.16. Ping desde la "Fuente" hacia el "Destino"	28
Figura 3.17. Ping desde el "Destino" hacia la "Fuente".....	29
Figura 3.18. Envío de archivo en la "Fuente".....	29
Figura 3.19. Escenario con Backup.....	30
Figura 3.20. Comandos configuración básica del router MPLS3.....	31
Figura 3.21. Comandos habilitación MPLS3.....	32
Figura 3.22. Comandos para ruta estática MPLS3.....	32
Figura 3.23. Comandos OSPF MPLS3.....	33
Figura 3.24. Comandos para coste MPLS3.....	35
Figura 3.25. Comandos para balanceo de carga.....	37
Figura 3.26. Escenario con Backup y Wifi.....	38
Figura 3.27. Configuración de red del interfaz móvil.....	39
Figura 3.28. Ping entre el dispositivo móvil y la "Fuente"	40
Figura 3.29. Comandos para tipos de clases.....	41
Figura 3.30. Comandos para clase Wifi.....	41

Figura 3.31. Comandos políticas QoS.....	42
Figura 3.32. Comandos para modificar el tráfico.....	43
Figura 3.33. Comandos para asignar políticas.....	43
Figura 3.34. Diagrama de la aplicación del QoS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Tabla de direccionamiento.....	16
Tabla 3.2. LIB de MPLS1 en el escenario básico.....	27
Tabla 3.3. LIB de MPLSCore en el escenario básico.....	27
Tabla 3.4. LIB de MPLS2 en el escenario básico.....	28
Tabla 3.5. LIB en MPLS1 con dos caminos.....	34
Tabla 3.6. LIB en MPLS1 con el Backup configurado.....	35
Tabla 3.7. LIB en MPLS1 con Backup active.....	36
Tabla 3.8. LIB en MPLS1 con el enlace principal recuperado.....	36
Tabla 3.9. Ejemplo de funcionamiento del balanceo por paquete.....	38

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de la Universidad Tecnológica Israel (UIsrael) en redes, necesitan avances firmes de la tecnología, naciendo la necesidad de fortalecer el mismo mediante un estudio, diseño e implementación del servicio MPLS, que proporcione a los estudiantes: el conocer y aplicar sus conocimientos, con normas y técnicas de MPLS como ingeniería de tráfico, manejo de clase de servicio y redes privadas virtuales (VPN), convergencia IP, es decir la existencia de una sola red para todos los servicios de telecomunicaciones.

La investigación será realizada en la República del Ecuador, Provincia de Pichincha, ciudad de Quito, en las instalaciones de la UIsrael sede Matriz, ubicada en la Av. Orellana y Francisco Pizarro E4-142, tercer piso, laboratorio 307.

El Objetivo general del proyecto de titulación es estudiar, diseñar e implementar el servicio MPLS para la estructura de Red de Datos y Fibra Óptica, del laboratorio de Redes de la UIsrael.

Adicional se cumplirá con los siguientes objetivos específicos, detallar la situación actual y conocer los parámetros para la construcción de este proyecto; diseñar la red con los requerimientos del servicio MPLS, utilizando las normas y estándares correspondientes; implementar el servicio MPLS mediante el estudio y el diseño realizado anteriormente; aprobar el correcto funcionamiento de la red con todas sus especificaciones y características.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

PROTOCOLO MÚLTIPLE POR CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS (MPLS)

Introducción

En este proyecto se tratará en su totalidad sobre: la arquitectura, operación y aplicaciones de MPLS. Principalmente se realizará una asimilación entre el proceso de envío IP tradicional y el envío de paquetes en redes MPLS, para luego analizar su funcionamiento. En las aplicaciones se dará énfasis en la Ingeniería de Tráfico, QoS y VPN.

Multi-Protocol Label Switching (MPLS) o Conmutación de etiquetas multiprotocolo, consiste en una serie de especificaciones utilizadas para enrutar paquetes sobre una red utilizando datos adicionales que se hallan en etiquetas agregadas a los paquetes IP. Gracias a esto los routers saben porque camino deben enviar los datos que le lleguen ampliando la calidad del servicio, el desempeño de las redes y la estabilidad. (Henao, 2010, pág. 1)

Esta técnica permite lograr funcionalidades en la ingeniería del tráfico como gestionar y controlar una red de telecomunicaciones, también en el soporte de VPN's las cuales son las redes privadas virtuales, y por último lograr incrementar la calidad del servicio (QoS). (Henao, 2010, pág. 1)

Estos servicios (QoS) son 5: Video, Voz, Datos de alta prioridad (D1), Datos Prioritarios (D2) y Datos de prioridad Baja (D3). Los tres últimos se basan en el uso de aplicaciones, es decir el de Datos de alta prioridad, se utiliza en aplicaciones cuyo funcionamiento es crítico y requiere de mucho ancho de banda, hasta el de baja prioridad para aplicaciones que no sean de alta necesidad ni necesiten anchos de banda grandes. (Henao, 2010, pág. 1)

1.1. Arquitectura MPLS

Plano de Control	Plano de Datos
Tiene tareas consignadas a determinar la disponibilidad del acceso hacia una red destino. El plano de control es quien contiene la información de direccionamiento de la capa 3.	Tiene tareas concernidas con el envío de paquetes. Esos paquetes pueden ser: paquetes IP o paquetes IP etiquetados

1.1.1 Terminología empleada en MPLS

Label Switch Router (LSR): Se encarga de conmutar etiquetas, los LSR reciben paquetes etiquetados, y luego los intercambia de etiqueta con una de salida para después enviar el nuevo paquete etiquetado por la interfaz adecuada. (Moyano, 2006, pág. 27)

Edge-Label Switch Router (E-LSR): Es un LSR que está en el borde de un dominio MPLS. El E-LSR de ingreso, tiene como tarea la adición de etiquetas y consecutivamente el envío del paquete hacia su destino a lo extendido del dominio MPLS. El E-LSR de salida tiene la tarea de mover etiquetas y consecutivamente el envío IP del paquete al destino. La figura 1.1. Muestra a los routers LSR o E-LSR, de acuerdo a su ubicación dentro del dominio MPLS. (Moyano, 2006, pág. 27)

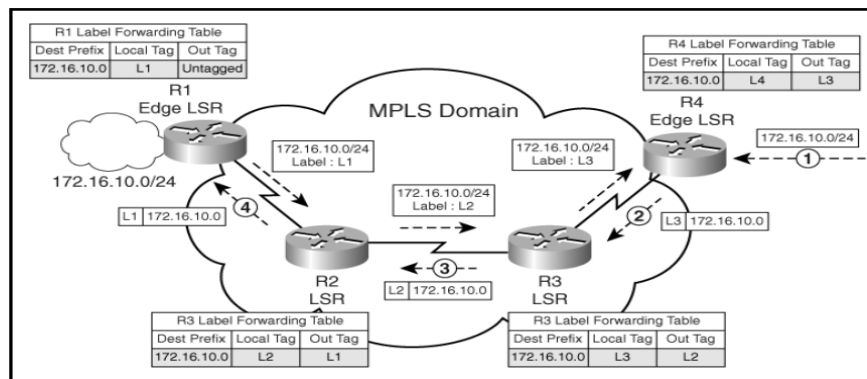


Figura 1.1. Routers LSR y E-LSR.

Fuente: (Moyano, 2006, pág. 27)

Label Switched Path (LSP): Es la vía de un paquete de datos desde la fuente al destino a lo largo de una red MPLS. Un LSP es unidireccional, un LSP es formado prácticamente gracias a la información de enrutamiento de un Internal Gateway Protocol (IGP), pero éste camino también puede divergir del preferido por un IGP, se analizará ésta situación en las aplicaciones de MPLS (Ingeniería de Tráfico). (Moyano, 2006, pág. 28)

MPLS con etiquetas y pila de etiquetas:

“La etiqueta MPLS es un número de 20 bits, que es asignado al prefijo (dirección de red) de un destino, sobre un router. El formato de una etiqueta MPLS se muestra en la siguiente figura:” (Moyano, 2006, pág. 29)

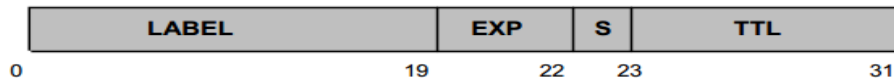


Figura 1.2. Formato de una Etiqueta MPLS.

Fuente: (Moyano, 2006, pág. 29)

Una etiqueta MPLS contiene los siguientes campos:

- Etiqueta de valor de 20 bits.
- Campo experimental de 3 bits.
- Indicador de 1 bit del tope inferior de la pila de etiquetas.
- Campo de 8 bits de tiempo de vida. (Moyano, 2006, pág. 30)

1.1.2. Operación MPLS

MPLS necesita para el envío de datos los siguientes 4 pasos:

1. Asignación de etiquetas MPLS (por LSR).
2. Establecimiento de una sesión LDP o TDP de MPLS (entre LSRs / E-LSRs).
3. Distribución de etiquetas MPLS (usando un protocolo de distribución de etiquetas).
4. Retención de etiquetas MPLS.

La operación MPLS involucra LSR's contiguos formando una sesión LDP, estableciendo etiquetas locales a prefijos de destino y cambiando estas etiquetas durante las sesiones LDP establecidas. (Moyano, 2006, pág. 32)

1.1.2.1. Asignación de etiquetas MPLS

Los protocolos de enrutamiento IP muestran que tan accesible es una red destino y son los delegados de crear secuencias de saltos para los paquetes dentro de una red. Este proceso debe ser realizado con los routers o dispositivos que son parte del dominio MPLS, es decir la red automáticamente establece valores de etiqueta entre dispositivos contiguos. Esta acción genera LSPs, son mapas preconfigurados entre puntos finales de destino. El protocolo de distribución de etiquetas (LDP) determina y cambia etiquetas entre LSRs contiguos en un dominio MPLS, después del establecimiento de la sesión. (Moyano, 2006, pág. 32)

1.1.2.2. Establecimiento de sesión LDP

Una vez establecida la asignación de etiquetas en el router, las etiquetas son distribuidas entre LSRs directamente conectados, siempre y cuando las interfaces entre ellos estén activadas para el envío MPLS. Esto se realiza usando LDP. Hay 4 categorías de mensajes LDP: (Moyano, 2006, pág. 33)

- **“Mensajes de Descubrimiento:** Anuncian y mantienen una presencia LSR's en la red.” (Moyano, 2006, pág. 33)
- **“Mensajes de Sesión:** Establecimiento, mantenimiento, y remover las sesiones entre LSRs.” (Moyano, 2006, pág. 33)
- **“Mensajes de Advertencia:** Anunciar la correspondencia de etiquetas al FECs.” (Moyano, 2006, pág. 33)
- **“Mensajes de Notificación:** Señales de errores.” (Moyano, 2006, pág. 33)

1.1.2.3. Distribución de Etiquetas MPLS con LDP

“En un dominio MPLS dirigido por LDP, una etiqueta es atribuida a un prefijo de destino encontrado en el Base de Información de Envío (FIB), y es distribuido a vecinos upstream en el dominio MPLS después del establecimiento de la sesión. Las etiquetas que son de significado local en el router, son cambiadas con LSRs adyacentes durante la distribución de etiquetas.” (Moyano, 2006, pág. 34)

“La unión de etiquetas de un prefijo específico para una etiqueta local y una etiqueta de próximo salto (recibido de downstream LSR) es guardada en Base de información de envío de etiqueta (LFIB) y las estructuras de Base de información de etiqueta (LIB). Los métodos de distribución de etiqueta usados en MPLS son:” (Moyano, 2006, pág. 34)

- **“Downstream on demand:** Este modo de distribución de etiquetas permite que un LSR pida explícitamente de su router downstream la etiqueta correspondiente para un prefijo destino particular, conocido como Distribución de etiquetas Downstream on Demand.” (Moyano, 2006, pág. 35)
- **“Unsolicited downstream:** Este modo de distribución de etiqueta permite que un LSR distribuya etiquetas a LSRs upstream que no los han pedido

explícitamente y es referido como la distribución de etiqueta *unsolicited downstream*.” (Moyano, 2006, pág. 35)

“La figura 1.3. Muestra los dos modos de distribución de etiquetas entre R1 (Edge LSR) y R2 (LSR). “ (Moyano, 2006, pág. 35)

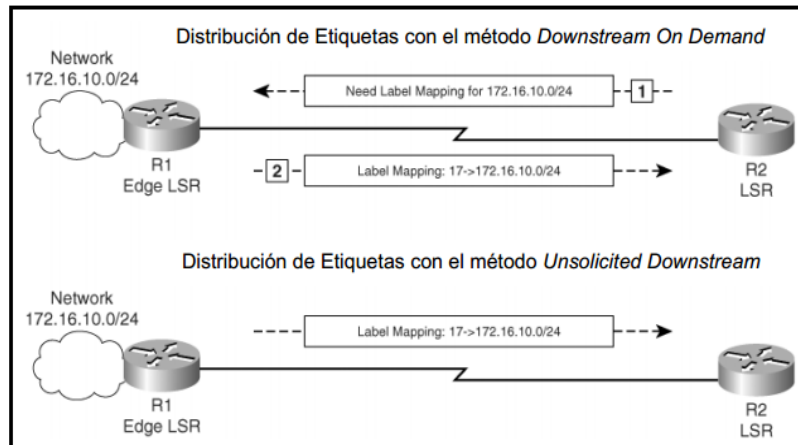


Figura 1.3. Unsolicited Downstream Versus Downstream on Demand.

Fuente: (Moyano, 2006, pág. 35)

1.1.2.4. Retención de Etiqueta de MPLS

“Si un LSR soporta el denominado modo liberal de retención de etiquetas, entonces conserva las etiquetas, que son recibidos de los LSRs downstream que no puede ser el próximo salto para ese destino. Si un LSR soporta el modo conservador de retención de etiqueta, entonces descarta las etiquetas recibidas de los LSRs downstream que no constituyen el próximo salto para ese destino.” (Moyano, 2006, pág. 36)

“Por lo tanto, con el modo de retención liberal, un LSR puede empezar casi inmediatamente el envío de paquetes etiquetados después de la convergencia de IGP, donde es grande el número de etiquetas mantenidos para un destino especial y por tanto consumen memoria. Con la retención de etiquetas conservadoras, las etiquetas mantenidas son etiquetas de LDP confirmadas que por lo tanto, consumen mínima memoria.” (Moyano, 2006, pág. 36)

1.2. Aplicaciones de MPLS

1.2.1. Ingeniería de Tráfico (TE)

Es una implementación que progresa en las redes de los proveedores de servicios. MPLS TE admite que las redes MPLS faciliten la ampliación de las capacidades de capa 2 de las redes Frame Relay y ATM. MPLS emplea la información de accesibilidad provista por protocolos de direccionamiento de capa 3 y maneja de la misma manera que una capa 2 de red ATM. Con MPLS, las capacidades de TE están integradas en la capa 3, las que pueden ser implementadas en el uso eficiente del ancho de banda entre routers de una red del proveedor de servicios. (Moyano, 2006, pág. 38)

1.3. Implementación de QoS en redes MPLS

1.3.1. Introducción a QoS

Es la capacidad para distinguir varias clases de tráfico y fijar prioridades sobre cada router en la red. Lo primero que se debe seguir para la implementación de QoS es identificar las diferentes clases de tráfico, que la red va a soportar. (Moyano, 2006, pág. 45)

El tráfico puede ser clasificado según el tipo (voz, aplicaciones, datos, etc.) y sobre las propiedades de los patrones de tráfico. Después que el tráfico ha sido clasificado, el siguiente paso es identificar que operaciones de QoS serán llevadas a cabo para cada uno de esos tipos sobre el router local. Se debe notar que aunque QoS es una implementación extremo-extremo, debe ser configurada sobre cada router en el camino desde el origen al destino. (Moyano, 2006, pág. 45)

Sin embargo varias secciones de la red pueden ser configuradas con otros esquemas de QoS para manejar diferentes tipos de tráfico. Éste proceso para definir las operaciones de QoS para un cierto tipo de tráfico se denominan Políticas de Servicio (Service Policy). Después que son definidas se las aplicadas sobre la interfaz de los dispositivos. En resumen la implementación de QoS incluye los siguientes pasos: (Moyano, 2006, págs. 45, 46)

“Paso 1: Clasificación del tráfico basados sobre criterios predefinidos o criterios de usuarios.” (Moyano, 2006, pág. 46)

“Paso 2: Configuración de los dispositivos de acuerdo a las políticas de QoS para cada una de las clases identificadas.” (Moyano, 2006, pág. 46)

“**Paso 3:** Asociación de las políticas de QoS a una interfaz.” (Moyano, 2006, pág. 46)

1.3.2. Implementación de QoS en MPLS

Cuando se implementa QoS sobre MPLS, el router E-LSR, entre el dominio IP y el dominio MPLS lleva a cabo, la traducción o traslado de las características de QoS IP a QoS MPLS o viceversa. Concretamente un paquete IP puede integrarse a un dominio MPLS (IP2MPLS). (Moyano, 2006, pág. 46)

Para otro caso se puede aplicar al paquete una pila de etiquetas y a una de las etiquetas se le puede modificar el campo EXP, ésta situación se nombra MPLS2 MPLS. Y finalmente un paquete etiquetado puede ser convertido a un paquete IP tradicional, en éste caso la situación se denomina MPLS2 IP.” (Moyano, 2006, pág. 46)

1.4. Redes Privadas Virtuales

1.4.1. Categorías de VPN

Las Redes Privadas Virtuales (VPN) permiten a los proveedores de servicios utilizar una infraestructura física común para realizar la emulación de enlaces punto a punto. En redes habituales basadas en routers, distintos puntos de clientes se conectan uno con otro empleando enlaces dedicados. (Moyano, 2006, pág. 48)

En base a la participación del proveedor de servicios en el proceso de enrutamiento hacia el cliente, la implementación de una VPN puede ser clasificada en: (Moyano, 2006, pág. 48)

- Modelo de Capa Superpuesta (Overlay Model).
- Modelo Igual – Igual (Peer to Peer Model).

El **modelo de capa superpuesta** se realizó en un principio por los proveedores de servicio para formar conectividad de capa 1, ó capa 2 de transporte entre las ubicaciones de los clientes.

Para la implementación de capa 1, el proveedor crearía la conectividad de capa física entre sitios del cliente, y el cliente era el responsable de todas las otras capas. Para la implementación de capa 2, el proveedor de servicios era el responsable del transporte de las tramas de capa 2 entre los sitios clientes, lo cual era utilizando conmutadores ya sea Frame Relay o ATM. (Moyano, 2006, págs. 48, 49)

El **modelo igual – igual** fue hecho para superar las desventajas del modelo de capa superpuesta y proporcionar a los clientes de una vía óptima de transporte a través el backbone del proveedor de servicios, con lo cual el proveedor de servicios podría participar activamente del proceso de enrutamiento. En este modelo la información de enrutamiento se cambia entre los routers clientes y los routers: Modelo de capa superpuesta (Overlay Model), Modelo Igual – Igual (Peer to Peer Model) de los proveedores de servicio, en consecuencia los datos del cliente son transportados a lo largo del núcleo del proveedor de manera óptima.” (Moyano, 2006, págs. 48,49)

1.4.2. Arquitectura y Terminología VPN en MPLS

El dominio MPLS VPN, se basa de una red cliente y la red del proveedor. El modelo MPLS VPN es muy similar al modelo dedicado de un router PE en una implementación punto a punto, sin embargo en lugar de implementar un router PE dedicado por cliente, el tráfico del cliente es asignado sobre el mismo router PE que estable conectividad de la red del proveedor de servicios con múltiples clientes. Los componentes de un dominio MPLS VPN se muestran en la siguiente figura y serán descritos posteriormente. (Moyano, 2006, pág. 50)

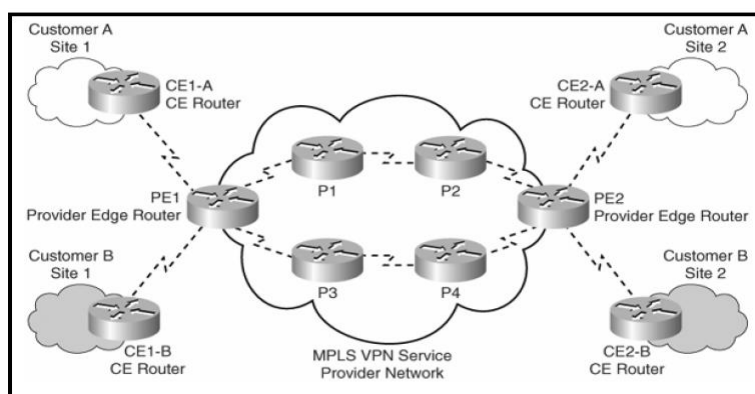


Figura 1.4. Arquitectura de una red MPLS VPN.

Fuente: (Moyano, 2006, pág. 50)

Los principales componentes de una arquitectura MPLS VPN son:

- **“Red Cliente:** Trata del dominio del cliente conformado por dispositivos o routers que abarcan múltiples sitios pertenecientes al cliente. Con referencia a la figura 1.4, la red cliente A, consiste de los routers CE1-A y CE2-A.” (Moyano, 2006, pág. 50)

- **“Routers CE:** Son los routers en la red del cliente se conectan con la red del proveedor. Nuevamente en la figura 1.4, los router CE para la red cliente A son CE1-A y CE2-A y los routers CE para la red cliente B son CE1-B y CE2-B.” (Moyano, 2006, pág. 51)
- **“Red del Proveedor:** Es el dominio del proveedor conformado de los routers extremo PE (provider edge), y los routers de backbone que conectan sitios pertenecientes al cliente a una infraestructura compartida. El proveedor de red controla el enrutamiento del tráfico entre sitios pertenecientes al cliente. En el gráfico la red del proveedor consiste de los routers PE1, PE2, P1, P2, P3 y P4.” (Moyano, 2006, pág. 51)
- **“Routers PE:** Son los routers de la red del proveedor que se conectan al router extremo del cliente. PE1 y PE2 son los routers extremo (provider edge), en el dominio MPLS VPN para las redes clientes A y B.” (Moyano, 2006, pág. 51)
- **“Routers P:** Son los routers en el núcleo de la red del proveedor que se conectan con otros routers núcleo, o con los routers extremo PE. “ (Moyano, 2006, pág. 51)

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

2.1. Definición del problema de investigación

Los laboratorios de redes y comunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel, necesitan constantes adelantos en sus equipos de tecnología (routers, switch, computadoras), surgiendo la necesidad de fortificar el mismo mediante un estudio, diseño e implementación del servicio MPLS que permita a los estudiantes conocer y aplicar sus conocimientos mediante normas y técnicas de MPLS como ingeniería de tráfico, manejo de clase de servicio y redes privadas virtuales (VPN), convergencia IP, es decir la existencia de una sola red para todos los servicios de telecomunicaciones.

2.2. Delimitación del problema de investigación

2.2.1. Límites teóricos

2.2.1.1. Diagnóstico del problema de investigación

A los bachilleres del Ecuador la Universidad Tecnológica Israel les brinda algunas ofertas académicas entre ellas están las carreras técnicas como: Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones e Ingeniería en Sistemas Informáticos.

Para fomentar la tecnología se halla necesario trabajar en los laboratorios que deben estar bien equipados para utilizar tecnología actual. Se ha realizado una investigación y el laboratorio de redes actualmente no tiene implementado el servicio MPLS, razón por la cual los estudiantes no pueden realizar prácticas referentes a esta tecnología. La UIsrael deberá agregar en su microcurrículum laboratorios de prácticas referentes al servicio MPLS para que los estudiantes apliquen sus conocimientos.

2.2.1.2. Característica principal

La UIsrael, no cuenta con un servicio MPLS en sus laboratorios, razón por la cual los estudiantes no pueden realizar prácticas referentes a esta tecnología por lo que se deberá agregar en su microcurrículum laboratorios con prácticas referentes al servicio MPLS para que los estudiantes apliquen sus conocimientos.

2.2.1.3. Características secundarias

- Carencia del estudio del servicio MPLS en el laboratorio de redes y comunicaciones, para fortalecer el conocimiento técnico de los estudiantes de la Universidad Israel.
- Escasez de diseño del servicio MPLS en el laboratorio de redes y comunicaciones UIsrael.
- Ausencia de implementación en el laboratorio de redes y comunicaciones del servicio MPLS, que permita al estudiante realizar aplicaciones de la teoría vista en el transcurso de la carrera.
- No existe un método de validación, que muestre el correcto funcionamiento del servicio MPLS.

2.2.2. Límites temporales

La investigación del proyecto integrador de carrera se llevará a cabo el presente año 2014 y se cumplirá con el cronograma establecido por la UIsrael.

2.2.3. Límites espaciales

La investigación será realizada en la República del Ecuador, Provincia de Pichincha, ciudad de Quito, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Israel sede Matriz, ubicada en la Av. Orellana y Francisco Pizarro E4-142, tercer piso, laboratorio 307 de redes y comunicaciones.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo principal

Estudiar, diseñar e implementar el servicio MPLS para la estructura de Red de Datos y Fibra Óptica, del laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel.

2.3.2 Objetivos secundarios

- Detallar la situación actual y conocer los parámetros para la construcción de este proyecto.
- Diseñar la red con los requerimientos del servicio MPLS, utilizando las normas y estándares correspondientes.
- Implementar el servicio MPLS mediante el estudio y el diseño realizado anteriormente.

- Aprobar el correcto funcionamiento de la red con todas sus especificaciones y características.

2.4. Justificación de la investigación

2.4.1. ¿Para qué sirve el PIC?

El proyecto tiene como finalidad entregar a la Universidad Tecnológica Israel el estudio, diseño e implementación del servicio MPLS en el laboratorio de redes y comunicaciones, para capacitar a los estudiantes en el tema de funcionamiento, características, aplicaciones del servicio MPLS.

2.4.2. ¿Cuál es la relevancia tecnológica?

Una vez que se implemente el servicio MPLS en el laboratorio de redes y comunicaciones los estudiantes podrán desarrollar prácticas que enriquezcan sus conocimientos sobre el tema.

2.4.3. ¿Ayudará a resolver algún problema práctico?

Con el desarrollo del trabajo se resolverá el problema práctico de la aplicación del servicio MPLS en el laboratorio de redes y comunicaciones de la UIsrael.

2.4.4. ¿El tema es de actualidad?

MPLS está reemplazando rápidamente a frame relay y ATM como la tecnología favorecida para trasladar datos de alta velocidad y voz digital en una conexión.

MPLS no sólo proporciona una mejor fiabilidad y un mejor rendimiento, puede bajar los costos generales mediante una mejor eficiencia de la red. Su capacidad de dar prioridad a los paquetes que trasladan tráfico de voz hace que sea la solución perfecta para llevar las llamadas VoIP.

2.5. Metodología

2.5.1. Métodos generales que se van a utilizar en el trabajo de graduación.

Para el proyecto se emplearán cuatro etapas de investigación. Para la primera etapa del proyecto, se deberá utilizar los métodos de analítico sintético para la recopilación de toda la información pertinente, para determinar qué tipo de red MPLS se va a implementar.

En la segunda y tercera etapa del proyecto, se utilizará los métodos de análisis, síntesis, deductivo e inductivo para identificar los elementos o equipos de conectividad que se necesitarán para poder diseñar e implementar la red de MPLS que satisfaga las necesidades de los docentes y estudiantes de la UIsrael.

Para la cuarta etapa se utilizará la investigación práctica, que formará una parte fundamental para la verificación de resultados obtenidos, mediante varias pruebas de funcionamiento, verificar conexiones, y de esta manera poder comprobar su correcto funcionamiento y determinar si cumple con todas las especificaciones planteadas.

Finalmente luego de terminar con las cuatro etapas planteadas se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto.

2.5.2. Técnicas de Investigación que se van aplicar

Para la investigación se va aplicar las siguientes técnicas:

- Verificación de equipos de conectividad existentes dentro del laboratorio de redes y comunicaciones para determinar con exactitud que equipos adicionales se debe de adquirir.
- Determinar y concluir con los ingenieros docentes sobre la tecnología MPLS que se va a implementar, de manera que satisfaga las necesidades de los estudiantes para las futuras prácticas de laboratorio.

2.6 La hipótesis o ideas a defender en el proceso investigativo

Una vez que la Universidad Israel cuente con el servicio MPLS en el laboratorio de redes, ayudará a los profesores y estudiantes con un medio para mejorar sus conocimientos sobre la materia, el que dará como resultado el mejor desenvolvimiento laboral del futuro Ingeniero en Telecomunicaciones o Sistemas.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS (LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA, CON ADECUADA FUNDAMENTACIÓN DE LOS MÉTODOS PROFESIONALES APLICADOS)

Introducción

En este capítulo se va a explicar cómo configurar los distintos routers y aplicaciones para poder realizar la práctica para el servicio MPLS. Además se anexará toda la información acerca de los routers, switches, cables, computadoras y sistema operativo que se van a utilizar en esta práctica de igual manera las fotos donde se puede apreciar la configuración respectiva de la práctica.

3.1. Diseño básico a implementarse

Este diseño está compuesto por 3 routers que configuran dos tramos MPLS, un switch entre cada uno de los routers y un host de origen y destino en los extremos de la red.

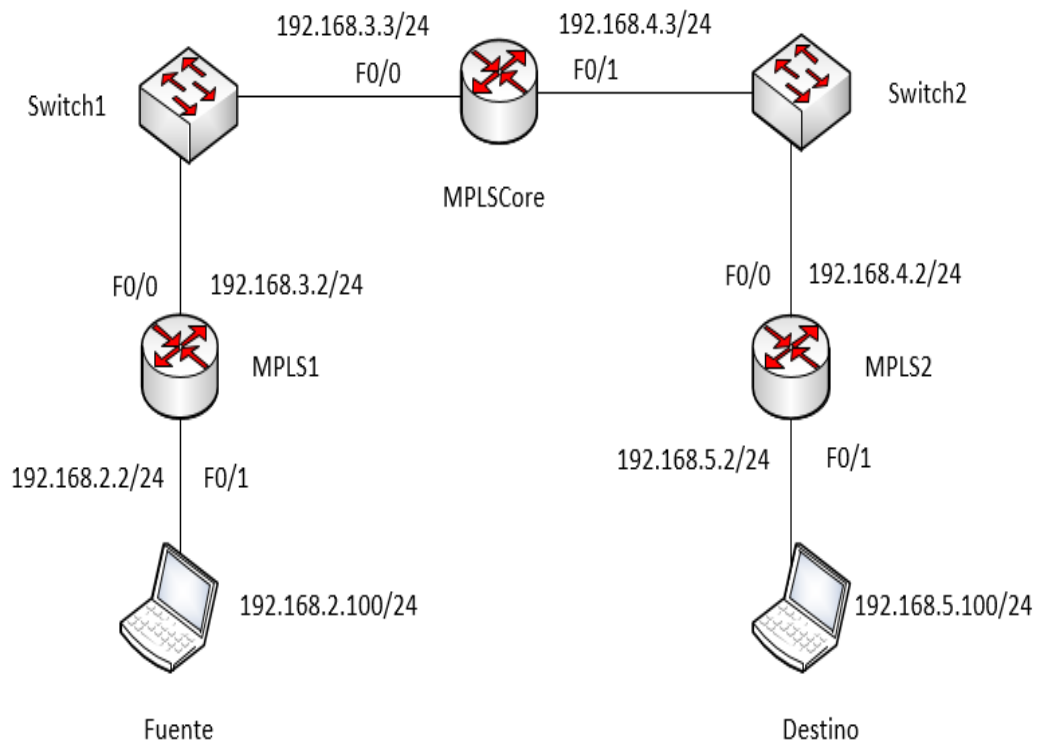


Figura 3.1. Diseño a implementarse

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Tabla 3.1. Tabla de direccionamiento

DISPOSITIVO	INTERFAZ	DIRECCIÓN	MÁSCARA	PUERTA DE ENLACE
Fuente	NIC	192.168.2.100	255.255.255.0	192.168.2.2
MPLS1	Fa 0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	
	Fa 0/1	192.168.3.2	255.255.255.0	
	Lo	192.168.1.1	255.255.255.255	
Switch1				192.168.3.3
MPLSCore	Fa 0/0	192.168.3.3	255.255.255.0	
	Fa 0/1	192.168.4.3	255.255.255.0	
	Lo	192.168.1.2	255.255.255.255	
Switch2				192.168.4.3
MPLS2	Fa 0/0	192.168.4.2	255.255.255.0	
	Fa 0/1	192.168.5.2	255.255.255.0	
	Lo	192.168.1.3	255.255.255.255	
DESTINO	NIC	192.168.5.100	255.255.255.0	192.168.5.2

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Este diseño es el mínimo que se puede utilizar para poder observar correctamente la conectividad extremo-extremo de una red MPLS. Como se explicará en clase, es el penúltimo router de la red el que quita la etiqueta MPLS, por tal razón si solo hubiese dos routers MPLS en la red, el router de entrada sería a su vez el penúltimo de salida. Por tanto éste router sería el que añadiría y quitaría la etiqueta, lo que conlleva a que no se podrá observar su comportamiento. Por lo tanto el número mínimo de routers necesarios es el de 3.

3.2. Configuración de los elementos de la red MPLS

Para trabajar con una red MPLS con Ingeniería de Tráfico se debe comprobar que la red tenga habilitada una serie de protocolos:

- La red debe tener habilitado el protocolo Cisco Express Forwarding (CEF)
- El protocolo de routing que se utilizará es el primer camino más corto, Open Shortest Path First (OSPF)
- Una interfaz de Loopback para poder ser usada como router ID

3.2.1. Reseteo de la configuración de los routers

Como primer paso se dará la configuración para entrar al router, en el caso de que cuente con una contraseña y no se sabe cuál es.

Cuando está conectado el router, se debe darle un break durante la carga de la IOS. Para ello apaga y enciende el Router. Empezará la carga de la Flash. Hay que impedir que se cargue, para esto se ejecuta la combinación de teclas **[Control] + [Pause]** en los primeros segundos repetidas veces, para entrar en modo:

Rommon 1>

Este es el modo de recuperación de emergencia y contiene varias utilidades; una de ellas es la recuperación de las Passwords.

Ahora hay que cambiar la opción del registro que hace que al encender el router se cargue la configuración de arranque (la startup-config), que es la que contiene las contraseñas. Para ello se escribe en la consola:

Rommon 2> confreg 0x2142

Una vez hecho esto se reinicia el Router con el comando "reset"

Rommon 3> reset

El router se reinicia normalmente pero sin cargar la configuración. Se deja terminar y se detendrá en algún momento para preguntar si se desea crear una configuración básica con el Auto-Setup. Coloque a todo que NO o presione directamente **[Control] + C** hasta que se quede en la consola del Router.

Router>

Ahora ya se puede entrar directamente en modo privilegiado con el comando enable.

Router> enable

Router#

Ya se encuentra en modo privilegiado logrando así saltar las Passwords que están guardadas en la configuración del arranque.

Ahora lo que interesa es cargar la configuración del arranque en la memoria para poder cambiar las contraseñas. Con el siguiente comando se carga la configuración que el router tiene guardada en la NVRAM a la RAM:

```
Router# copy startup-config running-config
```

Si el router no tiene colocado contraseñas lo primero que se debe realizar es borrar las configuraciones de usos anteriores. Para ello se realizan los siguientes pasos:

```
MPLS1# erase startup-config //Borra la configuración anterior

Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue?
[confirm] [OK] //Da un enter

Erase of nvram: complete

MPLS1# reload

Proceed with reload? [confirm] //Da un enter

Press RETURN to get started!

Continue with configuration dialog? [yes/no]: no //Digita no
```

Figura 3.2. Comandos reseteo de routers

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

3.2.2. Configuración básica del router

Primero se dará una explicación para que puede saber en qué área de la configuración se encuentra sólo mirando los indicadores:

```
Router> // modo USER

Router# //modo PRIVILEGED EXEC

Router(config) # //modo configuración global

Router(config-if) # // modo configuración interfaz

Router(config-subif) # // modo configuración sub-interfaz
```

```
Router(config-route-map#) // modo configuración route-map  
Router(config-router) # // modo configuración enrutamiento  
Router(config-line) # //modo configuración de línea  
rommon 1> //modo configuración ROM Monitor|
```

Figura 3.3. Indicadores del enrutador

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Después se le asigna un nombre al router, así como contraseñas para la consola y para editar la configuración.

```
Router > enable  
Router # configure terminal  
Router (config) # enable secret <nombre contraseña> //Habilita el  
password del enable  
Router (config) # hostname MPLS1 //Introduce el nombre de MPLS1  
para el router|  
MPLS1 (config) # line cons 0 //se ingresa al modo de consola en línea  
0  
MPLS1 (config - line) # password <contraseña de la consola> //Define  
el password de la consola  
MPLS1 (config - line) # logging synchronous // evita que los mensajes  
inesperados que aparecen en pantalla, desplacen los comandos que se  
está escribiendo en el momento.  
MPLS1 (config - line) # login  
MPLS1 (config) # line vty 0 4 // esta línea es para ingresar de manera  
remota al router de forma telnet o ssh  
MPLS1 (config - line) # password <contraseña de la vty> //Define el  
password de la consola  
MPLS1 (config - line) # login  
MPLS1 (config - con) # exit  
MPLS1 (config) # exit
```

Figura 3.4. Comandos configuración básica del router MPLS1

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Finalmente guarda todos los cambios en la memoria.

```
MPLS1 # copy running-config startup-config // Guarda los cambios
```

3.2.3. Configuración básica para IP y MPLS

Para empezar ejecuta los comandos para habilitar el enrutamiento MPLS en el router de manera global.

```
MPLS1 # config terminal  
MPLS1 (config) # ip cef //Habilita el protocolo CEF en el router  
MPLS1 (config) # mpls label protocol ldp //Define el protocolo LDP como protocolo para la distribución de las etiquetas  
MPLS1 (config) # mpls ip //Habilita MPLS a nivel global
```

Figura 3.5. Comandos habilitación MPLS1

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

A continuación se procede a configurar sus interfaces y habilitar MPLS.

```
MPLS1(config) # interface loopback0 // Accede al interfaz de Loopback  
MPLS1(config-if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.255 //Le asigna una IP y mascara de subred  
MPLS1(config-if) # exit  
MPLS1(config) # interface f0/0 // Accede al interfaz f0/0  
MPLS1(config-if) # ip address 192.168.2.2 255.255.255.0 //Le asigna una IP y mascara de subred  
MPLS1(config-if) # no shutdown // Habilita el interfaz  
MPLS1(config-if) # exit  
MPLS1(config) # interface f0/1 // Accede al interfaz f0/1  
MPLS1(config-if) # mpls ip //Habilita MPLS en el interfaz  
MPLS1(config-if) # ip address 192.168.3.2 255.255.255.0 //Le asigna una IP y mascara de subred  
MPLS1(config-if) # no shutdown // Habilita el interfaz  
MPLS1(config-if) # exit  
MPLS1(config) # ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.3.0  
MPLS1(config-if) # ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.3.0
```

Figura 3.6. Comandos para interfaces MPLS1

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

En este último comando se ha añadido la ruta estática para que el router sepa por donde enviar los paquetes con destino a la subred 192.168.5.0/24, 192.168.4.0/24. También se ha habilitado el protocolo MPLS en la subred 192.168.3.0/24 ya que es la única que es adyacente a la red MPLS.

Una vez configurado el protocolo que usará el router para realizar la conmutación de etiquetas (CEF) y su distribución (LDP), se procede a realizar la configuración de OSPF para poder hacer el routing interno.

```
MPLS1 (config) # router ospf 1 // Configura el enrutamiento interno con OSPF con el identificador 1
```

```
MPLS1 (config-router) # mpls traffic-eng router-id loopback0 //Usa la interfaz de Loopback como identificador del router para Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLS1 (config-router) # mpls traffic-eng area 0 // Configura el área 0 como la área en la que habilita la Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLS1 (config-router) # network 192.168.1.2 0.0.0.0 area 0 // Habilita el interfaz de Loopback para usar OSPF y se asigna al área 0
```

```
MPLS1 (config-router) # network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.3.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLS1 (config-router) # network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.2.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLS1 (config-router) # exit
```

Figura 3.7. Comandos OSPF MPLS1

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

La configuración de los otros dos routers es prácticamente la misma. Simplemente se realizará los siguientes cambios:

Se le asigna un nombre al router, así como contraseñas para la consola y para editar la configuración.

```

Router > enable
Router # configure terminal
Router (config) # enable secret <nombre contraseña> //Habilita el
password del enable
Router (config) # hostname MPLS2 //Introduce el nombre de MPLS2
para el router
MPLS2 (config) # line cons 0 //se ingresa al modo de consola en línea
0
MPLS2 (config - line) # password <contraseña de la consola> //Define
el password de la consola
MPLS2 (config - line) # logging synchronous // evita que los mensajes
inesperados que aparecen en pantalla, desplacen los comandos que se
está escribiendo en el momento.
MPLS2 (config - line) # login
MPLS2 (config) # line vty 0 4 // esta línea es para ingresar de manera
remota al router de forma telnet o ssh
MPLS2 (config - line) # password <contraseña de la vty> //Define el
password de la consola
MPLS2 (config - line) # login
MPLS2 (config - con) # exit
MPLS2 (config) # exit

```

Figura 3.8. Comandos configuración básica del router MPLS2

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Para habilitar el enrutamiento MPLS en el router de manera global.

```

MPLS2 # config terminal
MPLS2 (config) # ip cef //Habilita el protocolo CEF en el router
MPLS2 (config) # mpls label protocol ldp //Define el protocolo LDP
como protocolo para la distribución de las etiquetas
MPLS2 (config) # mpls ip //Habilita MPLS a nivel global

```

Figura 3.9. Comandos habilitación MPLS2

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

A continuación se procede a configurar sus interfaces y habilitar MPLS.

```
MPLS2 (config) # interface loopback0
MPLS2 (config-if) # ip address 192.168.1.3 255.255.255.255
MPLS2 (config-if) # exit
MPLS2 (config) # interface f0/0
MPLS2 (config-if) # mpls ip
MPLS2 (config-if) # ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
MPLS2 (config-if) # no shutdown
MPLS2 (config-if) # exit
MPLS2 (config) # interface f0/1
MPLS2 (config-if) # ip address 192.168.5.2 255.255.255.0
MPLS2 (config-if) # no shutdown
MPLS2 (config-if) # exit
MPLS2 (config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.4.0
MPLS2 (config) # ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.4.0
```

Figura 3.10. Comandos para ruta estática MPLS2

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

En este último comando se ha añadido la ruta estática para que el router sepa por donde enviar los paquetes con destino a la subred 192.168.2.0/24, 192.168.3.0/24. También se ha habilitado el protocolo MPLS en la subred 192.168.4.0/24 ya que es la única que es adyacente a la red MPLS.

Una vez configurado el protocolo que usará el router para realizar la conmutación de etiquetas (CEF) y su distribución (LDP), se procede a realizar la configuración de OSPF para poder hacer el routing interno.

```
MPLS2 (config) # router ospf 1 // Configura el enrutamiento interno
con OSPF con el identificador 1

MPLS2 (config-router) # mpls traffic-eng router-id loopback0 //Usa la
interfaz de Loopback como identificador del router para Ingeniería de
Tráfico

MPLS2 (config-router) # mpls traffic-eng area 0 // Configura el área 0
como la área en la que habilita la Ingeniería de Tráfico
```

```

MPLS2 (config-router) # network 192.168.1.3 0.0.0.0 area 0 //
Habilita el interfaz de Loopback para usar OSPF y se asigna al área 0

MPLS2 (config-router) # network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0 //
Habilita la subred 192.168.4.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0

MPLS2 (config-router) # network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0 //
Habilita la subred 192.168.5.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0

MPLS2 (config-router) # exit

```

Figura 3.11. Comandos OSPF MPLS2

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Ahora se configura el router MPLSCore, se le asigna un nombre al router, así como contraseñas para la consola y para editar la configuración.

```

Router > enable
Router # configure terminal
Router (config) # enable secret <nombre contraseña> //Habilita el
password del enable
Router (config) # hostname MPLSCore //Introduce el nombre de
MPLSCore para el router
MPLSCore (config) # line cons 0 //se ingresa al modo de consola en
línea 0
MPLSCore (config - line) # password <contraseña de la consola>
//Define el password de la consola
MPLSCore (config - line) # logging synchronous // evita que los
mensajes inesperados que aparecen en pantalla, desplacen los
comandos que se está escribiendo en el momento.
MPLSCore (config - line) # login
MPLSCore (config) # line vty 0 4 // esta línea es para ingresar de
manera remota al router de forma telnet o ssh
MPLSCore (config - line) # password <contraseña de la vty> //Define
el password de la consola
MPLSCore (config - line) # login
MPLSCore (config - con) # exit
MPLSCore (config) # exit

```

Figura 3.12. Comandos configuración básica del router MPLSCore

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Finalmente guarda todos los cambios en la memoria.

```
MPLSCore # copy running-config startup-config // Guarda los cambios
```

Para habilitar el enrutamiento MPLS en el router de manera global.

```
MPLSCore # config terminal
```

```
MPLSCore (config) # ip cef //Habilita el protocolo CEF en el router
```

```
MPLSCore (config) # mpls label protocol ldp //Define el protocolo LDP  
como protocolo para la distribución de las etiquetas
```

```
MPLSCore (config) # mpls ip //Habilita MPLS a nivel global
```

Figura 3.13. Comandos habilitación MPLSCore

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

A continuación se procede a configurar sus interfaces y habilitar MPLS.

```
MPLSCore (config) # interface loopback0
```

```
MPLSCore (config-if) # ip address 192.168.1.2 255.255.255.255
```

```
MPLSCore (config-if) # exit
```

```
MPLSCore (config) # interface FastEthernet0/0
```

```
MPLSCore (config-if) # mpls ip
```

```
MPLSCore (config-if) # ip address 192.168.3.3 255.255.255.0
```

```
MPLSCore (config-if) # no shutdown
```

```
MPLSCore (config-if) # exit
```

```
MPLSCore (config) # interface FastEthernet0/1
```

```
MPLSCore (config-if) # mpls ip
```

```
MPLSCore (config-if) # ip address 192.168.4.3 255.255.255.0
```

```
MPLSCore (config-if) # no shutdown
```

```
MPLSCore (config-if) # exit
```

```
MPLSCore (config) # ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.4.0
```

```
MPLSCore (config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.3.0
```

Figura 3.14. Comandos para ruta estática MPLSCore

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

En este último comando se ha añadido la ruta estática para que el router sepa por donde enviar los paquetes con destino a la subred 192.168.5.0/24, 192.168.2.0/24. También se ha habilitado el protocolo MPLS en la subred 192.168.3.0/24 y 192.168.4.0/24.

Una vez configurado el protocolo que usará el router para realizar la conmutación de etiquetas (CEF) y su distribución (LDP), se procede a realizar la configuración de OSPF para poder hacer el routing interno.

```
MPLSCore (config) # router ospf 1 // Configura el enrutamiento interno con OSPF con el identificador 1
```

```
MPLSCore (config-router) # mpls traffic-eng router-id loopback0 //Usa la interfaz de Loopback como identificador del router para Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLSCore (config-router) # mpls traffic-eng area 0 // Configura el área 0 como la área en la que habilita la Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLSCore (config-router) # network 192.168.1.2 0.0.0.0 area 0 // Habilita el interfaz de Loopback para usar OSPF y se asigna al área 0
```

```
MPLSCore (config-router) # network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.4.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLSCore (config-router) # network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.3.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLSCore (config-router) # exit
```

Figura 3.15. Comandos OSPF MPLSCore

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Una vez que ya estén los tres routers configurados, se verá cómo han quedado sus configuraciones usando los siguientes comandos.

```
MPLS1# show ip route // Nos muestra la tabla de rutas ip
```

Para ver el comportamiento del protocolo MPLS que se ha configurado, se ejecuta

MPLS1# show mpls forwarding-table

Tabla 3.2. LIB de MPLS1 en el escenario básico

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
16	17	192.168.5.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
18	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
19	Pop tag	192.168.0.2/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
20	20	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.3

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Se observa como los paquetes con destino a la subred 192.168.5.0/24 cambiarán su etiqueta del 16 al 17 al pasar por este router. Análogamente, si se ejecuta estos comandos en los otros dos routers, se obtendrá su configuración.

MPLSCore# show ip route

MPLSCore# show mpls forwarding-table

Tabla 3.3. LIB de MPLSCore en el escenario básico

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
17	Pop tag	192.168.5.0/24	56196236	Fa0/1	192.168.4.2
18	Pop tag	192.168.2.0/24	0	Fa0/0	192.168.3.2
19	Pop tag	192.168.0.1/32	0	Fa0/0	192.168.3.2
20	Pop tag	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.4.2

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Cabe destacar que como es el penúltimo router el que elimina la etiqueta, será el router central el que haga esta acción en nuestro escenario, tal como muestra la tabla anterior.

MPLS2# show ip route

MPLS2# show mpls forwarding-table

Tabla 3.4. LIB de MPLS2 en el escenario básico

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
17	18	192.168.2.0/24	0	Fa0/0	192.168.4.3
18	Pop tag	192.168.3.0/24	0	Fa0/0	192.168.4.3
19	19	192.168.0.1/32	0	Fa0/0	192.168.4.3
20	Pop tag	192.168.0.2/32	0	Fa0/0	192.168.4.3

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

3.2.4 Configuración de los Host Fuente y Destino

Una vez configuradas las tarjetas de red (Anexo 5) para la transmisión se realizan las pruebas correspondientes.

3.3. Pruebas de conexión entre extremos

Se debe comprobar que funciona la conexión extremo-extremo en ambos sentidos. Se entiende como conexión extremo-extremo aquella que va desde la "Fuente" hasta el "Destino" pasando a través de los 3 routers MPLS. Para ello se envía una serie de paquetes ICMP (Internet Control Message Protocol), o sea, pings a través de la red. Se conecta al Host "Fuente" (192.168.2.100) y se envía 4 paquetes al Host "Destino" (192.168.5.100)

```

C:\>
Microsoft Windows [Versión 6.2.9200]
(c) 2012 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\USUARIO HP>ping 192.168.5.100

Haciendo ping a 192.168.5.100 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.5.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=61
Respuesta desde 192.168.5.100: bytes=32 tiempo=2ms TTL=61
Respuesta desde 192.168.5.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=61
Respuesta desde 192.168.5.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=61

Estadísticas de ping para 192.168.5.100:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\USUARIO HP>
    
```

Figura 3.16. Ping desde la "Fuente" hacia el "Destino"

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Se puede observar cómo se han recibido los 4 paquetes y ninguno se ha perdido, por lo tanto se puede confirmar que hay conectividad extremo-extremo. Finalmente se va a realizar la misma prueba pero en sentido contrario, del Host "Destino" al Host "Fuente"

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Respuesta desde 192.168.5.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.5.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.5.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.5.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\Marcelo Ordoñez>ping 192.168.2.100

Haciendo ping a 192.168.2.100 con 32 bytes de datos:
192.168.2.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=125
Respuesta desde 192.168.2.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=125
Respuesta desde 192.168.2.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=125
Respuesta desde 192.168.2.100: bytes=32 tiempo<1m TTL=125

Estadísticas de ping para 192.168.2.100:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
  
```

Figura 3.17. Ping desde el "Destino" hacia la "Fuente"

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Igual que en el caso anterior la prueba de conexión ha sido un éxito.

3.4. Pruebas de FTP

3.4.1. Configuración del Smart FTP

Ahora que se tiene la red configurada y con conexión, se va a enviar un archivo de vídeo con el programa Smart FTP. Vea su configuración en el Anexo 6.

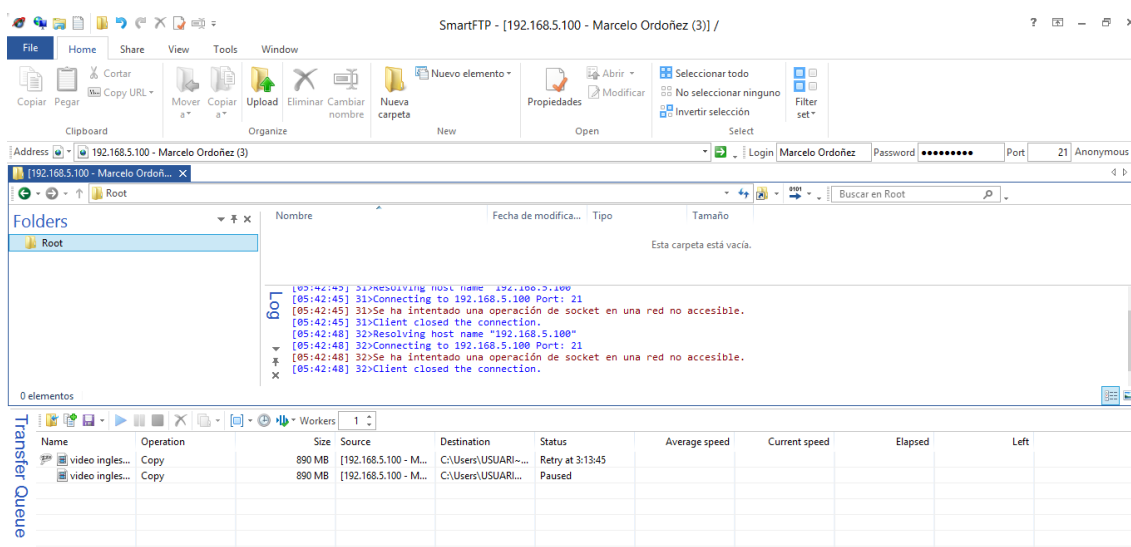


Figura 3.18. Envió de archivo en la "Fuente"

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

3.4.2. Resultados

Con esta configuración los archivos se reciben correctamente en el Host “Destino”. Adicionalmente se ha realizado una prueba con la emisión de un video con el programa VLC, vea su configuración en el Anexo 7.

3.5. Configuración del camino Backup

Una vez que esta nuestra red funcionando, se va a añadirle un nodo de Backup para dotar de redundancia al router MPLSCore. El nuevo escenario es el siguiente:

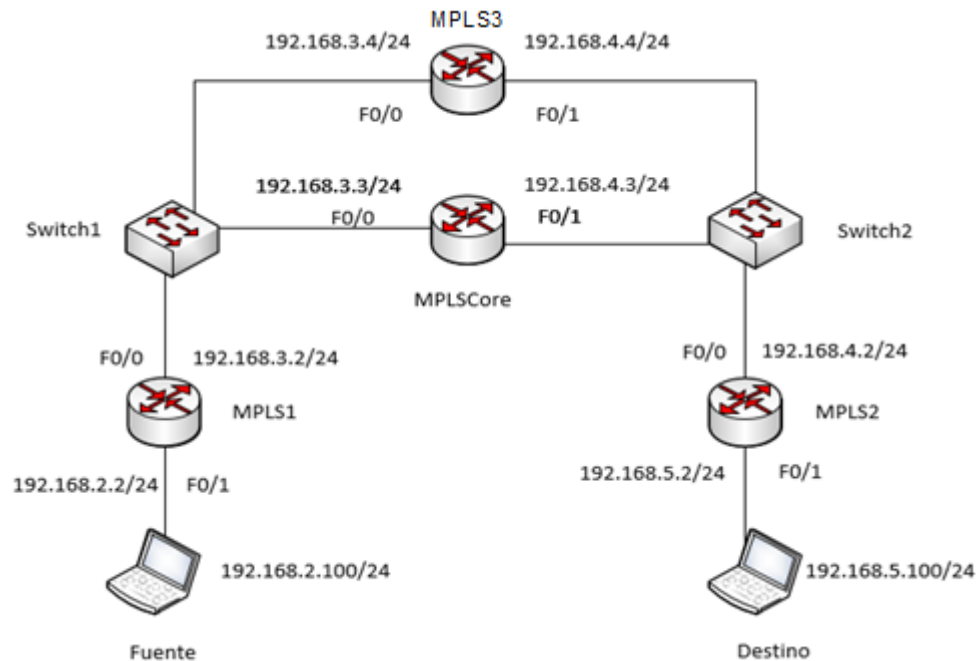


Figura 3.19. Escenario con Backup

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Como se puede observar se ha añadido el router MPLS3 entre los dos extremos, de modo que está en paralelo con el MPLSCore. El router de Backup trabaja solo cuando el router (MPLSCore) no consiga hacerlo, por una dificultad en el propio router o en alguno de sus enlaces. Como se ha visto anteriormente, la forma más sencilla de hacerlo sería aplicando el mecanismo de Fast Rerouting (FRR), pero los modelos de los 3 primeros routers no los soportan. Para solucionarlo se usa el protocolo OSPF, modificando el coste de los enlaces para que los routers solo vean el camino con menos coste.

El primer paso a realizar es configurar el router de Backup de la misma forma como se ha hecho con el MPLSCore, pero modificando las IP's de las interfaces.

Se le asigna un nombre al router, así como contraseñas para la consola y para editar la configuración.

```
Router > enable
```

```
Router # configure terminal
```

```
Router (config) # enable secret <nombre contraseña> //Habilita el password del enable
```

```
Router (config) # hostname MPLS3 //Introduce el nombre de MPLS3 para el router
```

```
MPLS3 (config) # line con 0
```

```
MPLS3 (config - con) # password <contraseña de la consola> //Define el password de la consola
```

```
MPLS3 (config - con) # login synchronous // evita que los mensajes inesperados que aparecen en pantalla, desplacen los comandos que se está escribiendo en el momento
```

```
MPLS3 (config) # line con vty 0 4 // Esta línea es para ingresar de manera remota al router de forma telnet o ssh
```

```
MPLS3 (config - con) # password <contraseña de la consola> //Define el password de las vty
```

```
MPLS3 (config - con) # login
```

```
MPLS3 (config - con) # exit
```

```
MPLS3 (config) # exit
```

Figura 3.20. Comandos configuración básica del router MPLS3

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Finalmente guarda todos los cambios en la memoria.

```
MPLS1 # copy running-config startup-config // Guarda los cambios
```

Para empezar ejecuta los comandos para habilitar el enrutamiento MPLS en el router de manera global

```
MPLS3|# config terminal

MPLS3 (config) # ip cef //Habilita el protocolo CEF en el router

MPLS3 (config) # mpls label protocol ldp //Define el protocolo LDP
como protocolo para la distribución de las etiquetas

MPLS3 (config) # mpls ip //Habilita MPLS a nivel global
```

Figura 3.21. Comandos habilitación MPLS3

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

A continuación se procede a configurar sus interfaces y habilitar MPLS.

```
MPLS3 (config) # interface loopback0

MPLS3 (config-if) # ip address 192.168.4.3 255.255.255.255

MPLS3 (config-if) # exit

MPLS3 (config) # interface FastEthernet0/0

MPLS3 (config-if) # mpls ip

MPLS3 (config-if) # ip address 192.168.3.4 255.255.255.0

MPLS3 (config-if) # no shutdown

MPLS3 (config-if) # exit

MPLS3 (config) # interface FastEthernet0/1

MPLS3 (config-if) # mpls ip

MPLS3 (config-if) # ip address 192.168.4.4 255.255.255.0

MPLS3 (config-if) # no shutdown

MPLS3 (config-if) # exit

MPLS3 (config) # ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.4.0

MPLS3 (config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.3.0
```

Figura 3.22. Comandos para ruta estática MPLS3

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

En este último comando se ha añadido la ruta estática para que el router sepa por donde enviar los paquetes con destino a la subred 192.168.5.0/24, 192.168.2.0/24.

También se ha habilitado el protocolo MPLS en la subred 192.168.3.0/24 y 192.168.4.0/24.

Una vez configurado el protocolo que usará el router para realizar la conmutación de etiquetas (CEF) y su distribución (LDP), se procede a realizar la configuración de OSPF para poder hacer el routing interno

```
MPLS3 (config) # router ospf 1 // Configura el enrutamiento interno con OSPF con el identificador 1
```

```
MPLS3 (config-router) # mpls traffic-eng router-id loopback0 //Usa la interfaz de Loopback como identificador del router para Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLS3 (config-router) # mpls traffic-eng area 0 // Configura el área 0 como la área en la que habilita la Ingeniería de Tráfico
```

```
MPLS3 (config-router) # network 192.168.1.4 0.0.0.0 area 0 // Habilita el interfaz de Loopback para usar OSPF y lo asignamos al área 0
```

```
MPLS3 (config-router) # network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.3.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLS3 (config-router) # network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0 // Habilita la subred 192.168.3.0/24 para usar OSPF y lo asigna al área 0
```

```
MPLS3 (config-router) # exit
```

Figura 3.23. Comandos OSPF MPLS3

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Con esta configuración la red ya es capaz de transmitir un paquete desde el Host “Origen” hasta el Host “Destino” por el camino con menos coste, que ahora mismo es idéntico, ya sea a través del router MPLSCore como por el MPLS3. Se puede ver cómo queda la tabla de rutas y de etiquetas MPLS en el router MPLS1:

```
MPLS1# show ip route
```

Tabla 3.5. LIB en MPLS1 con dos caminos

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
16	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.4
	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
18	Pop tag	192.168.0.2/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
19	16	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
	18	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
20	19	192.168.5.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.4
	19	192.168.5.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
21	Pop tag	192.168.0.4/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
22	Untagged	192.168.2.100/32	0	Fa0/0	192.168.2.101

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

En este caso todo el tránsito con destino a la red 192.168.5.0/24 iría con la etiqueta 20 a través del router MPLS3 (192.168.3.4), porque es la primera que se ha añadido a la red, y no se podrá decir que router se prioriza.

Si hubiera un problema con el router MPLS3 el tránsito se redirigiría automáticamente hacia el otro router (MPLSCore 192.168.3.3), pero no volvería al router MPLS3 cuando volviera a estar online porque su etiqueta se añadiría debajo de la del salto 192.168.3.3. Para solucionar este comportamiento, que no es el deseado, se tiene que modificar el coste de las interfaces.

Lo que se hará es aumentar el coste de las interfaces entre el router MPLS1 y MPLS3, y entre el MPLS3 y el MPLS2. De este modo, el protocolo OSPF encontrará dos caminos del Host "Origen" al Host "Destino", pero uno de ellos con un coste superior al otro, y por tanto lo desestimaré.

Cuando el router MPLSCore falle, solo habrá un camino disponible (aunque tenga un coste alto) y todo el tráfico irá a través de él. En el momento en que se recupere el router MPLSCore, se volverá a estar en la primera situación y por lo tanto se desestimara el camino con más coste. Para modificar el coste, simplemente hay que entrar en la configuración del interfaz e introducir el siguiente comando:

MPLS3 (config-if) # ip ospf cost 10 //Asigna el coste del interfaz a 10

MPLS3 (config-if) # ip ospf hello-interval 2 //Modifica el intervalo entre los mensajes "hello"

MPLS3 (config-if) # ip ospf dead-interval 5 //Modifica el intervalo entre los mensajes "dead"

Figura 3.24. Comandos para coste MPLS3

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

El intervalo de los mensajes "dead" es el tiempo que tarda el router para decidir que un router ya no está disponible, y por lo tanto eliminarlo de las tablas de enrutamiento. Por otro lado, el intervalo de mensajes "hello" es el tiempo entre que el router envía mensajes a los otros routers para notificar que está activo. Estos dos tiempos tienen que ser los mismos en todas las interfaces de una misma subred, y por lo tanto se tendrán que modificar en los routers MPLS1 y MPLS2.

Con esta modificación, las rutas y etiquetas quedan del siguiente modo:

Tabla 3.6. LIB en MPLS1 con el Backup configurado

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
16	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
17	Pop tag	192.168.0.2/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
18	Pop tag	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
19	18	192.168.5.0/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
20	19	192.168.0.3/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
21	Pop tag	192.168.0.4/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
22	Pop tag	192.168.2.100/32	0	Fa0/0	192.168.2.101

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Se puede observar como el protocolo OSPF ha eliminado las rutas perteneciente al router MPLS3 (Solo queda la ruta de su interfaz de Loopback, ya que es el único router que tiene acceso a esa interfaz).

Con esta configuración todo el tránsito irá a través del router MPLSCore. Ahora, si se desconecta el interfaz 192.168.3.3 del router MPLSCore, el protocolo OSPF encontrará el único camino disponible:

Tabla 3.7. LIB en MPLS1 con Backup active

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
16	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.4
18	17	192.168.0.2/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
19	16	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
20	19	192.168.5.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.4
21	Pop tag	192.168.0.4/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
22	Untagged	192.168.2.100/32	0	Fa0/0	192.168.2.101

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Si ahora el interfaz original se vuelve a recuperar, todo el tránsito vuelve a él:

Tabla 3.8. LIB en MPLS1 con el enlace principal recuperado

Local Tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing Interface	Next Hop
16	Pop tag	192.168.4.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
18	Pop tag	192.168.0.2/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
19	18	192.168.0.3/32	0	Fa0/1	192.168.3.3
20	19	192.168.5.0/24	0	Fa0/1	192.168.3.3
21	Pop tag	192.168.0.4/32	0	Fa0/1	192.168.3.4
22	Untagged	192.168.2.100/32	0	Fa0/0	192.168.2.101

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Como se ha podido observar, el tránsito siempre, y únicamente, viaja a través del router MPLSCore que se ha definido como el router “principal”. Sólo en el caso de que el tráfico a través de este camino sea imposible, se usará el router de backup MPLS3.

3.6. Configuración del Balanceo de Carga

Para configurar la opción del Balanceo de Carga se tiene dos opciones. En la primera opción se usará el mismo método que con el Backup: modificar el coste de los interfaces para que el tráfico viaje a través del router que se indique en cada momento. De este modo, los comandos que se tendrán que usar son los siguientes en cada interfaz del que se quiere modificar el coste:

```
MPLS3 (config-if) # ip ospf cost 10 //Asigna el coste del interfaz a 10  
  
MPLS3 (config-if) # ip ospf hello-interval 2 //Modifica el intervalo entre los mensajes "hello"  
  
MPLS3 (config-if) # ip ospf dead-interval 5 //Modifica el intervalo entre los mensajes "dead"
```

Figura 3.25. Comandos para balanceo de carga

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Se debe tener en cuenta, como se ha dicho antes, que los intervalos de tiempo del hello y dead tienen que ser iguales en todos los interfaces de una misma red. El tráfico viajará siempre por la ruta con menos coste y solo cambiará de ruta cuando se cambie el coste manualmente.

Por otro lado, la opción de que el router envíe un paquete por cada una de las rutas disponibles, dividiendo así la carga en cada una de las rutas. Para configurar esta segunda opción, simplemente hay que asignar el mismo coste a cada una de las rutas y habilitar el siguiente comando en el interfaz que se quiere que balancee la carga:

```
MPLS1 (config-if) # ip load-sharing per-paquet //Indica al interfaz que balancee la carga paquete a paquete
```

Si por ejemplo hay 3 rutas disponibles, y de igual coste, los paquetes se distribuirían de la siguiente manera:

Tabla 3.9. Ejemplo de funcionamiento del balanceo por paquete

PAQUETES	RUTAS
Paquete 1	Ruta 1
Paquete 2	Ruta 2
Paquete 3	Ruta 3
Paquete 4	Ruta 1
Paquete 5	Ruta 2
.....

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Es posible que este método implique que se reciban los paquetes en destino de manera desordenada, ya que una ruta puede ser más rápida que otra. Será responsabilidad del protocolo de transporte, o de la aplicación, reordenar los paquetes.

3.7. Configuración del punto de acceso Wifi

Con la red ya configurada y con un camino de Backup para darle redundancia, el siguiente paso a seguir es añadirle un punto de acceso Wifi al final de los routers. De esta manera, el escenario es el siguiente:

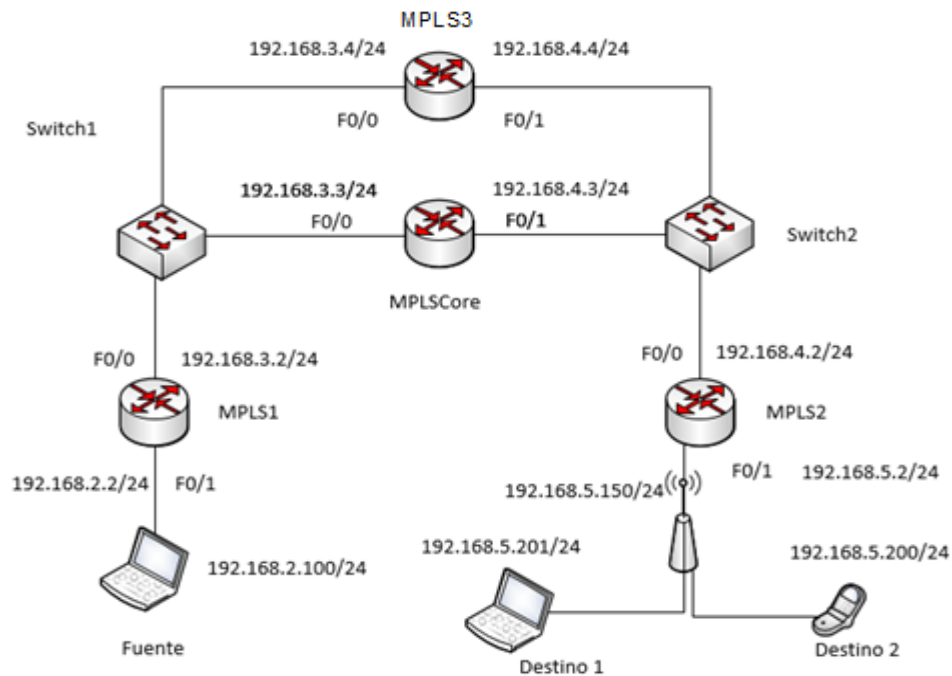


Figura 3.26. Escenario con Backup y Wifi

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

Como lo que se quiere es ver cómo se comporta el tráfico MPLS a través de un punto de acceso inalámbrico, se va a configurar este de la manera más sencilla posible: Sin autenticación ni protocolo DHCP. Por lo tanto el cliente que se conecte al punto Wifi, tendrá que introducir manualmente su ip, máscara de subred y Gateway.

Se realiza la configuración del punto de acceso (Anexo 8).

Ya configurado el punto de acceso, se pasa a configurar los terminales clientes.

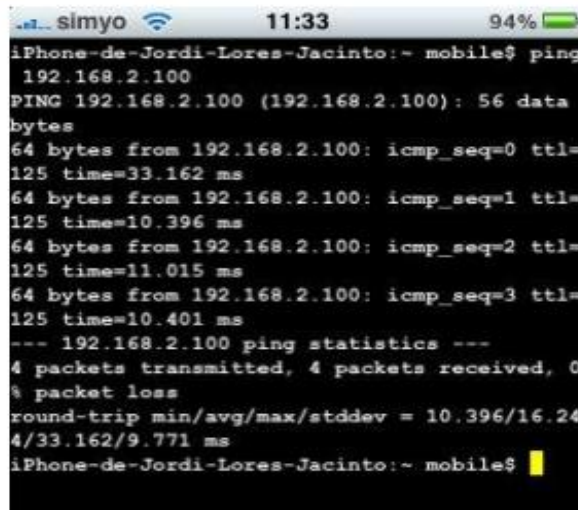
Para probar el correcto funcionamiento de la interfaz, se ha utilizado un celular Samsung Galaxy Ace Duos:



Figura 3.27. Configuración de red del interfaz móvil

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

La dirección del Gateway (o router) debe ser la del router y no la ip del punto de acceso, ya que este solo interviene para realizar la conversión de medios de los paquetes, y no para enrutarlos. Con esta configuración se ha realizado un ping a la Fuente (192.168.2.100) para comprobar que la transmisión es correcta.



```
simyo 11:33 94%
iPhone-de-Jordi-Lores-Jacinto:~ mobile$ ping
192.168.2.100
PING 192.168.2.100 (192.168.2.100): 56 data
bytes
64 bytes from 192.168.2.100: icmp_seq=0 ttl=
125 time=33.162 ms
64 bytes from 192.168.2.100: icmp_seq=1 ttl=
125 time=10.396 ms
64 bytes from 192.168.2.100: icmp_seq=2 ttl=
125 time=11.015 ms
64 bytes from 192.168.2.100: icmp_seq=3 ttl=
125 time=10.401 ms
--- 192.168.2.100 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received, 0
% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 10.396/16.24
4/33.162/9.771 ms
iPhone-de-Jordi-Lores-Jacinto:~ mobile$
```

Figura 3.28. Ping entre el dispositivo móvil y la "Fuente"

Fuente: Walter Ordoñez (2014)

3.8. Configuración de QoS

Para asignar QoS en MPLS se tienen que seguir 3 pasos:

- Definir las clases de tráfico
- Definir las políticas de QoS
- Asignar a qué interfaces se aplican las políticas

3.8.1. Definir las clases de tráfico

Para definir las clases de tráfico se utiliza el comando `class-map` seguido de `match-any` o `match-all`, dependiendo de si se quiere que cumpla todas las condiciones o solo una de ellas, y del nombre de la clase.

En nuestro caso se podría diferenciar dos tipos de clase: los paquetes con destino una red Ethernet, y los paquetes con destino una red Wifi.

```
MPLS1 (config) # class-map match-all Ethernet // crea la clase  
"Ethernet" que debe cumplir todas las condiciones
```

```
MPLS1 (config-cmap) # match dscp CS1 // crea la condición que el  
paquete tenga el campo DSCP igual a CS1
```

Figura 3.29. Comandos para tipos de clases

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Ahora se aplica los mismos comandos, pero para crear la clase adecuada para la Wifi

```
MPLS1 (config) # class-map match-all Wifi // crea la clase "Wifi" que debe cumplir todas las condiciones
```

```
MPLS1 (config-cmap) # match dscp CS2 // crea la condición que el paquete tenga el campo DSCP igual a CS2
```

```
MPLS1 (config-cmap) # exit // sale de la configuración de la clase
```

```
MPLS1 (config) # class-map match-all videoEthernet // crea la clase "videoEthernet" que debe cumplir todas las condiciones
```

```
MPLS1 (config-cmap) # match mpls experimental 1 // crea la condición que el paquete tenga el campo EXP igual a 1
```

```
MPLS1 (config-cmap) # exit // sale de la configuración de la clase
```

```
MPLS1 (config) # class-map match-all videoWifi // crea la clase "videoWifi" que debe cumplir todas las condiciones
```

```
MPLS1 (config-cmap) # match mpls experimental 2 // crea la condición que el paquete tenga el campo EXP igual a 2
```

```
MPLS1 (config-cmap) # exit // sale de la configuración de la clase
```

Figura 3.30. Comandos para clase Wifi

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Ahora mismo puede que no quede muy clara la función de estas dos últimas clases, pero se entenderá mejor después de asignar las políticas a los interfaces.

3.8.2. Definir políticas de QoS

Para definir las políticas de QoS se debe utilizar el comando `policy-map` seguido del nombre de la política.

```

MPLS1 (config) # policy-map marcarEXP1 // crea la política
"marcarEXP1"

MPLS1 (config-pmap) # class Ethernet // asigna la clase "Ethernet"
a esta política

MPLS1 (config-pmap) # set mpls experimental 1 // la política
marcará los paquetes de la clase con el campo EXP igual a 1

MPLS1 (config-pmap) # end // sale de la configuración de la política

MPLS1 (config) # policy-map marcarEXP2 // crea la política
"marcarEXP2"

MPLS1 (config-pmap) # class Wifi // asigna la clase "Wifi" a esta
política

MPLS1 (config-pmap) # set mpls experimental 2 // la política
marcará los paquetes de la clase con el campo EXP igual a 2

MPLS1 (config-pmap) # end // sale de la configuración de la política

```

Figura 3.31. Comandos políticas QoS

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

Ahora se va a crear las políticas que realmente modificarán el comportamiento del tráfico:

Por ejemplo se puede definir que todo el tráfico que supere los 5Mbps con destino una red Ethernet sea descartado. Así mismo, todo el que supere 3Mbps con destino una red Wifi también será descartado.

```

MPLS1 (config) # policy-map shapeEthernet // crea la política
"shapeEthernet"

MPLS1 (config-pmap) # class videoEthernet // asigna la clase
"videoEthernet" a esta política

MPLS1 (config-pmap) # shape peak 500000 // la política descartará
los paquetes que superen los 5Mbps

MPLS1 (config-pmap) # end // sale de la configuración de la política

MPLS1 (config) # policy-map shapeWifi // crea la política "shapeWifi"

```

```
MPLS1 (config-pmap) # class videoWifi // asigna la clase "videoWifi"  
a esta política
```

```
MPLS1 (config-pmap) # shape peak 300000 // la política descartará  
los paquetes que superen los 3Mbps
```

```
MPLS1 (config-pmap) # end // sale de la configuración de la política
```

Figura 3.32. Comandos para modificar el tráfico

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

3.8.3. Asignar las políticas a los interfaces

Ahora que ya se tiene definidas las clases de servicios y las políticas, solo queda asignar dichas políticas a los interfaces. Para hacerlo se debe usar el comando service-policy.

```
MPLS1 (config) # interface f0/0 //Entra en la configuración del  
interfaz f0/0
```

```
MPLS1 (config-if) # service-policy input marcarEXP1 // Asigna la  
política "marcarEXP1" a la entrada de la interfaz
```

```
MPLS1 (config-if) # exit// Sale de la configuración del interfaz
```

```
MPLS1 (config) # interface f0/1 //Entra en la configuración del  
interfaz f0/1
```

```
MPLS1 (config-if) # service-policy output shapeEthernet // Asigna la  
política "shapeEthernet" al interfaz de salida f0/1
```

Figura 3.33. Comandos para asignar políticas

Fuente: Comandos Cisco, http://www.pedroescribano.com/docs/comandos_router.pdf

El total de pasos que se ha seguido se pueden resumir en el siguiente diagrama:

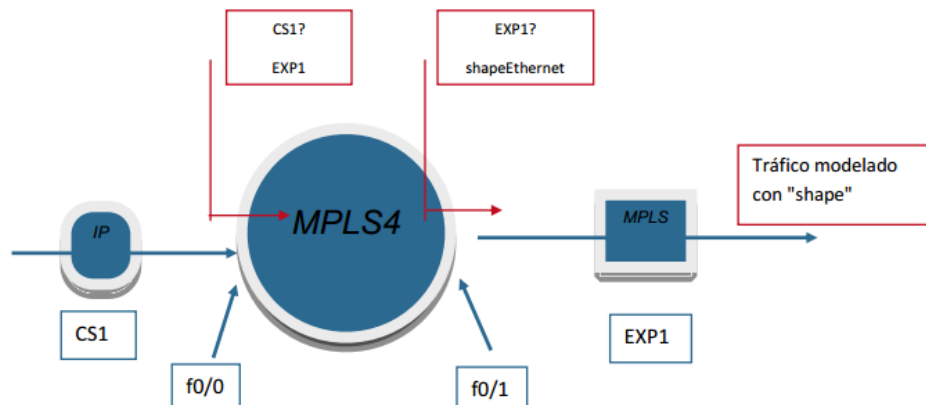


Figura 3.34. Diagrama de la aplicación del QoS

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11730/1/PFC.pdf>

En este diagrama se recoge de forma esquemática el proceso que sigue un paquete que entra en la red MPLS cuando está configurada una política de QoS para modelar el tráfico de Ethernet. El caso de Wifi sería equivalente:

1. Llega un paquete IP
2. La interfaz de entrada (f0/0) comprueba si el campo DSCP del paquete es CS1 (Si su destino es una red Ethernet, tendrá marcado su campo DSCP con el valor "CS1"). En caso afirmativo, marca el paquete con el campo EXP igual a 1
3. La interfaz de salida (f0/1) comprueba si el campo EXP del paquete es igual a 1, si lo es, aplica la política "shapeEthernet"

Esta solución parece un poco rebuscada, ya que parece más sencillo que el interfaz de salida comprobara si el campo DSCP del paquete tiene el valor "CS1" y entonces aplique la política. El problema es que el paquete que sale de la interfaz de salida ya no es un paquete IP, sino que es un paquete MPLS, y por lo tanto el interfaz no encuentra el campo DSCP.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En este Proyecto se ha configurado una red MPLS y se ha interconectado con distintas redes. Si se analizan los objetivos que se propuso, se ve que estos se han cumplido ampliamente.
- Se ha estudiado la arquitectura y el funcionamiento del protocolo MPLS, y se ha aprendido a usar los comandos básicos para la configuración de una pequeña red.
- Con esta pequeña red configurada, se ha establecido una conexión extremo-extremo y se ha verificado su correcto funcionamiento.
- Se ha añadido un camino de backup para dotar de redundancia a la red, y de balanceo de carga para repartir el ancho de banda. Además, se ha configurado la red para que actúen estos mecanismos de forma automática.
- Una vez configurados estos mecanismos, se ha realizado diversas pruebas para comprobar cómo responde la red MPLS al conectarle distintas redes heterogéneas y con tráfico de video real.
- Además, se ha estudiado como implementar mecanismos de QoS a través de la red MPLS y probar su funcionamiento.
- Con referencia a las pruebas realizadas, se ha podido constatar que los routers utilizan la técnica de extracción de etiquetas en el penúltimo salto (Penultimate Hop Popping). Este hecho se ha observado al analizar el proceso de gestión de etiquetas de los routers, que concuerda con su tabla de "forwarding".
- Gracias al "marcador" se ha podido comprobar el funcionamiento de la técnica de marcado de tráfico con DiffServ para dotar a nuestra red de cierto QoS. Con una pequeña prueba con la política "shape" (para delimitar el tráfico enviado a cierto caudal máximo) se ha concluido la correcta configuración de las clases y políticas de QoS, y nos abre amplias posibilidades para la obtención de la QoS deseada en cada flujo de tráfico enviado.
- Con todo ello, en mi opinión no cabe duda que MPLS representa el futuro de las redes de transporte. Su condición de multiprotocolo y su capacidad para ofrecer mecanismos de QoS convierten en MPLS en el mejor sistema para conseguir la mejor eficiencia de una red.

Recomendaciones

Finalmente se plantean posibles líneas futuras de trabajo para complementar o continuar con el Proyecto:

- Repetir las pruebas con otras redes conectadas a la red MPLS, como Bluetooth o redes 3G.
- Poder realizar las pruebas a través de los túneles IPIP, conectado a la red MPLS ha otras remotas.
- Realizar más pruebas de QoS con más flujos simultáneos, para poder implementar nuevas políticas.
- Disponer de más routers para poder configurar más caminos, y redes más complejas.
- Comprar una tarjeta de red para adaptar en una de las computadoras de la Ulsrael para continuar con las prácticas de ingeniería de tráfico, ya de esta manera podrá trabajar como un marcador de campo DSCP.

Bibliografía

Henao, J. S. (2010). *MPLS, GMPLS, ASON*.

Moyano, R. F. (Nov de 2006). *Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones*. Obtenido de Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/209>

Vivek Alwayn. *Advanced MPLS Design and Implementation*. Cisco Press. USA. 2002

Moyano Rodrigo. *Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS)*. Nov 2006

Uyless Black. *MPLS and label switching networks*. Prentice Hall. 2002

F. Le Faucheur. "Requirements for Support of Differentiated Services-Aware MPLS Traffic Engineering". June 2003.

Figuerola. "A traffic engineering prototype for autoprovisioning services in IP/DiffServ/MPLS networks". Julio 2010.

P. Almquist. "Type of Service in the Internet Protocol Suite". July 1992

K. Nichols; S. Blake. "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers". December 1998

S. Blake. "An Architecture for Differentiated Services". December 1998

E.Rosen, A.Viswanathan and R.Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture". January 2001

ANEXO 1

ROUTER CISCO 1841 Y 2801 DATASHEET

ANEXO 2

ROUTER CISCO 2600 DATASHEET

ANEXO 3

SWITCH CISCO CATALYST 2600 DATASHEET

ANEXO 4
COSTOS DEL PROYECTO

COSTO DEL PIC

MATERIALES	CANTIDAD	VALOR
Router Cisco 2801	2	\$700
Router Cisco 2600	1	\$300
Router Cisco 1841	1	\$200
Switch cisco Catalyst 2960	2	\$800
Cables patch core 5e	10	\$40
Cable de consola	1	\$20
IOS para actualización (software con MPLS)	4	\$200
Costo de envío desde USA	2	\$150
Impresiones	300	\$10
Rack para routers	1	150
Bandejas para rack	2	30
TOTAL		\$2600

ANEXO 5

Configuraciones para los Host Fuente y Destino

Configurar la tarjeta de red en Windows

Configuración de los Host Fuente y Destino

Primero se necesitan que las dos computadoras tengan el mismo Sistema Operativo, para estas pruebas se utilizará Windows 7. Adicionalmente se tendrá que configurar estos dos host de manera que permitan el envío de información utilizando el software Smart FTP. Para esto se hará la activación de algunos servicios en Windows 7 que por defecto vienen apagados.

Configurar la tarjeta de red en Windows, el mismo procedimiento para ambas tarjetas:

1.- Haga clic en el botón “Inicio”, luego en “Panel de Control”.



Figura: Ubicación Panel de control

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

2.- Haga doble clic en el icono “Conexiones de Red e Internet”.



Figura: Conexiones de Red e Internet

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

3.- Luego haga clic en “Conexiones de Red”.



Figura: Conexiones de red

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

4.- Haga doble clic en el icono “Conexión de área local”.

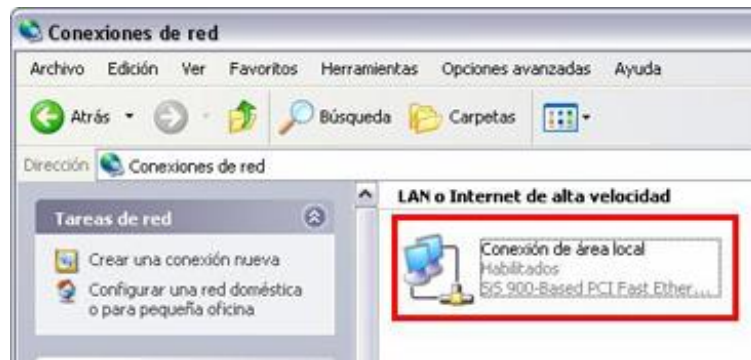


Figura: Tarjeta para configurar

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

5.- Haga clic en “Propiedades”.



Figura: Propiedades de la tarjeta de red

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

6.- Escoja "Protocolo Internet (TCP/IP)" y después presione "Propiedades".

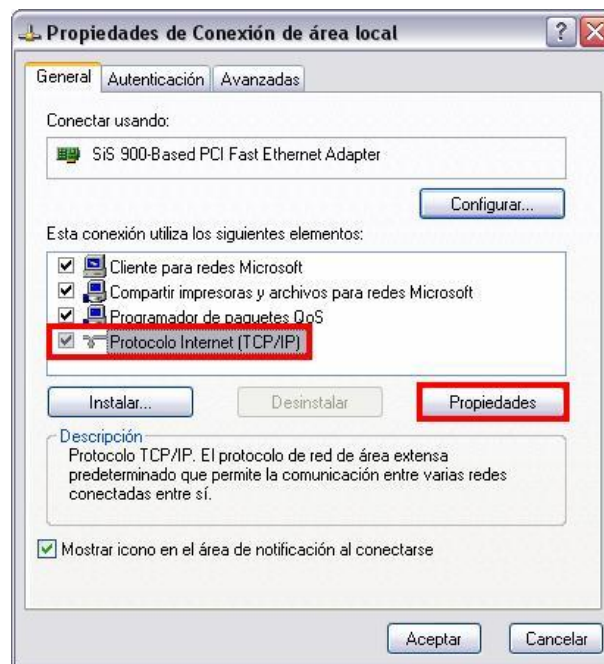


Figura: Opción TCP/IP

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

7.- Aparece una ventana con campos en blanco inactivos, deberá escoger la opción "Usar la siguiente dirección IP:", al presionar esta opción se activarán los campos en blanco.

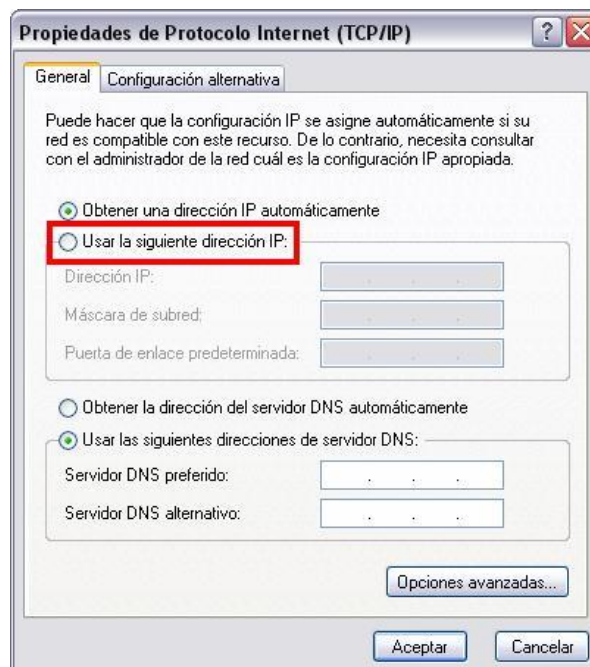


Figura: Campo de direcciones automáticas o estáticas

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

8.- Ingresar los parámetros de configuración de la red.

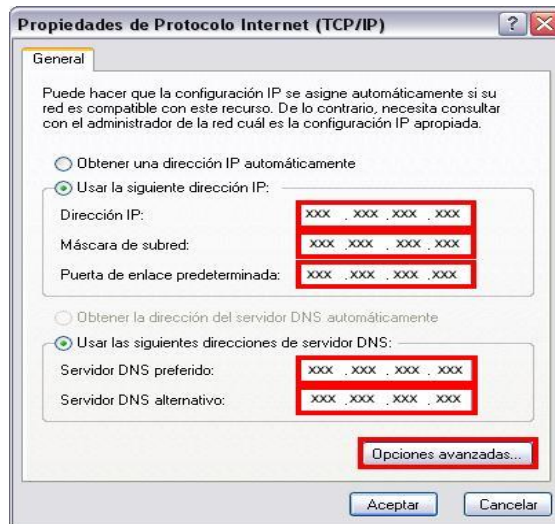


Figura: Asignación de rutas

Fuente: Universidad de los Andes (Venezuela)

Ahora para acceder a un equipo de forma remota, se debe tener en cuenta que se puede encontrar que al hacer PING no haya respuesta, esto puede ser porque el router tenga inhabilitado los pings o porque haya un cortafuegos (firewall) que no lo permita, si este es el caso deshabilitarlo.

Para indicar a nuestro Windows 7 que se quiere acceder remotamente, se da clic con el botón secundario (derecho) en el icono de Mi PC. Dar clic en la solapa **Remoto** y marcar la casilla **Permitir que los usuarios se conecten de manera remota a este equipo**

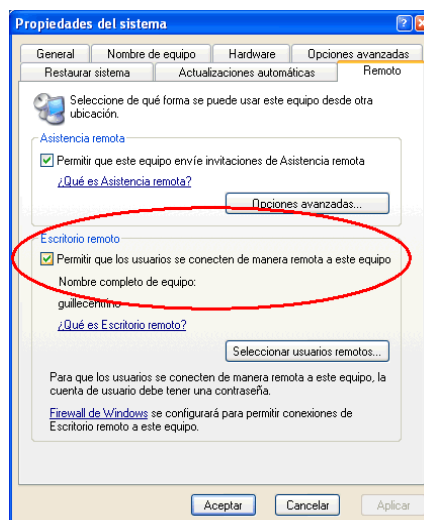


Figura: Permitir acceso al escritorio remoto de Windows XP.

Fuente: <http://www.mundoprogramacion.com/sistema/escritorioremoto.htm>

ANEXO 6

Configuraciones para los Host Fuente y Destino

Instalar y configurar el servidor IIS en Windows y Smart FTP

¿Cómo instalar el servidor IIS en Windows?

En Windows los archivos necesarios para funcionar el Administrador de Internet Information Services IIS están incluidos en el sistema, aunque no vienen instalados en el servidor de forma predeterminada.

Para instalar IIS en Windows 7:

1.- Se dirige a Panel de Control.

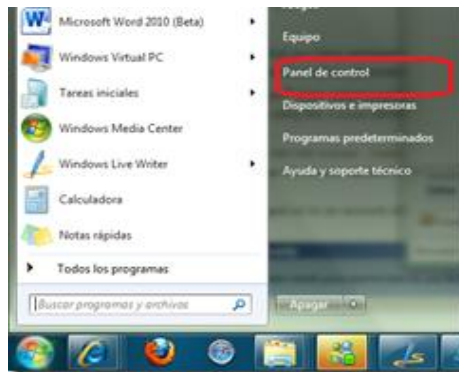


Figura: Ubicación Panel de control

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

2.-De clic en Programas



Figura: Ubicación Programas

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

3.-Ahora de clic en Activar o desactivar las características de Windows

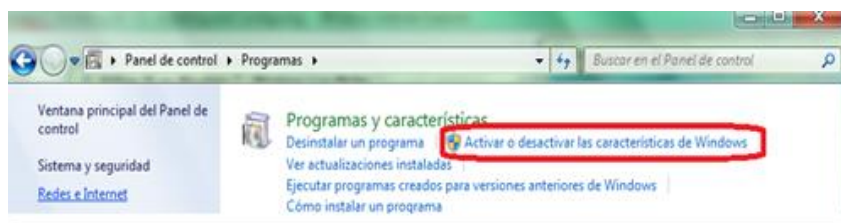


Figura: Ubicación Programas y características

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

4.- Espere un momento a que se llene la lista y busque Internet Information Services, lo activa dando clic en el pequeño cuadro de su izquierda. Presione Aceptar

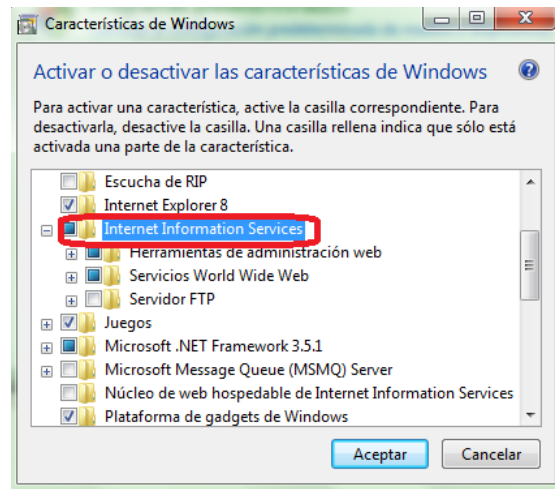


Figura: Activación Internet Information Services

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

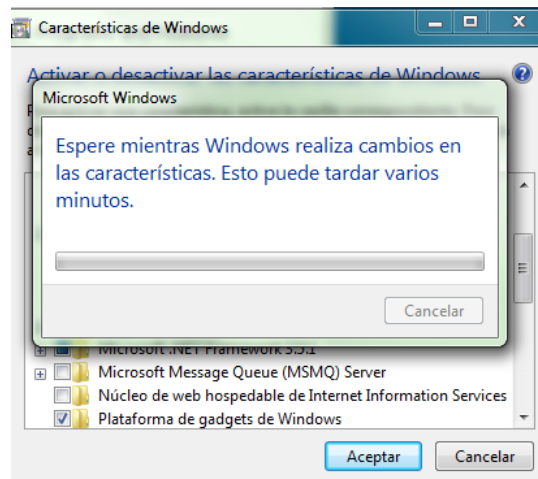


Figura: Ventana de carga de cambios

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

5.- Para verificar que nuestra instalación fue satisfactoria, entre a Panel de control → Herramientas administrativas

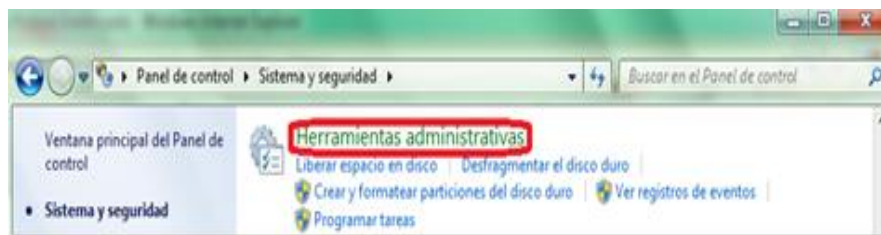


Figura: Ubicación Herramientas administrativas

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

6.- Si aparece Administrador de Internet Information Services (IIS), entonces ya ahora si casi está listo.

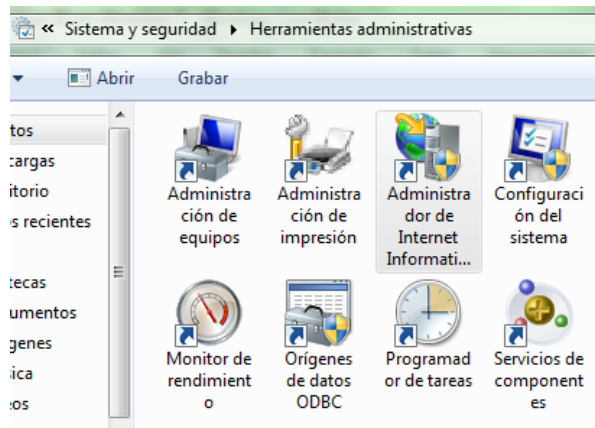


Figura: Ubicación Administrador de Internet Infomation Services (IIS)

Fuente: <http://darkchicles.wordpress.com/2009/12/01/activar-iis-en-windows-7/>

7.- Una vez en el IIS, se podrá administrar y configurar nuestro servidor FTP, en primer lugar se crea un sitio FTP, para ello pulse con el botón derecho del mouse sobre el nombre del equipo (en este ejemplo "PCWSEVEN"), en el menú emergente se pulsa en "Agregar sitio FTP...":

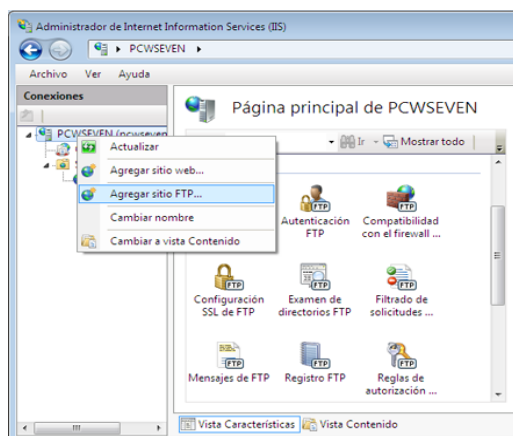


Figura: Agregar sitio web para FTP

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

8.- Introduce los datos en "Información del sitio" para nuevo sitio FTP:

Nombre del sitio FTP: ponga aquí el nombre que tendrá el sitio FTP.

Ruta de acceso física: introducir la unidad y carpeta del equipo con Microsoft Windows 7 donde se alojarán los ficheros del sitio FTP.

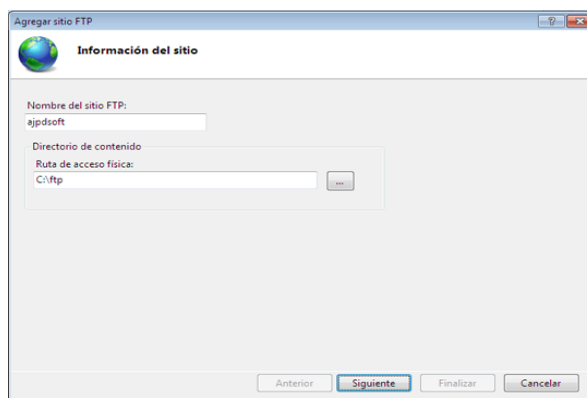


Figura: Nombre y ruta para el sitio FTP

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

9.- Los siguientes datos (en "Configuración de enlaces y SSL"):

Enlace - Dirección IP: en este campo se indica la dirección IP que se le asignará a este sitio FTP.

Puerto: Por defecto el 21.

Habilitar nombres de host virtuales: si se quiere tener varios sitios FTP en un equipo con una sola dirección IP y que sean accesibles desde fuera del equipo (LAN o Internet) se marcar "Habilitar nombres de host virtuales" e indicar el nombre del sitio ftp que se desea establecer.

Iniciar sitio FTP automáticamente: marque esta opción para que el servicio del sitio FTP se inicie automáticamente al arrancar el equipo.

Sin SSL: esta opción de Secure Sockets Layer (Protocolo de Capa de Conexión Segura) desactiva este protocolo.

Permitir: con esta opción se tiene la posibilidad de conexión SSL o sin SSL.

Requerir SSL: marcando esta opción sólo se podrá conectar mediante SSL.

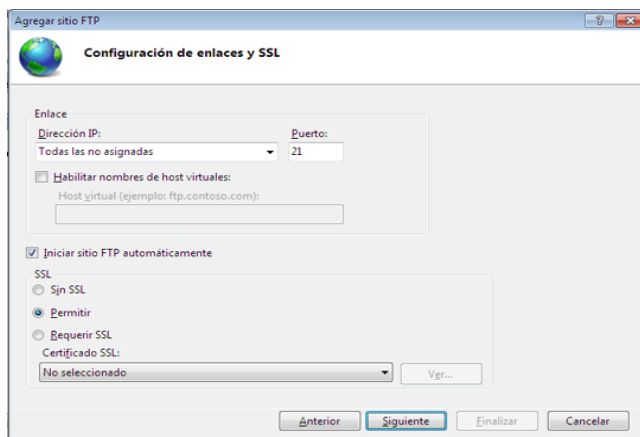


Figura: Configuración de enlaces y SSL

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

10.- En "Información de autenticación y autorización" se indican las siguientes opciones:

Autenticación anónima: es un método de autenticación integrado que permite a los usuarios el acceso a cualquier contenido público proporcionando un nombre de usuario anónimo y una contraseña.

Autenticación básica: es un método de autenticación integrado que requiere que los usuarios proporcionen un nombre de usuario de Windows y una contraseña válidos para obtener acceso al contenido. La cuenta de usuario puede ser local en el servidor FTP o una cuenta de dominio. La autenticación básica transmite contraseñas no cifradas por la red. Solo se debe utilizar la autenticación básica cuando se tenga la certeza de que la conexión entre el cliente y el servidor está protegida con SSL.

Autorización: podremos indicar los usuarios del equipo Windows que tendrán permisos de acceso a la carpeta del sitio FTP:

En "Permitir el acceso a" podremos indicar:

Todos los usuarios: Los usuarios del equipo tendrán los permisos indicados (lectura y/o escritura).

Usuarios anónimos: cualquier usuario tendrá los permisos indicados.

Roles o grupos de usuarios especificados: los grupos indicados tendrán los permisos de lectura y/o escritura.

Usuarios especificados: los usuarios indicados tendrán los permisos de lectura y/o escritura.

En "Permisos" se coloca a los usuarios o grupos indicados que puedan leer o escribir en la carpeta del sitio FTP.

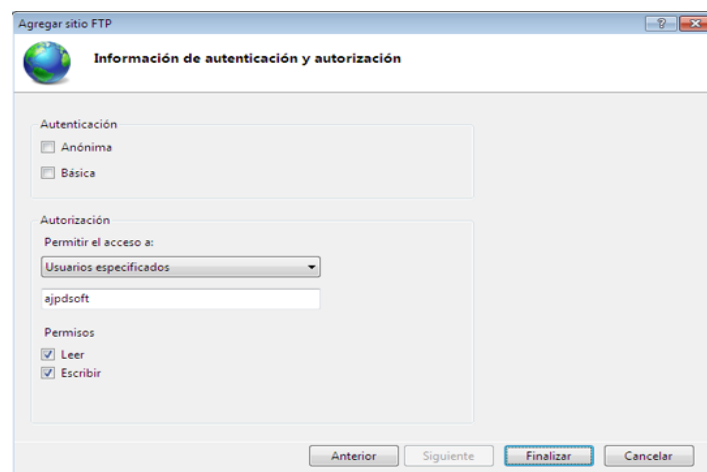


Figura: Información de autenticación y autorización

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

11.- Una vez creado el sitio FTP, se administrará y configurará desde el Administrador de Internet Information Services (IIS):

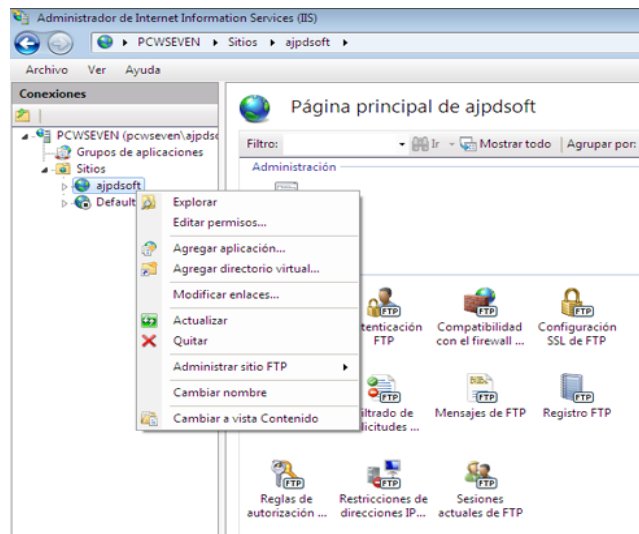


Figura: Configuración en IIS

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

12.- Una vez ya activado y configurado el IIS, se procede a descargarse el programa Smart FTP, el cual nos permitirá realizar envío de documentación vía FTP.

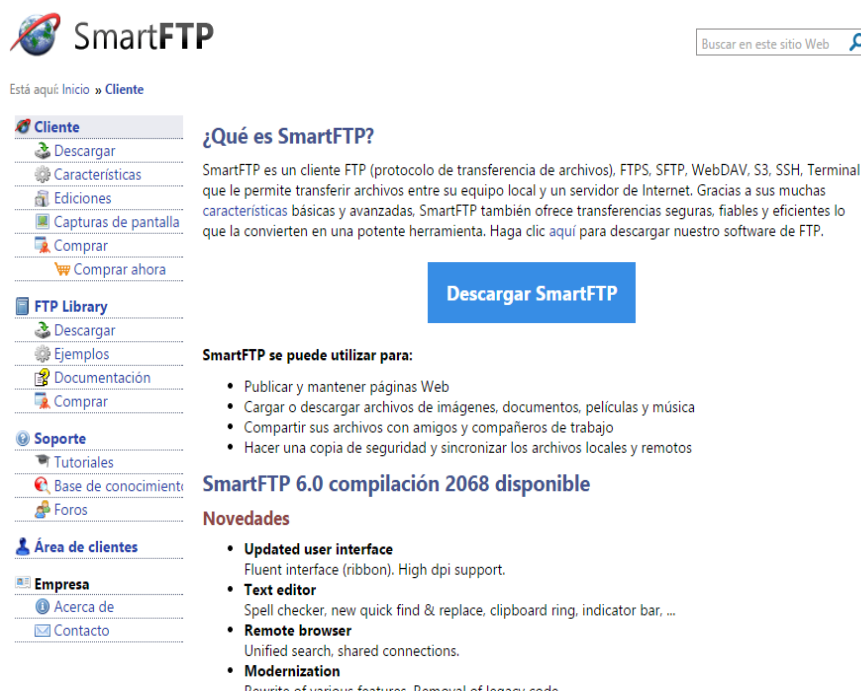


Figura: Descarga Smart FTP

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

13.- Ya instalado se procede a configura los parámetros para la conexión. De clic en archivo conectar.

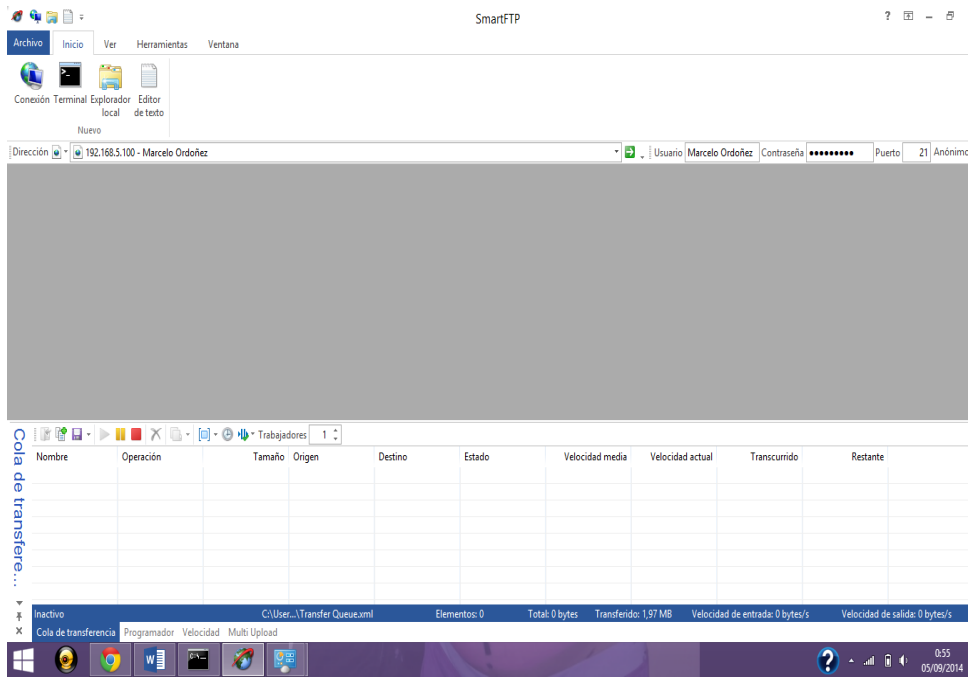


Figura: Conexión a nueva red

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

14.- Aquí se coloca los datos del host al cual se va a conectar,.

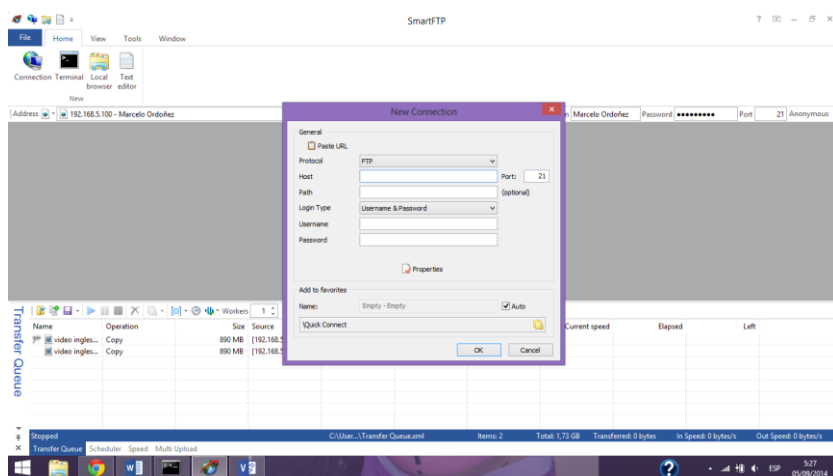


Figura: Nueva conexión

Fuente: <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=461>

El mismo procedimiento de configuración se realiza con ambas computadoras.

ANEXO 7

Configuraciones para los Host Fuente y Destino

Configuración VLC

Configuración VLC

VideoLan media player (VLC) es un reproductor de archivos multimedia increíblemente versátil. Está disponible para Windows, sistemas operativos basados en Linux, y Mac, brindándote una herramienta poderosa para controlar remotamente tus archivos multimedia y su configuración de display.

1.- Instala VLC media player en su versión completa. Cuando la instalación haya terminado, ejecuta el programa.

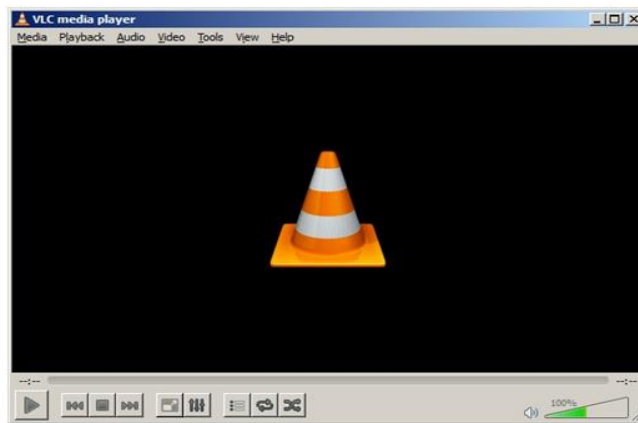


Figura: VLC

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

2.- En la barra "Menu", da clic en "Media" y luego en "Open Network Stream".

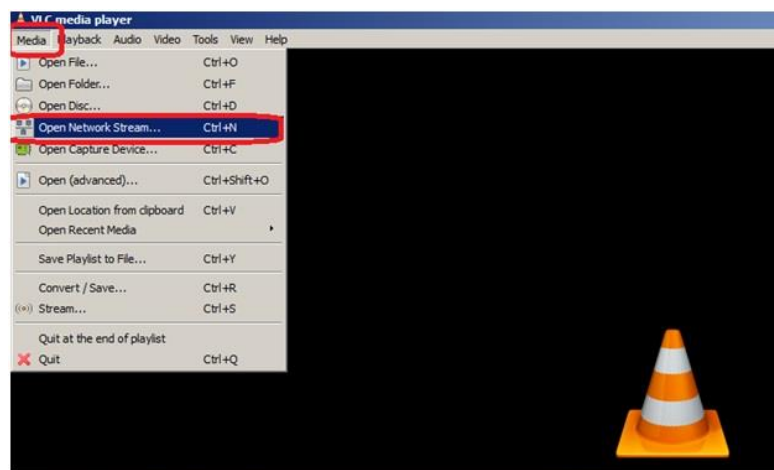


Figura: Barra de VLC

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

3.- En la ventana de "Open Media", da clic en "File".

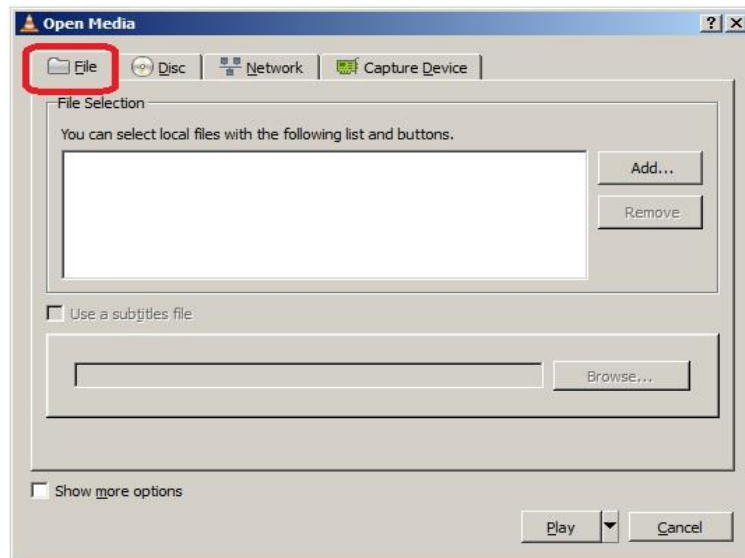


Figura: Ventana Open Media

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

4.- Da clic en "Add" para seleccionar el archivo que quieres transmitir en tu red. Hacia la parte inferior de la pantalla, da clic en el menú desplegable junto a "Play", y selecciona la opción "Stream."

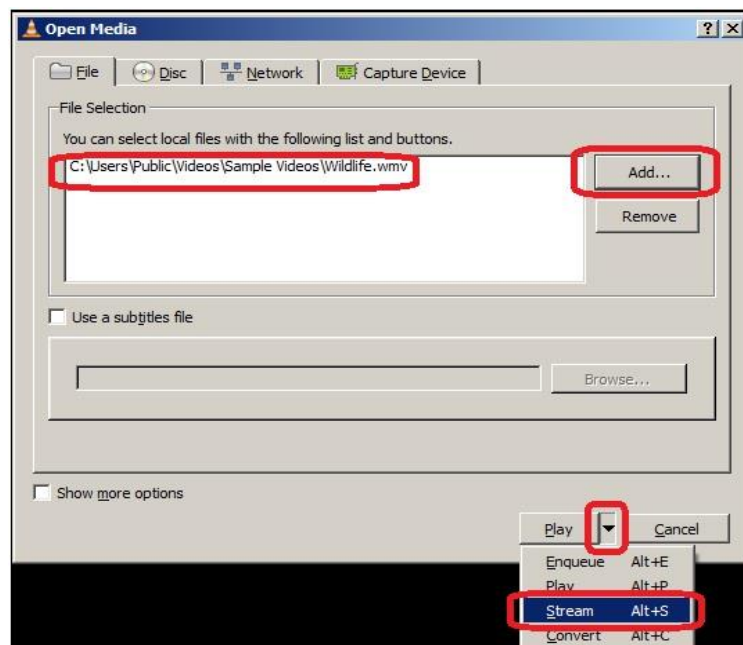


Figura: Añadir archivo de envío

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

5.- Da clic en "Next".

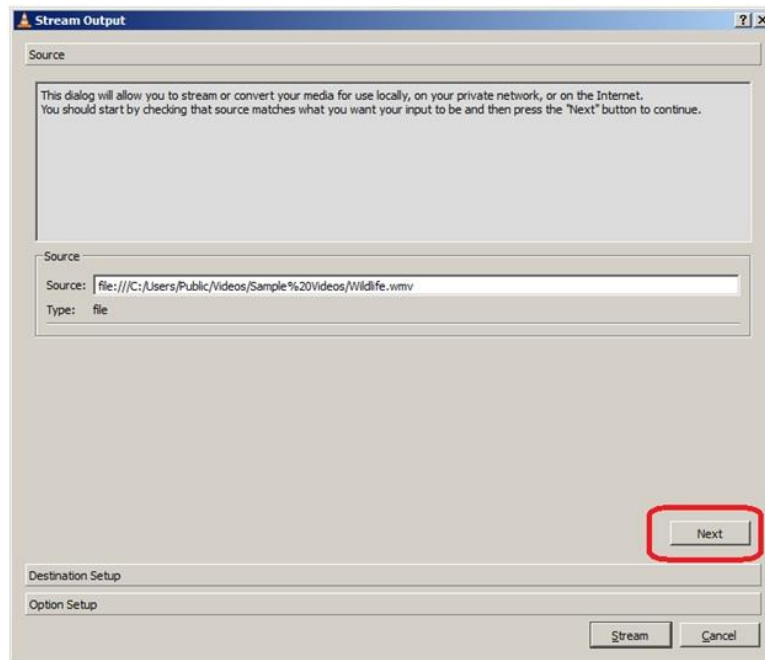


Figura: Ventana de stream output

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

6.- En el recuadro "Destinations", da clic en el menú desplegable y selecciona "HTTP." Ahora pulsa sobre "Add".

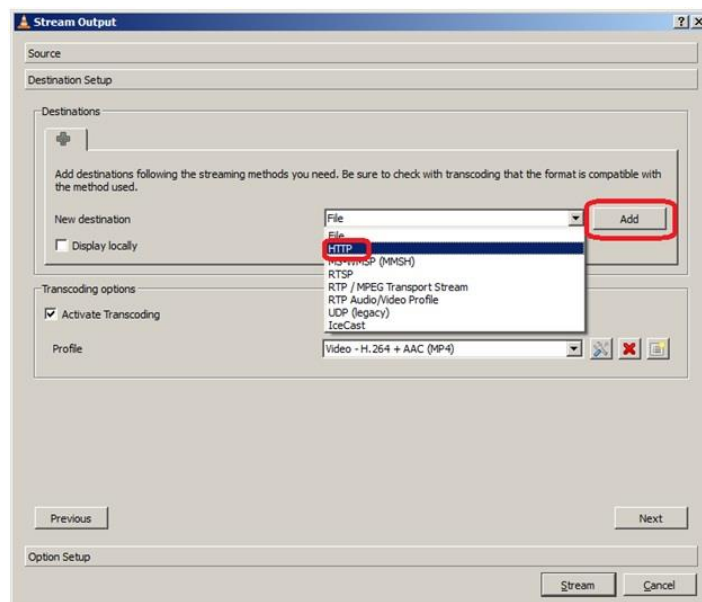


Figura: Protocolo de envío

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

7.- En la ventana "Stream output", asegúrate de que el puerto de salida seleccionado sea 11223 para video y para audio el puerto 56565. Revisa que ningún otro software en tu computadora use el puerto 11223 y el 56565.

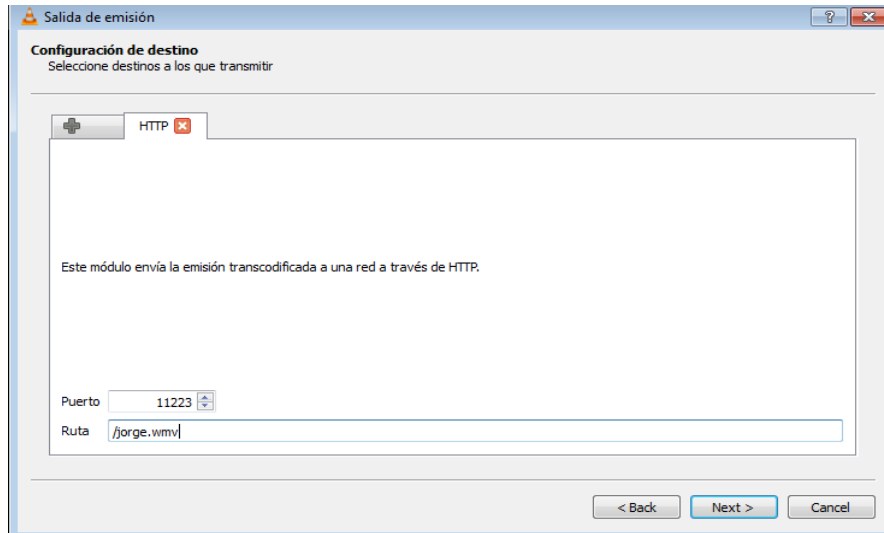


Figura: Puerto de envío

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

8.- Da clic en "Stream".

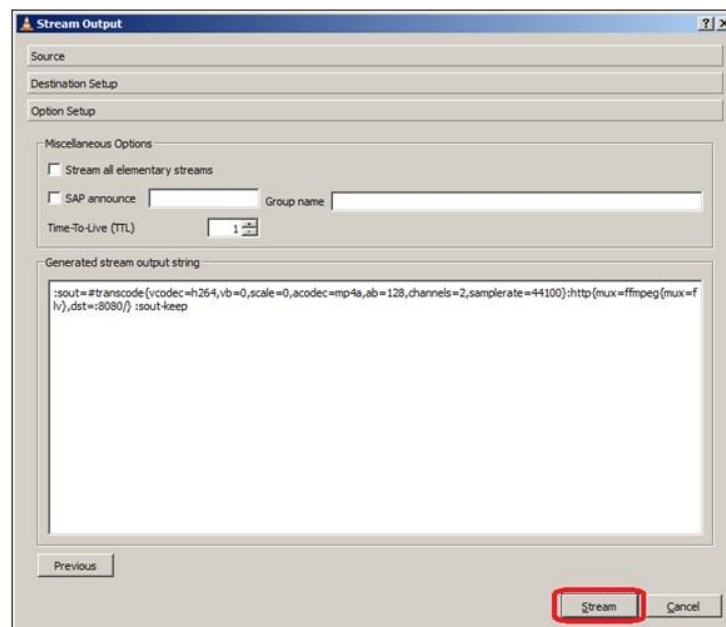


Figura: VLC

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

9.- VLC ya está funcionando y transmitiendo el archivo a través de la red por la cual tu computadora está conectada.



Figura: Reproducción de video

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

10.- Reproducir desde otro equipo conectado a la red

11.- Abre VLC media player en este segundo equipo. Da clic en "Media," y selecciona la opción "Open Network Stream".

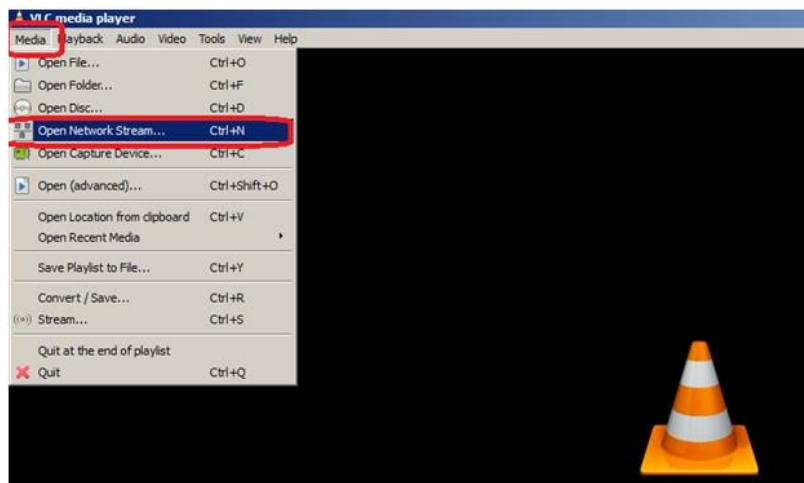


Figura: Barra de tareas VLC

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

12.- En la pestaña "Red", introduce la dirección IP por la cual tu otra computadora está transmitiendo el archivo, así como el puerto de esa computadora que actúa como servidor. Da clic en "Play."

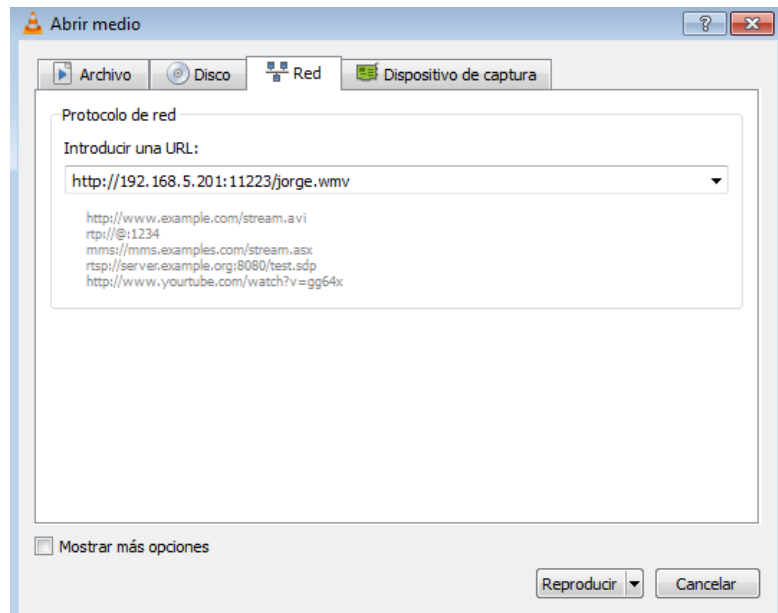


Figura: Protocolo de red y puerto

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

13.- VLC ya está reproduciendo la señal transmitida.



Figura: Video transmitido de otra computadora

Fuente: <http://es.wikihow.com/usar-VLC-para-transmitir-audio-y-video-en-varias-computadoras-en-una-red-usando-Multicast>

ANEXO 8

Configuraciones para los Host Fuente y Destino

Configuración DLink DIR-600

Configuración



Figura: Router DLink DIR-600

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Preconfigurando vía Ethernet la conexión a Internet

Primer paso: Con el DIR600 apagado (la fuente de poder desconectada) se conecta el cable Ethernet al puerto de la PC (mejor si está apagada) y a uno de los puertos LAN del DIR600, OJO! no tiene que ser al puerto WAN (el que dice INTERNET) porque no se podría configurarlo.

Segundo paso: Se conecta la fuente de poder del DIR600 y espera a que se estabilicen los LEDs del frente.

Tercer paso: Encienda la PC y espere a que cargue totalmente el sistema operativo (Si ya estaba encendida, puede saltar este paso).

Cuarto paso: Abra el explorador y en la barra de direcciones tipee la dirección 192.168.0.1, esta es la dirección por defecto del router (ya que en una red TODOS los dispositivos tienen un número IP, incluidos los dispositivos de direccionamiento, y lo que se va a conseguir es acceder a la interfaz de configuración gráfica (GUI) que funciona como sitio Web (es por lo tanto un Web-GUI). Tendrá que aparecer una pantalla como la siguiente:



Figura: Enlace interfaz de configuración gráfica del router

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Como ya se lo ha reseteado, para entrar a la configuración el User por defecto es "admin" (sin las comillas) y la contraseña por defecto es dejar el campo vacío. Si aparece el captcha (autenticación gráfica) se pone en el campo correspondiente (algunas versiones de firm no traen captcha por defecto, así que a no preocuparse si no aparece) y le da al botón "Log in".

Quinto paso: Una vez dentro del GUI Web, se va a buscar la pestaña SETUP, y en la tabla a la izquierda la opción "Internet Setup", y va a pinchar el botón "Manual Internet Connection Setup" (nada de wizard, ni asistentes de configuración que lo único que hacen es meter la pata y causar problemas):



Figura: Opciones de conexión a Internet

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Aparecerá esta pantalla:

Product Page : DIR-600 Firmware Version : 2.00

D-Link

DIR-600 // SETUP ADVANCED MAINTENANCE STATUS HELP

Internet Setup
Wireless Setup
LAN Setup
Time and Date
Parental Control
Logout

INTERNET CONNECTION

Use this section to configure your Internet Connection method. There are several connection methods to choose from: Static IP, DHCP, PPPoE, PPTP, L2TP, Russian PPTP(Dual Access) and Russian PPPoE(Dual Access). If you are unsure of your connection method, please contact your Internet Service Provider.

Note: If using the PPPoE option, you will need to remove or disable any PPPoE client software on your computers.

Save Settings Don't Save Settings

ACCESS POINT MODE

Use this to disable NAT on the router and turn it into an Access Point.

Enable Access Point Mode

INTERNET CONNECTION TYPE

Choose the mode to be used by the router to connect to the Internet.

My Internet Connection is : Dynamic IP (DHCP)

DYNAMIC IP (DHCP) INTERNET CONNECTION TYPE

Use this Internet connection type if your Internet Service Provider (ISP) didn't provide you with IP Address information and/or a username and password.

Host Name : DIR-300

MAC Address : Clone MAC Address

Primary DNS Address : 8.8.8.8 ó 8.8.4.4

Secondary DNS Address : (optional)

MTU : 1500 MTU calculado

Save Settings Don't Save Settings

WIRELESS

Helpful Hints...

- Internet Connection:** When configuring the router to access the Internet, be sure to choose the correct **Internet Connection Type** from the drop down menu. If you are unsure of which option to choose, please contact your **Internet Service Provider (ISP)**.
- Support:** If you are having trouble accessing the Internet through the router, double check any settings you have entered on this page and verify them with your ISP if needed.

[Hints...](#)

Figura: Configuración de internet

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Sexto paso: Habilita el Access point mode, con esto se habilita la tabla NAT del DIR600 y hace que funcione como router; si se lo marca (deshabilitado) el que se va a encargar de hacer el ruteo de los paquetes va a ser el módem, y lo más probable es que se dé cuenta tarde, cuando se empiece a desconectar por falta de memoria RAM

Preconfigurando la conexión Wireless vía Ethernet

Con el cable aún conectado al DIR600, y sin conectarlo a Internet, se va a entrar al Web GUI del aparato, y se va a desplazar hasta la pestaña SETUP, va a descender por la tabla de la Izquierda del menú hasta la opción Wireless Setup, y va a pinchar en el botón "Manual Wireless Connection Setup". De este modo se entra a la configuración Wireless del DIR600.

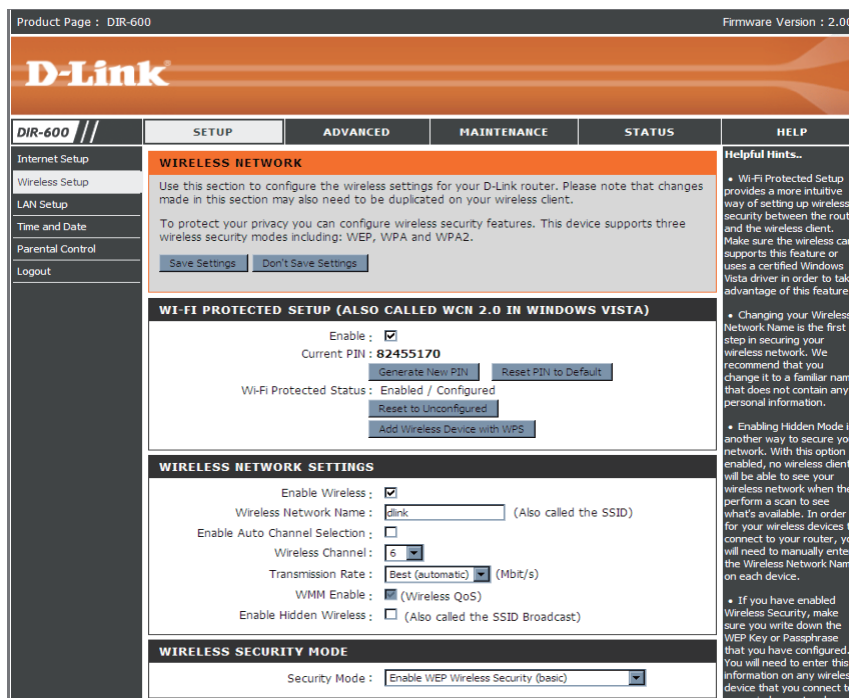


Figura: Configuración Wireless del DIR600

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Primer paso: Se tean los ítems como se detalla a continuación:

Enable Wireless: Este va marcado

Si se desmarca esta opción, se apaga la radio del DIR600 y por más que se quiera no se va poder conectar inalámbricamente así que conviene dejarlo marcado.

Wireless Network Name: Aquí se pone un nombre descriptivo, este va a ser el SSID, el nombre con el que aparece nuestra red cuando figoneamos las redes inalámbricas que aparecen disponibles. Conviene que sea un nombre que se pueda reconocer fácilmente para conectarse sin mayores problemas a nuestra red.

Enable Auto Channel Selection: Desmarcado

Esta opción hace que el DIR600 elija automáticamente el canal con menos ruido, puede parecer buena opción, sin embargo puede hacer que algunas tarjetas inalámbricas se confundan al tratar de seguir los cambios de canal causando desconexiones. Es mejor ajustar el canal a pulso.

Wireless Security Mode

Security Mode: Disable Wireless Security (not recommended)

Esto va a dar una conexión sin encriptar, se lo va a hacer así para disminuir las posibles causas de problemas cuando se intente conectar por vía inalámbrica.

Segundo paso: Pincha el botón SAVE SETTINGS para ir guardando la configuración.

Tercer paso: Se va a configurar algunos de los parámetros de ruteo, para asegurar que nuestra conexión va a ser fácil de establecer. Para eso se va a desplazar a la opción del menú LAN Setup, que se encuentra en la pestaña SETUP, una vez allí se va a setear la siguiente configuración:

Product Page : DIR-600 Firmware Version : 2.00

D-Link

DIR-600 // SETUP ADVANCED MAINTENANCE STATUS HELP

Internet Setup
Wireless Setup
LAN Setup
Time and Date
Parental Control
Logout

NETWORK SETTING

Use this section to configure the internal network settings of your router and also to configure the built-in DHCP server to assign IP addresses to computers on your network. The IP address that is configured here is the IP address that you use to access the Web-based management interface. If you change the IP address in this section, you may need to adjust your PC's network settings to access the network again.

Please note that this section is optional and you do not need to change any of the settings here to get your network up and running.

Save Settings Don't Save Settings

ROUTER SETTINGS

Use this section to configure the internal network settings of your router. The IP address that is configured here is the IP address that you use to access the Web-based management interface. If you change the IP address here, you may need to adjust your PC's network settings to access the network again.

Router IP Address : 192.168.0.1
Default Subnet Mask : 255.255.255.0
Local Domain Name :
Enable DNS Relay :

DHCP SERVER SETTINGS

Use this section to configure the built-in DHCP server to assign IP address to the computers on your network.

Enable DHCP Server :
DHCP IP Address Range : 100 to 199 (addresses within the LAN subnet)
DHCP Lease Time : 10080 (minutes)

Helpful Hints..
• If you already have a DHCP server on your network or are using static IP addresses on all the devices on your network, uncheck **Enable DHCP Server** to disable this feature.

Figura: Configuración Wireless del DIR600

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/13982447/Configurando-una-red-WiFi-con-D-link-DIR600-paso-a-paso-II.html>

Router IP Address: 192.168.5.150

Default Subnet Mask: 255.255.255.0