

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

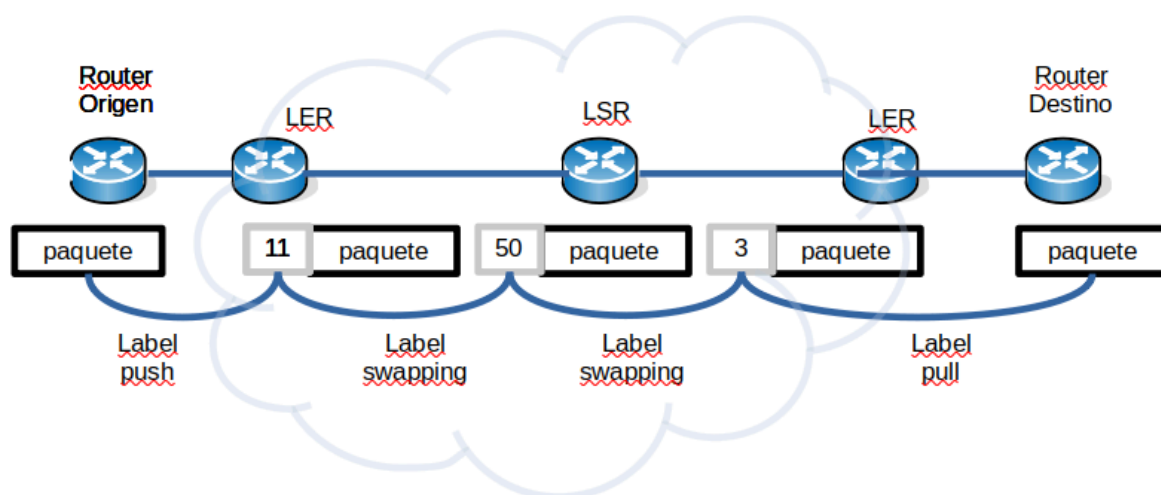
Laboratorio MPLS

El siguiente práctico consiste en el armado de una red MPLS simple.

Antes de comenzar es necesario recordar algunos conceptos:

- Etiqueta MPLS: ¿Dónde está ubicada? ¿Cómo está compuesta? ¿Cómo se utiliza?
- Forwarding Equivalence Class (FEC).
- Label Switched Path (LSP)
- Label Switch Routers (LSR): LSR core (LSR) y LSR Edge (LER)
- Tablas LIB y LFIB

Descripción del laboratorio a implementar




Requisitos y tareas previas:

Se recomienda utilizar un equipo con 8G de ram o más para la realización de este laboratorio


Instalación de gns3 vm:

1. Instale virtualbox en su equipo
 2. Descargue la mv de gns3 vm
<https://github.com/GNS3/gns3-gui/releases/download/v2.2.24/GNS3.VM.VirtualBox.2.2.24.zip>
 3. Descomprima y ejecute el archivo .ova esto importara la Máquina virtual.
 4. Pruebe que la mv inicie correctamente. En algunos casos precisará cambiar el tipo de placa de red de la mv a virtio-net
- y crear una red hostonly ctrl +H

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Configure gns3 vm en gns3 (edit/preference/gns3 vm)



	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Preferences

GNS3 VM preferences

☒ Enable the GNS3 VM

Virtualization engine: **VirtualBox**

VirtualBox support. Nested virtualization for both Intel and AMD processors is supported since version 6.1
The GNS3 VM can be [downloaded here](#)

Settings

VM name: **GNS3 VM** Refresh

Port: **80**

☐ Run the VM in headless mode

☒ Allocate vCPUs and RAM

vCPUs: **1**

RAM: **2048 MB**

Action when closing GNS3:

☐ keep the GNS3 VM running




☐ suspend the GNS3 VM

☒ stop the GNS3 VM

Apply Cancel OK

Administrador de red anfitrión


Red

Crear **Eliminar** **Propiedades**

Nombre	Dirección/máscara IPv4	Dirección/máscara IPV6	Servidor DHCP
vboxnet0	192.168.56.1/24	fe80::800:27ff:fe00:0/64	<input checked="" type="checkbox"/> Habilitar

Cerrar

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Instalación de cisco 7200 en gns3

La primera vez que vaya a utilizarlos deberá crear el tipo de dispositivo.

- Descargue la imagen correspondiente

Serie C7200

Los 7200 tienen una arquitectura diferente. Solo se admite el 7206, tiene 6 ranuras para adaptadores de puerto (PA). El chasis VXR, NPE-400 y C7200-IO-FE son los ajustes predeterminados en GNS3.

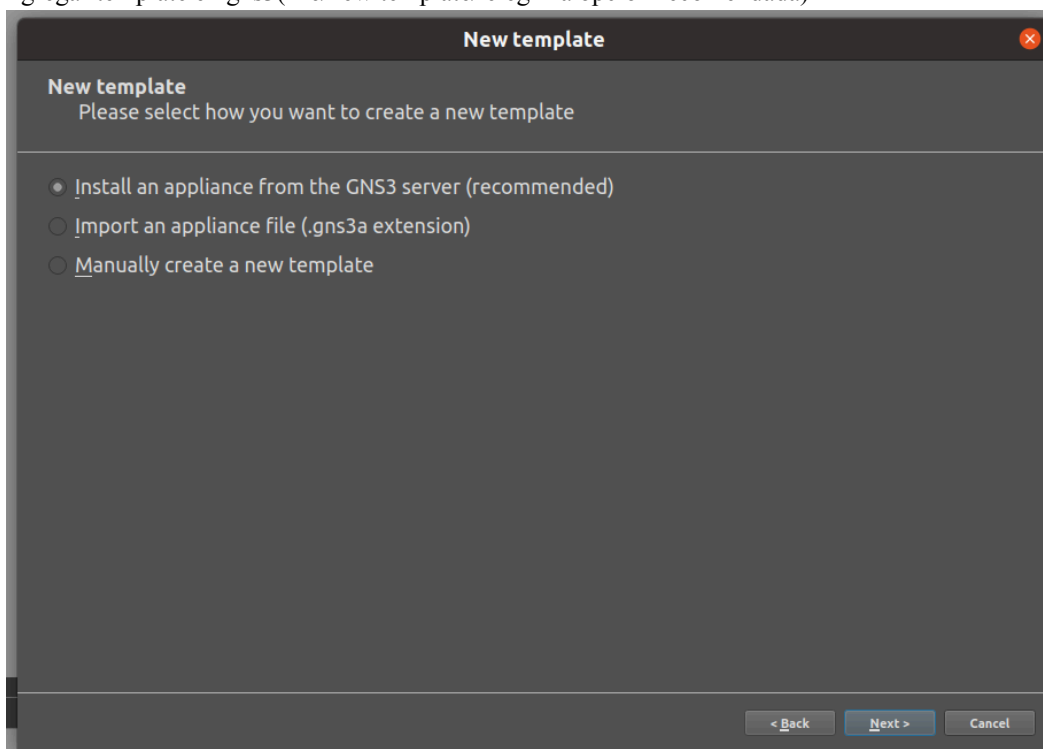
IOS 15 (línea principal)

Esta serie de enrutadores todavía está recibiendo nuevas versiones de IOS 15.x. El último a esta fecha es:

- Nombre de archivo: c7200-adventerprisek9-mz.152-4.M7.bin
- RAM mínima: 512 MB

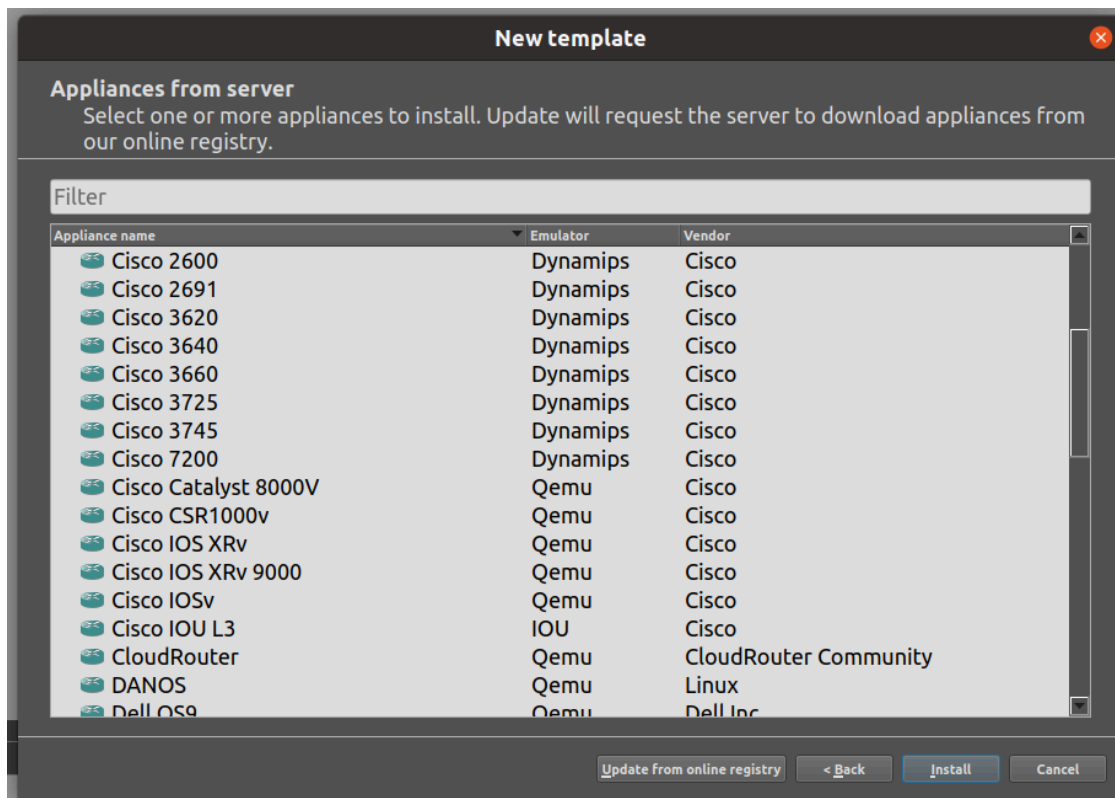
<https://archive.org/download/c2691-adventerprisek9-mz.124-15.T14/c7200-adventerprisek9-mz.152-4.M7.bin>

Agregar template en gns3(file/new template/ elegir la opción recomendada)




En la sección routers elija el cisco 7200

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	



Elegir instalarlo sobre gns3 vm y luego la opción crear una nueva versión.

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha:23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Install Cisco 7200 appliance

Required files

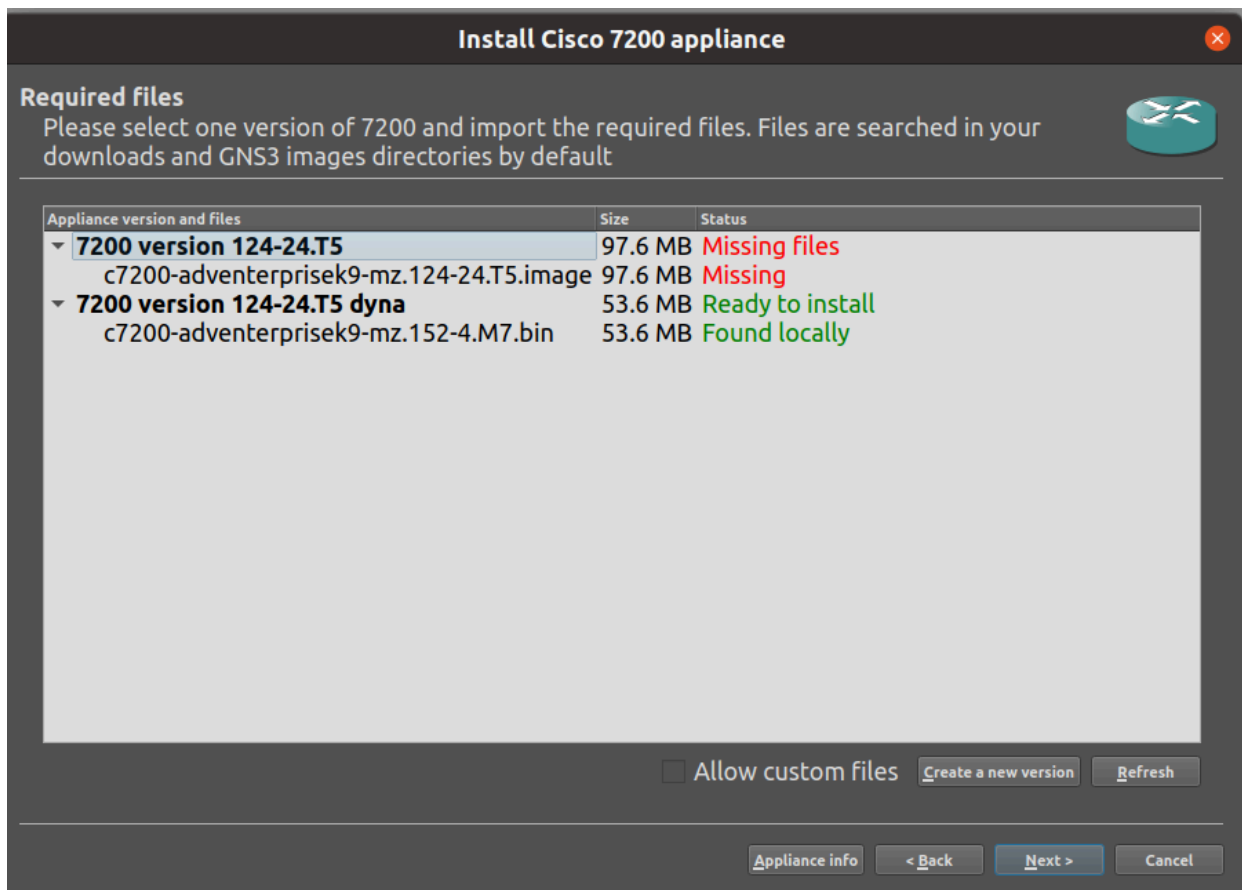
Please select one version of 7200 and import the required files. Files are searched in your downloads and GNS3 images directories by default

Appliance version and files	Size	Status
<div>7200 version 124-24.T5</div> <div>c7200-adventerprisek9-mz.124-24.T5.image</div>	97.6 MB	Missing files Missing

☐ Allow custom files

Especifique el nombre de versión agregando dyna al final del nombre propuesto y especifique como imagen
c7200-adventerprisek9-mz.152-4.M7.bin

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	



Seleccione la versión que creó, elija siguiente y continúe hasta terminar de instalar.

Armado del laboratorio

Nuestro laboratorio estará compuesto por 4 routers cisco 7200 y 2 VPC con ellos se implementará una red MPLS L3 que intercambie etiquetas con LDP y utilice OSPF para ruteo.

- Cree un nuevo proyecto
- Arrastre al área de trabajo los routers y vpcs
- Sobre cada router haga click derecho ingrese a configuraciones especifique el nombre del dispositivo y número de slots (elija 2 modulos con 2 adaptadores Fast ethernet)

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha:23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Node properties

R1-LER configuration

GeneralMemories and disksSlotsAdvancedEnvironmentUsage

Adapters

slot 0: C7200-IO-2FE

slot 1: PA-2FE-TX

slot 2:

slot 3:

slot 4:

slot 5:

slot 6:

WICs

wic 0:

wic 1:

wic 2:

Reset

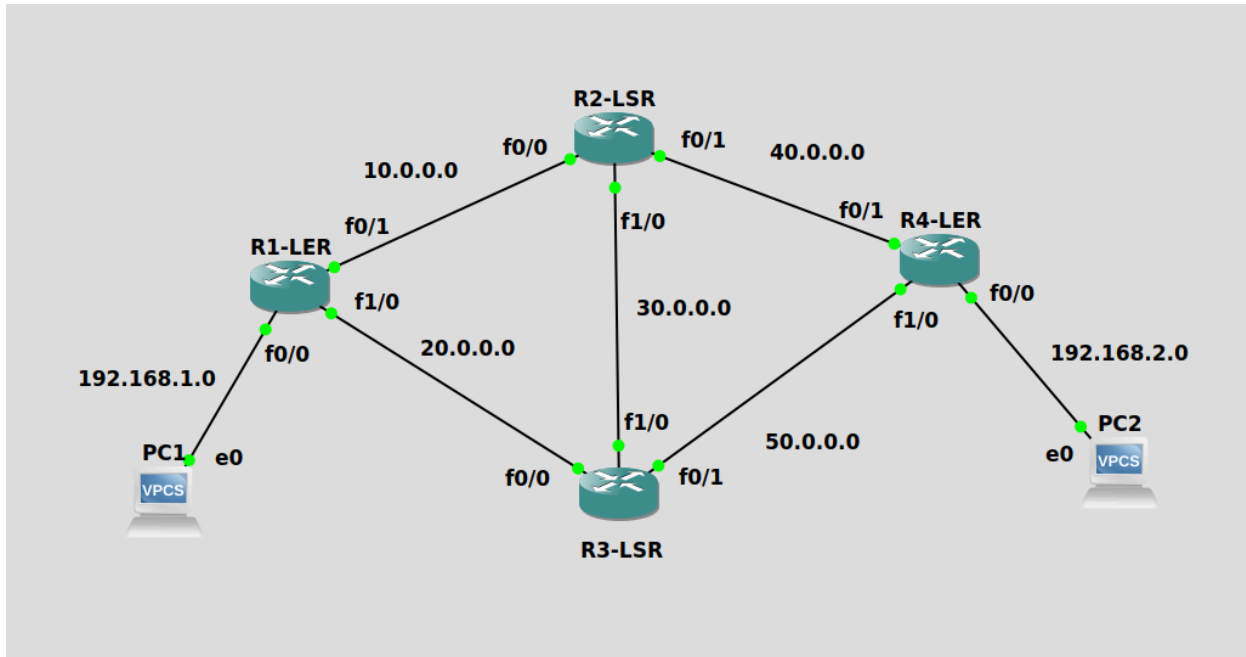
Apply

Cancel

OK

- Interconecte los distintos dispositivos generando la siguiente topología. respete las interfaces. (en el menú view puede elegir que se vean las etiquetas de interfaces para guiarse)

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha:23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	





	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Tabla de direccionamiento

Dispositivo	Interfaz	IP	Máscara	Default gateway
R1-LER	Lo0	192.170.0.1	255.255.255.255	N.A.
	FA0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N.A.
	FA0/1	10.0.0.1	255.255.255.252	N.A.
	FA1/0	20.0.0.1	255.255.255.252	N.A.
R2-LSR	Lo0	192.170.0.2	255.255.255.255	N.A.
	FA0/0	10.0.0.2	255.255.255.252	N.A.
	FA0/1	40.0.0.2	255.255.255.252	N.A.
	FA1/0	30.0.0.2	255.255.255.252	N.A.
R3-LSR	Lo0	192.170.0.3	255.255.255.255	N.A.
	FA0/0	20.0.0.2	255.255.255.252	N.A.
	FA0/1	50.0.0.1	255.255.255.252	N.A.
	FA1/0	30.0.0.1	255.255.255.252	N.A.
R4-LER	Lo0	192.170.0.4	255.255.255.255	N.A.
	FA0/0	192.168.2.4	255.255.255.0	N.A.

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

	FA0/1	40.0.0.1	255.255. 255.252	N.A.
	FA1/0	50.0.0.2	255.255. 255.252	N.A.
PC1	E0	192.168. 1.100	255.255. 255.0	192.168. 1.1
PC2	E0	192.168. 2.100	255.255. 255.0	192.168. 2.4

Configuración de los equipos

- Inicie todos los equipos

Configuro logging synchronous

Para evitar que mensajes de logueo se inserten en medio de los comandos que estamos tipeando. Repito en todos los routers

- Ingreso a consola
- Si no estamos en modo privilegiado # lo habilitamos con el comando enable

```
R1-LER#configure terminal
R1-LER(config)#line console 0
R1-LER(config-line)#logging synchronous
```

Configuración IP


Para cada router configuramos todas las interfaces usadas según la tabla de direccionamiento. Las direcciones de loopback son interfaces virtuales usadas para identificar a cada nodo ante protocolos como OSPF, LDP o BGP. Si desea bajar niveles dentro del árbol de configuración de los routers use el comando exit

Aplique para cada router modificando las configuraciones según la tabla de direcciones

- Desde modo privilegiado ejecute:

Ejemplo R1-LER

```
R1-LER#configure terminal
R1-LER(config)#interface loopback0
R1-LER(config-if)#ip address 192.170.0.1 255.255.255.255
R1-LER(config-if)#no shutdown
R1-LER(config-if)#interface fastEthernet0/0
R1-LER(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1-LER(config-if)#no shutdown
R1-LER(config-if)#interface fastEthernet 0/1
R1-LER(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
R1-LER(config-if)#no shutdown
R1-LER(config-if)#interface fastethernet 1/0
R1-LER(config-if)#ip address 20.0.0.1 255.255.255.252
R1-LER(config-if)#no shutdown
R1-LER(config-if)#exit
```

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

configurar pc1

```
PC1> ip 192.168.1.100 255.255.255.0 192.168.1.1
```

Checking for duplicate address...

```
PC1 : 192.168.1.100 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1
```

```
PC1> save
```

configurar pc2

```
PC2 : 192.168.2.100 255.255.255.0 gateway 192.168.2.4
```

```
PC2> save
```

Saving startup configuration to startup.vpc

. done

Configurar OSPF

Habilito OSPF en general con “**router ospf id_proceso**” id procesos idproceso es un id a nivel SO usaremos por comodidad 1 en todos los routers

Habilito OSPF en cada interfaz con “**Network net_ip wildcard area num_area**”

net_ip es la direccion de red

Wildcard es la inversa de la mascara de red se obtiene de invertir 1 por 0 y 0 por 1 en la mascara de red

num area Indica el area a la que perteneceran las interfaces. usaremos 0 en todos los casos.

Ejemplo:

```
R1-LER(config)#router ospf 1
```

```
R1-LER(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0
```

```
R1-LER(config-router)#network 20.0.0.0 0.0.0.3 area 0
```

```
R1-LER(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R1-LER(config-router)#network 192.170.0.1 0.0.0.0 area 0
```

Repito para los demás routers

Pruebo conectividad y tolerancia a fallos OSPF

Realizó trace desde pc1 a pc2

```
PC1> trace 192.168.2.100
```

trace to 192.168.2.100, 8 hops max, press Ctrl+C to stop


```
1 192.168.1.1 24.998 ms 19.464 ms 9.178 ms
```

```
2 20.0.0.2 40.157 ms 39.871 ms 30.362 ms
```

```
3 50.0.0.2 73.417 ms 39.655 ms 40.532 ms
```

```
4 *192.168.2.100 50.016 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

- Identificar los enlaces por los que pasa

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

- Corto uno de los enlaces (click derecho sobre el enlace y elijo suspend)
- Repito ping hasta que se recupere conectividad
- Realizó trace
- Nuevamente identifico camino y corto otro de los enlaces (cuidando que queden caminos posibles)
- Repito los pasos anteriores
- Le doy resume a los enlaces suspendidos
- Capture un paquete ICMP sobre uno de los enlaces usados

Configuración MPLS

Para habilitar MPLS debo:

habilitarlo a nivel configuracion global

Habilitar CEF (Cisco Express Forwarding) que permite armar las tablas FIB y LFIB con el comando
ip cef

Indico que usara LDP y el rango de etiquetas a cada router con

mpls label protocol ldp

mpls label range RANGO

Luego habilito en todas las interfaces excepto loopback con

mpls ip

Router	Rango
R1-LER	16-99
R2-LSR	100-199
R3-LSR	200-299
R4-LER	300-399

```

R1-LER(config)#ip cef
R1-LER(config)#mpls label protocol ldp
R1-LER(config)#mpls label range 16 99
R1-LER(config)#int fa 0/0
R1-LER(config-if)#mpls ip
R1-LER(config-if)#int fa 0/1
R1-LER(config-if)#mpls ip
R1-LER(config-if)#int fa 1/0
R1-LER(config-if)#mpls ip

```

Repita para los demás routers

Su red MPLS ya se encuentra configurada.

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	

Guarde los cambios en todos los router
para ellos salga del modo configuración y ejecute:

```
R1-LER#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]y
Building configuration...
[OK]
```

Pruebas generales

Ingrese a alguno de los LER , si está en modo configuración salga con el comando exit repitiendo las veces que sea necesario.

Ejecute los siguientes comandos y analice la respuesta

1. show mpls interfaces
2. show mpls ldp parameters
3. Show mpls ldp discovery
4. Show mpls ldp neighbor

Suspenda uno de los enlaces contra uno de los vecinos

Observe la consola del router cuyo enlace corto que sucede?

ejecute

Show mpls ldp neighbor

¿Qué diferencia observa con respecto a la anterior ejecución de este comando?

restaure el enlace espere unos segundo y repita

Show mpls ldp neighbor

¿Qué diferencia observa?

Realice un trace desde pc1 a pc2


Capture el tráfico en uno de los enlaces por lo que pasa el tráfico

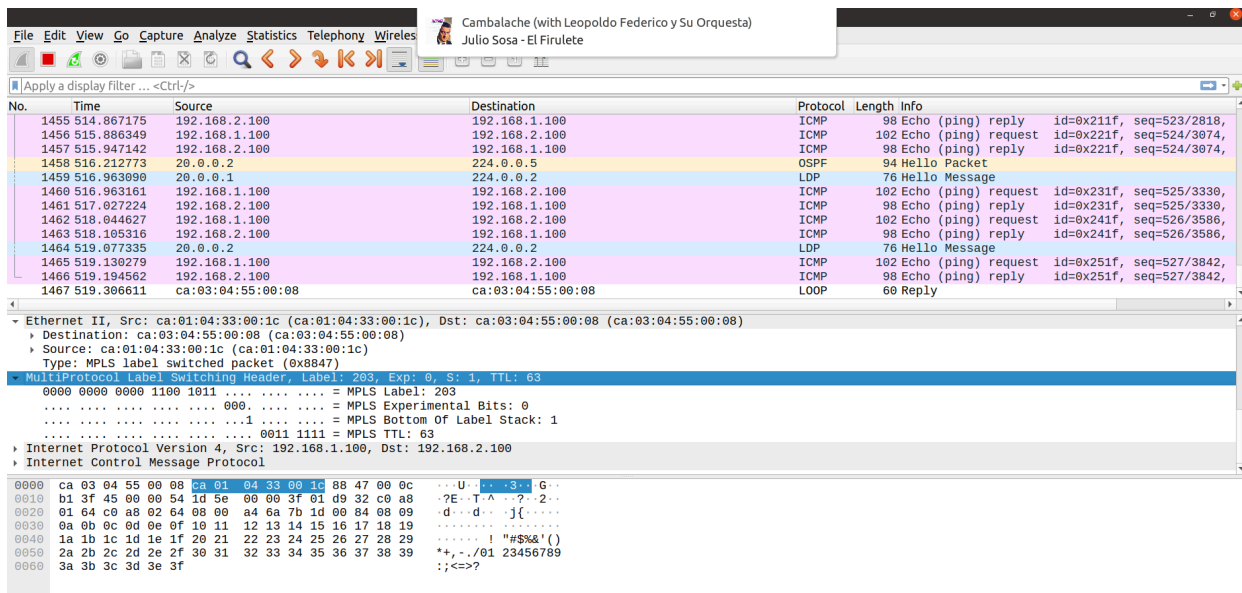
Realice un ping -t entre pc1 y pc2

Analice uno de los paquetes ICMP

¿Qué diferencia observa con respecto al paquete capturado en la prueba de OSPF?

¿Qué puede observar referido a MPLS?

	COMUNICACIONES II	
	Ingeniería en Informática - Licenciatura en Informática Programador Universitario	Mg. Ing. Hugo Ortega Esp. Ing. Luis Ortíz
	Trabajo práctico N°5	Fecha: 23/09/2025
Tema:	Red MPLS (Multiprotocol Label Switching)	



Para ver cómo trabaja el protocolo de distribución de etiquetas, eliminaremos primero las sesiones establecidas anteriormente con el comando “Clear mpls ldp neighbor *” en el R2-LSR. Tras introducir el comando, el router establecerá las sesiones LDP con sus vecinos.

Mientras, capture el tráfico con el Wireshark en el enlace R1-LER vs R2-LSR e identifique los mensajes de la negociación.

Referencias:

Trabajo Fin de Grado presentado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia- María Rodríguez González

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127859/Rodr%C3%ADguez%20-%20Desarrollo%20de%20un%20entorno%20MPLS%20basado%20en%20GNS3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Telectronika- repositorio de imágenes dynamips de equipos cisco

<https://www.telectronika.com/descargas/cisco-imagenes-ios-para-gns3-dynamips-y-vm/>