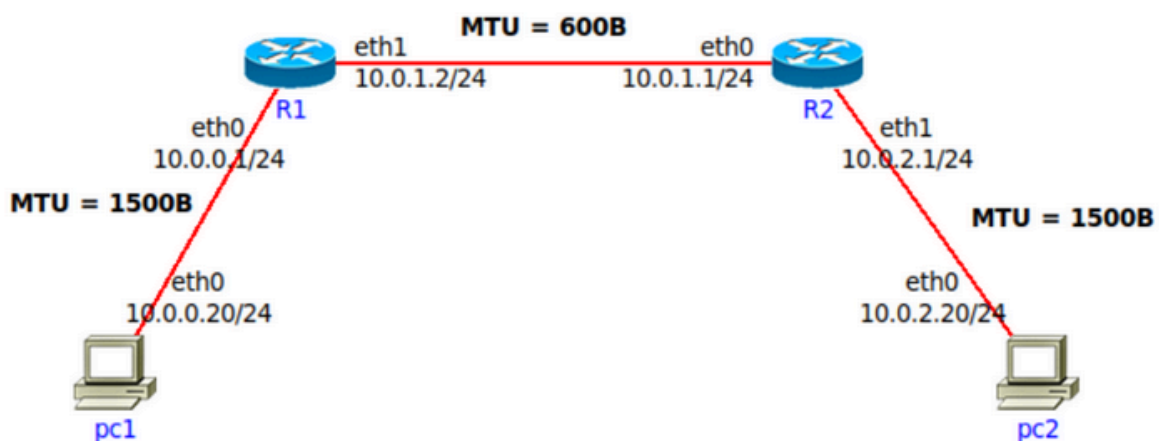


Practica 8 RUTEO

Ejercicio 1

Se tiene la siguiente red con los MTUs indicados en la misma. Si desde pc1 se envía un paquete IP a pc2 con un tamaño total de 1500 bytes (cabecera IP más payload) con el campo Identification = 20543, responder:



- Indicar IPs origen y destino y campos correspondientes a la fragmentación cuando el paquete sale de pc1
- ¿Qué sucede cuando el paquete debe ser reenviado por el router R1?
- Indicar cómo quedarían los paquetes fragmentados para ser enviados por el enlace entre R1 y R2.
- ¿Dónde se unen nuevamente los fragmentos? ¿Qué sucede si un fragmento no llega?
- Si un fragmento tiene que ser reenviado por un enlace con un MTU menor al tamaño del fragmento, ¿qué hará el router con ese fragmento?

Ejercicio 2

¿Que es un ruteo? ¿Por que es necesario?

Ruteo (routing) es el proceso que determina el mejor camino que deben seguir los paquetes de datos para llegar a su destino.

Este proceso se encarga de construir y mantener la tabla de ruteo (Routing Information Base, RIB) mediante el uso de

protocolos de enrutamiento como RIP, OSPF o BGP.

El ruteo opera en el

plano de control, recopilando información de red y decidiendo cómo enrutar el tráfico.

Es fundamental porque permite que los routers puedan intercambiar información y decidir rutas hacia redes remotas, haciendo posible la comunicación más allá de una red local.

Ejercicio 3

En las redes IP el ruteo puede configurarse en forma estática o en forma dinámica.

Indique ventajas y desventajas de cada método

Existen dos enfoques principales para realizar ruteo en redes:

1. Ruteo Estático:

- Las rutas son configuradas manualmente por un administrador de red.
- Es adecuado para redes simples y con pocas modificaciones en la topología.
- Ventajas:
 - No genera costos adicionales de procesamiento.
 - Ofrece un mayor control sobre las rutas.
 - No presenta problemas de seguridad ni de compatibilidad.
- Desventajas:
 - No es escalable ni tolerante a fallos.
 - Requiere actualizaciones manuales si la red cambia, lo que puede ser propenso a errores.

2. Ruteo Dinámico:

- Las rutas son calculadas automáticamente por protocolos de enrutamiento dinámico.
- Es ideal para redes complejas donde la topología cambia frecuentemente.
- Ventajas:
 - Se adapta automáticamente a cambios en la red.
 - Es escalable y tolerante a fallos.

- Facilita el mantenimiento de redes grandes.
- Desventajas:
 - Requiere más recursos de procesamiento.
 - La depuración (debugging) puede ser más compleja.

Ejercicio 4

Una maquina conectada a una red pero no a internet ¿tiene tabla de ruteo?

Sí, todas las máquinas con una pila de red (como las PCs, laptops, servidores y routers) tienen una **tabla de ruteo**, incluso si no están conectadas a Internet.

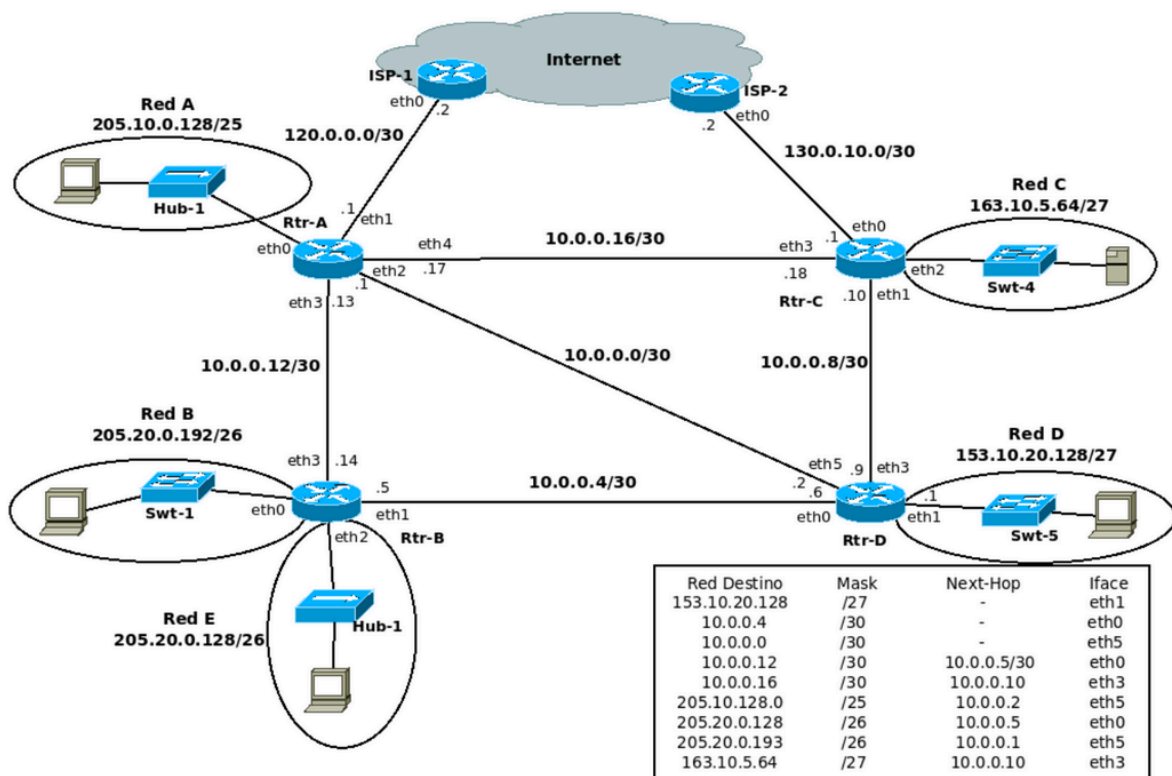
Esta tabla de ruteo indica cómo deben enviarse los paquetes a distintas redes o destinos.

En una PC doméstica, por ejemplo, la tabla de ruteo típicamente incluye:

- Una ruta a la **red local (LAN)**.
- Una ruta a la **interfaz de loopback** (127.0.0.1).
- Una **ruta por defecto (default gateway)**, que apunta al router local, aunque ese router no tenga salida a Internet.

Ejercicio 5

Observando el siguiente grafico y la tabla de ruteo del router D responder:



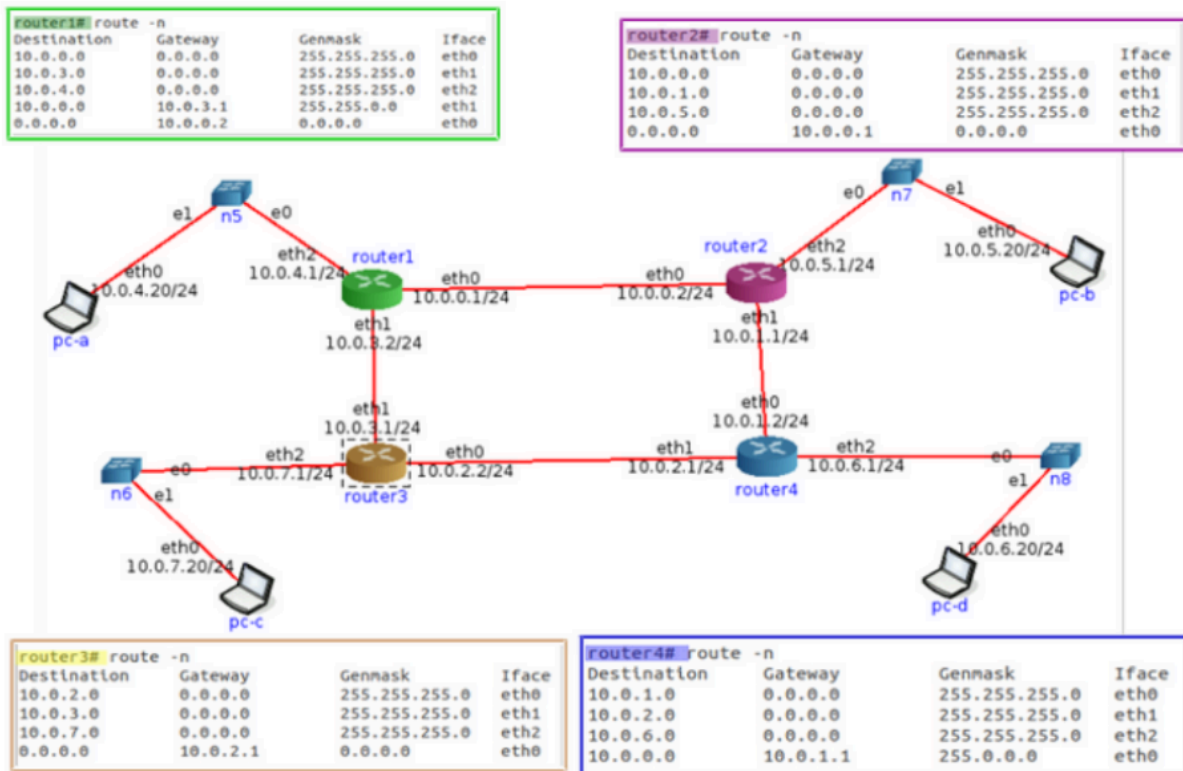
- ¿Está correcta esa tabla de ruteo? En caso de no estarlo, indicar el o los errores encontrados. Escribir la tabla correctamente (no es necesario agregar las redes que conectan contra los ISPs)
- Con la tabla de ruteo del punto anterior, Red D, ¿tiene salida a Internet? ¿Por qué? ¿Cómo lo solucionaría? Suponga que los demás routers están correctamente configurados, con salida a Internet y que Rtr-D debe salir a Internet por Rtr-C.
- Teniendo en cuenta lo aplicado en el punto anterior, si Rtr-C tuviese la siguiente entrada en su tabla de ruteo, ¿qué sucedería si desde una PC en Red D se quiere acceder un servidor con IP 163.10.5.15?
Red Destino Mask Next-Hop Iface
163.10.5.0 /24 10.0.0.9 eth1
- ¿Es posible aplicar sumarización en la tabla del router Rtr-D? ¿Por qué? ¿Qué debería suceder para poder aplicarla?
- La sumarización aplicada en el punto anterior, ¿se podría aplicar en Rtr-B? ¿Por qué?
- Escriba la tabla de ruteo de Rtr-B teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Debe llegarse a todas las redes del gráfico
 - Debe salir a Internet por Rtr-A

- Debe pasar por Rtr-D para llegar a Red D
- Sumarizar si es posible

g. Si Rtr-C pierde conectividad contra ISP-2, ¿es posible restablecer el acceso a Internet sin esperar a que vuelva la conectividad entre esos dispositivos?

Ejercicio 6

Evalúe para cada caso si el mensaje llegará a destino, saltos que tomara y tipo de respuesta recibida en el emisor



- Un mensaje ICMP enviado por PC-B a PC-C.
- Un mensaje ICMP enviado por PC-C a PC-B.
- Un mensaje ICMP enviado por PC-C a 8.8.8.8.
- Un mensaje ICMP enviado por PC-B a 8.8.8.8.

Ejercicio 7

Con la máquina virtual con acceso a Internet realice las siguientes observaciones

respecto de la autoconfiguración IP vía DHCP:

- Inicie una captura de tráfico Wireshark utilizando el filtro bootp para visualizar únicamente tráfico de DHCP.

- b. En una terminal de root, ejecute el comando `$ sudo /sbin/dhclient eth0` y analice el intercambio de paquetes capturado.
- c. Analice la información registrada en el archivo `/var/lib/dhcp/dhclient.leases`, ¿cuál parece su función?
- d. Ejecute el siguiente comando para eliminar información temporal asignada por el servidor DHCP.
`$ rm /var/lib/dhcp/dhclient.leases`
- e. En una terminal de root, vuelva a ejecutar el comando `$ sudo /sbin/dhclient eth0` y analice el intercambio de paquetes capturado nuevamente ¿a que se debió la diferencia con lo observado en el punto "b"?
- f. Tanto en "b" como en "e", ¿qué información es brindada al host que realiza la petición DHCP, además de la dirección IP que tiene que utilizar?

Ejercicio 8

¿Qué es NAT y para qué sirve? De un ejemplo de su uso y analice cómo funcionaría en ese entorno. Ayuda: analizar el servicio de Internet hogareño en el cual varios dispositivos usan Internet simultáneamente.

NAT (Network Address Translation)

El **NAT** es una técnica que traduce direcciones IP privadas (no enrutables en Internet) en direcciones públicas. Esto permite que varios dispositivos de una red privada accedan a Internet usando una o pocas direcciones públicas.

¿Por qué es necesario NAT?

El protocolo IP versión 4 (IPv4) tiene un **número limitado de direcciones públicas**. Para reducir el consumo de estas, se reservó un conjunto de direcciones IP llamadas **privadas** (según RFC 1918) que **no son válidas para uso en Internet directamente**.

Direcciones IP privadas:

Según **RFC-1918**, estas direcciones no son únicas y no se enrutan a través de Internet.

- **Clase A:** 10.0.0.0/8
- **Clases B:** 172.16.0.0/12
- **Clases C:** 192.168.0.0/16

Problemas de las Direcciones Privadas y NAT

1. Limitaciones de las direcciones privadas:

- No son únicas, lo que puede causar confusión en las rutas.
- Habitualmente filtradas por routers de borde.
- Algunos protocolos como FTP o VoIP pueden funcionar incorrectamente.

2. Problemas con NAT/NAPT:

- Rompe el principio de **IP end-to-end**.
- Introduce complejidad adicional en firewalls y sistemas de red.
- No todos los servicios o protocolos funcionan correctamente.

Tipos de NAT

1. NAT Estático:

- Mapeo uno a uno entre direcciones privadas y públicas.
- Requiere tantas direcciones públicas como privadas.
- Permite acceso bidireccional.

2. NAT Dinámico:

- Asigna direcciones públicas de un pool de forma temporal.
- Limita el acceso simultáneo según el tamaño del pool.

Ejercicio 9

¿Qué especifica la RFC 1918 y cómo se relaciona con NAT?

La **RFC 1918** define **rangos de direcciones IP privadas** que **no son válidas en Internet pública**. Estas IPs están pensadas para usarse **dentro de redes locales (LANs)** y **no deben ser enrutable globalmente**.

Rangos de direcciones privadas definidos en la RFC 1918:

Clase	Rango	Máscara por defecto
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255	/8
B	172.16.0.0 – 172.31.255.255	/12
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255	/16

¿Cómo se relaciona esto con **NAT**?

La **NAT (Network Address Translation)** se usa para permitir que dispositivos con direcciones privadas puedan comunicarse con el exterior (Internet pública).

NAT actúa como un "puente" entre:

- Una **red privada** (RFC 1918)
- Y la **Internet pública** (IP global/rutable)

¿Qué hace NAT?

- Cambia la dirección IP **privada** de origen por una **IP pública** antes de enviar el paquete a Internet.
- Mantiene una tabla de mapeo para saber a qué host local devolver la respuesta.

Ejemplo real

- Tu PC tiene la IP privada: 192.168.1.10
- Quieres visitar google.com
- El router con NAT reemplaza tu IP por la IP pública 181.44.55.1
- Google responde a 181.44.55.1, y el router sabe que debe reenviar la respuesta a 192.168.1.10

Ejercicio 10

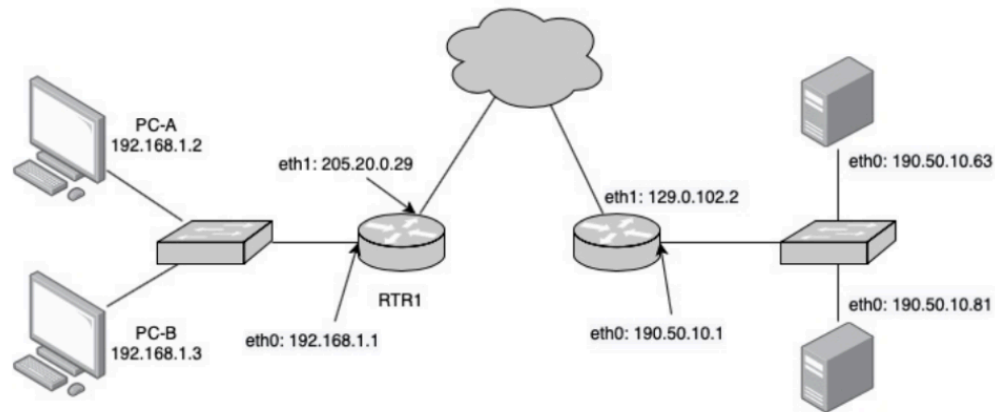
En la red de su casa o trabajo verifique la dirección IP de su computadora y luego acceda a www.cualesmiip.com. ¿Qué observa? ¿Puede explicar qué sucede?

La dirección pública es distinta de la dirección privada. Esto se debe a que la IP pública corresponde a la dirección del router que conecta la red local a Internet (en este caso, 191.84.238.90), mientras que la IP privada asignada a mi computadora dentro de la red local es 192.168.1.34. Como las direcciones IP privadas no pueden ser utilizadas directamente en Internet, el router utiliza un mecanismo llamado NAT (Traducción de Direcciones de Red) para traducir la IP privada en una IP pública al momento de comunicarse con el exterior.

Ejercicio 11 REVISAR

Resuelva las consignas que se dan a continuación.

a. En base a la siguiente topología y a las tablas que se muestran, complete los datos que faltan.



PC-A (ss)

Local Address:Port	Peer Address:Port
192.168.1.2:49273	_____
_____	190.50.10.63:25
192.168.1.2:_____	190.50.10.81:8080

PC-B (ss)

Local Address:Port	Peer Address:Port
192.168.1.3:52734	_____
192.168.1.3:39275	_____

RTR-1 (Tabla de NAT)

Lado LAN	Lado WAN
192.168.1.2:49273	205.20.0.29:25192
192.168.1.2:51238	_____
192.168.1.3:52734	205.20.0.29:51091
192.168.1.2:37484	205.20.0.29:41823
192.168.1.3:39275	205.20.0.29:9123

SRV-A (ss)

Local Address:Port	Peer Address:Port
190.50.10.63:80	205.20.0.29:25192
190.50.10.63:25	205.20.0.29:41823

SRV-B (ss)

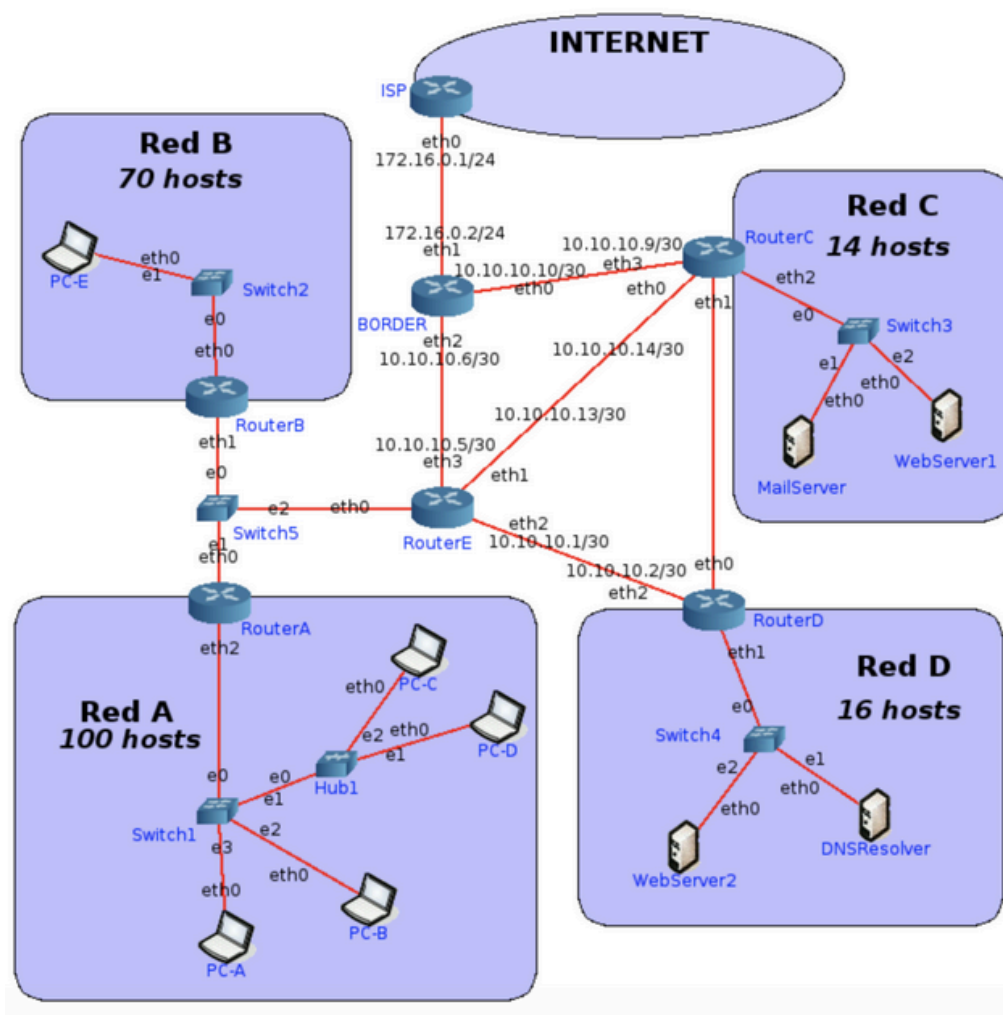
Local Address:Port	Peer Address:Port
190.50.10.81:8080	205.20.0.29:16345
190.50.10.81:8081	205.20.0.29:51091
190.50.10.81:8080	205.20.0.29:9123

b. En base a lo anterior, responda:

- ¿Cuántas conexiones establecidas hay y entre qué dispositivos?
- ¿Quién inició cada una de las conexiones? ¿Podrían haberse iniciado en sentido inverso? ¿Por qué? Investigue qué es port forwarding y si serviría como solución en este caso.

Todas las conexiones fueron iniciadas por clientes

No, no podrían haberse iniciado en sentido inverso, ya que, en caso de que el servidor intentase establecer una conexión con algún cliente detrás del NAT, el router no sabría donde reenviar el paquete y lo descartaría, ya que, las PC clientes están en una red privada por lo tanto el router puede y debe convertir la IP privada en pública a la hora de enviar un paquete pero no para cuando se quiere enviar un paquete desde afuera



Ejercicio 12 REVISAR

Asigne las redes que faltan utilizando los siguientes bloques y las consideraciones debajo:

226.10.20.128/27	200.30.55.64/26	127.0.0.0/24	192.168.10.0/29
224.10.0.128/27	224.10.0.64/26	192.168.10.0/24	10.10.10.0/27

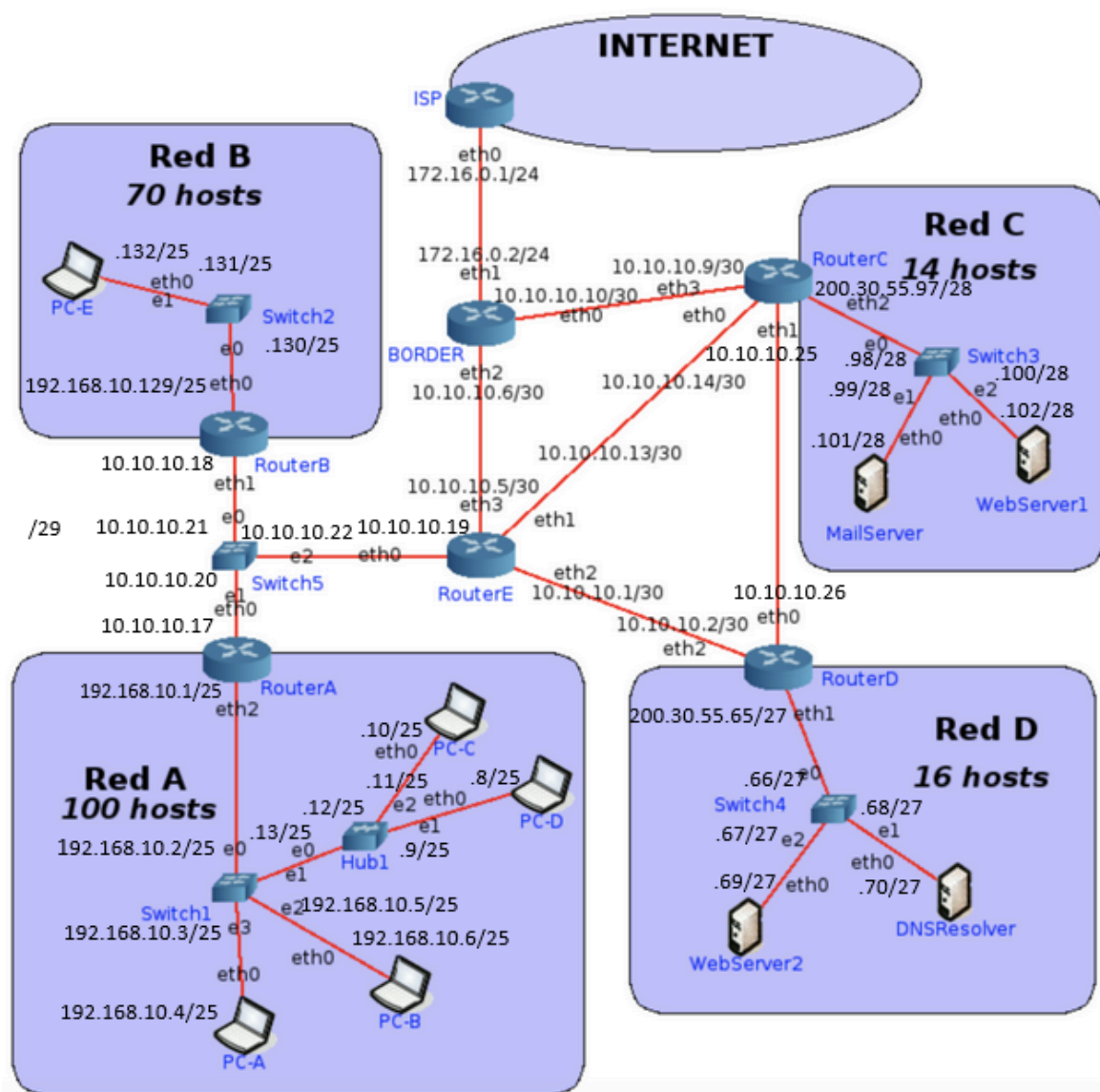
- Red C y la Red D deben ser públicas.
- Los enlaces entre routers deben utilizar redes privadas.
- Se debe desperdiciar la menor cantidad de IP posibles.
- Si va a utilizar un bloque para dividir en subredes, asignar primero la red con más cantidad de hosts y luego las que tienen menos.
- Las redes elegidas deben ser válidas.

Ejercicio 13 REVISAR

Asigne IP a todas las interfaces de las redes listadas a continuación. Nota: Los routers deben tener asignadas las primeras IP de la red. Para enlaces entre routers, asignar en el siguiente orden:

RouterA, RouterB, RouterC, RouterD y RouterE.

- Red A, Red B, Red C y Red D.
- Red entre RouterA-RouterB-RouterE.
- Red entre RouterC-RouterD.

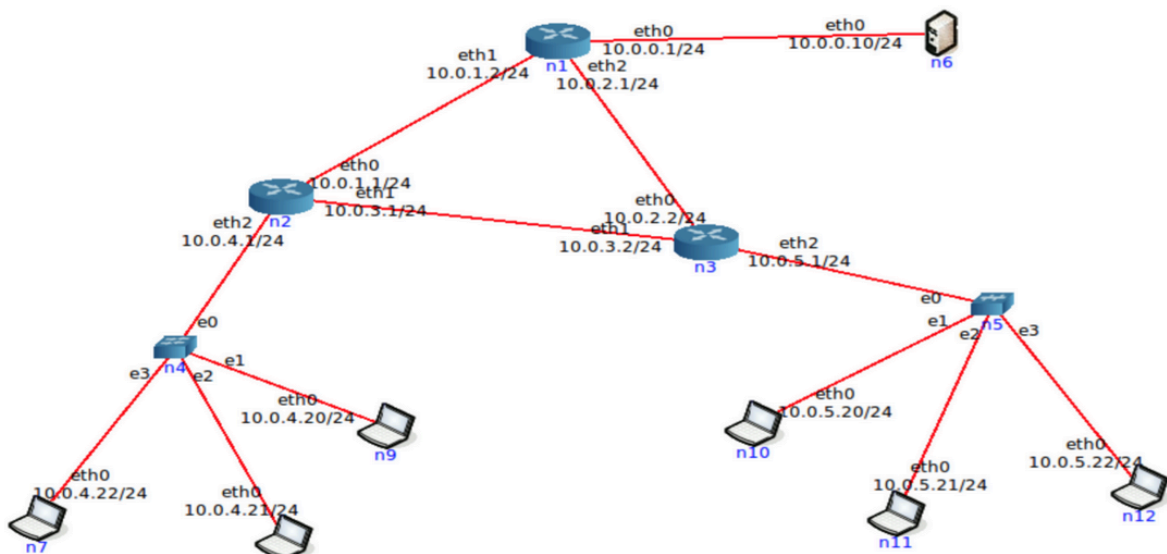


Ejercicio 14 REVISAR

Realice las tablas de rutas de RouterE y BORDER considerando:

- Siempre se deberá tomar la ruta más corta.
- Sumarizar siempre que sea posible.
- El tráfico de Internet a la Red D y viceversa debe atravesar el RouterC.
- Todos los hosts deben poder conectarse entre sí y a Internet.

Ejercicio 15



- Antes de empezar el ejercicio ejecute en una terminal el siguiente comando:
`$ sudo iptables -P FORWARD ACCEPT`
- Inicie la herramienta CORE y abra el archivo 1-ruteo-estatico.imn.
- Inicie la virtualización de la topología.
- Analice las tablas de ruteo de las diferentes PCs y de los routers. ¿Qué observa? ¿Puede explicar por qué?

Observo que ningún elemento de la topología tiene una IP asignada a alguna interfaz por lo tanto no hay tablas de ruteo, esto provoca que, en este estado, no se puedan hacer consultas a otras PC o servidores.

- Configure las direcciones IP de las interfaces según lo que muestra el gráfico (para entrar a configurar cada equipo ya sea una PC o un router debe hacer doble click sobre el mismo, lo cual abre una terminal de comandos). Por ejemplo:

■ En la PC n6 debe configurar la interfaz eth0 con la IP 10.0.0.10.

- En el Router n1 debe configurar la eth0 con la IP 10.0.0.1, la eth1 con la IP 10.0.1.2 y la eth2 con la 10.0.2.1.

Routers

n1

```
ip addr add 10.0.0.1/24 dev eth0
ip addr add 10.0.1.2/24 dev eth1
ip addr add 10.0.2.1/24 dev eth2
```

n2

```
ip addr add 10.0.1.1/24 dev eth0
ip addr add 10.0.4.1/24 dev eth2
ip addr add 10.0.3.1/24 dev eth1

# Rutas
ip route add 10.0.0.0/24 via 10.0.1.2
ip route add 10.0.2.0/24 via 10.0.3.2
ip route add 10.0.5.0/24 via 10.0.3.2
```

n3

```
ip addr add 10.0.2.2/24 dev eth0
ip addr add 10.0.3.2/24 dev eth1
ip addr add 10.0.5.1/24 dev eth2

# Rutas
ip route add 10.0.0.0/24 via 10.0.2.1
ip route add 10.0.1.0/24 via 10.0.3.1
ip route add 10.0.4.0/24 via 10.0.3.1
```

Switches Ethernet

- **n4 y n5** son switches. No requieren configuración de IP.

- Son dispositivos de capa 2 que solo reenvían tramas según MAC.

Hosts (PCs y servidor)

◆ **n6 (servidor conectado a n1)**

```
ip addr add 10.0.0.10/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.0.1
```

◆ **n7**

```
ip addr add 10.0.4.22/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.4.1
```

◆ **n8**

```
ip addr add 10.0.4.2/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.4.1
```

◆ **n9**

```
ip addr add 10.0.4.20/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.4.1
```

◆ **n10**

```
ip addr add 10.0.5.20/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.5.1
```

◆ **n11**

```
ip addr add 10.0.5.21/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.5.1
```



```
bash
CopiarEditar
ip addr add 10.0.5.22/24 dev eth0
ip route add default via 10.0.5.1
```

Verificación final

En cada host (n6–n12), verifíca conectividad con `ping` :

```
bash
CopiarEditar
ping 10.0.0.1    # Gateway directo
ping 10.0.5.1    # Otro router
ping 10.0.0.10   # Servidor
```

f. Analice las tablas de ruteo de las diferentes PCs y de los routers. ¿Qué observa? ¿Puede explicar por qué?

g. Compruebe conectividad. Para ello, tome por ejemplo la PC n7 y haga un ping a cada una de las diferentes IPs que configuró. ¿Qué ocurre y por qué?

h. Configure una ruta por defecto en todas las computadoras y analice los cambios en las tablas de ruteo.

i. Compruebe conectividad repitiendo el mismo procedimiento que realizó anteriormente. ¿Qué ocurre y por qué?

j. Función de ruteo: un dispositivo que actúe como router requiere tener habilitado el encaminamiento de paquetes entre sus interfaces.

■ Verificar `IP_FORWARD`, en los routers y las PCs, obteniendo la configuración con:

```
$ cat /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```


El valor 0 indica funcionalidad desactivada (esto es correcto para las PCs). 1 indica que está habilitado (esto es requerido para los routers).

k. Configure en los routers rutas estáticas a cada una de las redes de la topología (no utilice rutas por defecto).

l. Compruebe conectividad entre todos los dispositivos de la red. Si algún dispositivo no puede comunicarse con otro revise las tablas de ruteo y solucione los inconvenientes hasta que la conectividad sea completa.

m. Modifique ahora las tablas de ruteo de los routers, eliminando todas las rutas configuradas hasta el momento y vuelva a configurarlas en base al siguiente criterio.

- Router n1 envía todo el tráfico desconocido a Router n2.
- Router n2 envía todo el tráfico desconocido a Router n3.
- Router n3 envía todo el tráfico desconocido a Router n1.

n. Compruebe conectividad entre todos los dispositivos de la red. Si algún dispositivo no puede comunicarse con otro revise las tablas de ruteo y solucione los inconvenientes hasta que la conectividad sea completa.

o. En base a las dos configuraciones de las tablas de ruteo anteriores, responda:

- ¿Cuál opción le resultó más sencilla y por qué?
- Considerando el tamaño de las tablas de ruteo en cada situación, ¿cuál de las dos opciones le parece más conveniente y por qué?
- ¿Puede pensar en algún caso donde la segunda opción sea la única posible?
- Suponga que realiza un ping a un host que tiene la IP 190.50.12.34. ¿Qué ocurrirá en cada caso? ¿Cuál le parece mejor?