

Escuela de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones
Universidad Diego Portales

Redes de Datos (Code: CIT-2114)

Laboratorio 4: “Routing Estático y Dinámico”

Fecha: 17 de Junio 2024

Sección 7 Grupo 4

Sebastian Quintero; Sebastian Saldivia; Lucas Herrada; Matias Caceres
e-mail: sebastian.quintero@mail.udp.cl; lucas.herrada@mail.udp.cl.

1. Objetivos y alcances

- Comprender las principales diferencias entre routing estático y dinámico
- Configurar routing de tipo estático
- Configurar el protocolo de routing RIP V2
- Configurar el protocolo de routing EIGRP
- Configurar el protocolo de routing OSPF

2. Routing estático y dinámico

2.1. Routing estático

En el routing estático las tablas de routing se crean de forma manual. El administrador de la red configura manualmente en el router la información de cómo alcanzar las diferentes redes remotas. El administrador es responsable de que todas las redes sean accesibles y de que la configuración esté libre de loops. Cualquier cambio en la topología de la red requiere que el administrador agregue o elimine las rutas afectadas por dichos cambios. En una red de gran tamaño, el mantenimiento manual de las tablas de routing requiere de mucho tiempo de administración. En redes pequeñas, con pocos cambios, las rutas estáticas requieren muy poco mantenimiento. Aunque el mantenimiento es complicado, tiene como ventaja que no se consume ancho de banda de la red.

2.1.1. Rutas estáticas

Las rutas estáticas son las rutas que configuramos manualmente en la tabla de enrutamiento para dirigirnos a una red específica a través de un gateway. Las rutas estáticas tienen varios usos:

1. Para distribución de internet a nuestra red LAN a través de la ruta por defecto
2. Para conectarnos con otros routers y compartir accesos a direccionamientos externos a nuestros routers.

2.1.2. Ventajas de las rutas estáticas

Dentro de las ventajas que tenemos es que con ellas no tenemos un consumo alto de CPU de nuestros routers ya que al ser estáticas no están ejecutando algoritmos avanzados de routing como lo hacen los protocolos dinámicos. Son fáciles de configurar en ambientes pequeños y dan control al administrador para hacerlo. Solo el administrador puede agregar una ruta para compartir sus redes o llegar a otras redes externas.

2.1.3. Desventajas de las rutas estáticas

Las desventajas tienen el factor humano y la disponibilidad del administrados. Como el administrador es el que conoce sobre estas rutas, si no está disponible puede ser imposible en una emergencia resolver algún problema. Los errores de configuración recaen directamente en la capacidad del administrador de la red. La documentación de la red debe ser actualizada constantemente tras un cambio de enrutamiento, lo cual es difícil de realizar en todos los ambientes laborales. La documentación es muy importante pero es una de las faltas más grandes de los departamentos de infraestructura.

2.2. Routing dinámico

En el routing dinámico la información necesaria para crear y mantener actualizadas las tablas de rutas se obtiene de los otros routers de la red. Los routers utilizan los protocolos de routing para intercambiar información de sus tablas de rutas con sus routers vecinos. El protocolo de routing define el conjunto de reglas y mecanismos mediante los cuales los routers intercambian esta información. El administrador debe poner en marcha el routing dinámico. Pero después las tablas de rutas de los routers se ajustan automáticamente ante cambios en la red. Es más fácil de mantener que en el routing estático, pero consume mucho ancho de banda en los enlaces entre los routers debido a los mensajes que se intercambian los routers para configurarse automáticamente.

2.2.1. Protocolos de routing dinámico

Protocolo RIP v2 *Routing Information Protocol versión 2 (RIP v2)* es uno de los protocolos de routing interior más sencillos y utilizados. Esto es particularmente verdadero a partir de la versión 2 que introduce algunas mejoras críticas que la constituyeron en un recurso necesario para cualquier administrador de redes. RIP es un protocolo de vector distancia de tipo estándar, basado en los RFC 1388, 1723 y 2453. Su principal limitación está impuesta por la cantidad máxima de saltos que soporta: 15. RIP asume que todo lo que se encuentra a más de 15 saltos, está a una distancia infinita, y por lo tanto no tiene ruta válida. Como contrapartida, es quizás el protocolo más implementado. Muchos

dispositivos (algunos routers para pequeñas oficinas, por ejemplo) tienen activado RIP por defecto. Algunas de sus características son:

- La distancia administrativa para RIP es 120.
- RIP v2 envía actualizaciones de routing a través de la dirección de multicast 224.0.0.9.
- RIP v2 resume actualizaciones de enrutamiento automáticamente.
- Su métrica es la cuenta de saltos.
- Soporta VLSM.

El funcionamiento de RIP establece que cada router envíe su tabla de routing completa a todos los vecinos conectados cada 30 segundos. Aunque pueden haber actualizaciones disparadas por eventos.

Protocolo EIGRP El protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, EIGRP*) es una versión mejorada del protocolo IGRP original desarrollado por Cisco Systems. EIGRP combina las ventajas de los protocolos de estado de enlace con las de los protocolos de vector de distancia. EIGRP mantiene el mismo algoritmo de vector de distancia y la información de métrica original de IGRP; no obstante, se han mejorado apreciablemente el tiempo de convergencia y los aspectos relativos a la capacidad de ampliación. EIGRP e IGRP usan cálculos de métrica diferentes. EIGRP multiplica la métrica de IGRP por un factor de 256. Esto ocurre porque EIGRP usa una métrica que tiene 32 bits de largo, e IGRP usa una métrica de 24 bits. La información EIGRP puede multiplicarse o dividirse por 256 para un intercambio fácil con IGRP. IGRP tiene un número de saltos máximo de 255. El límite máximo para el número de saltos en EIGRP es 224. Esto es más que suficiente para admitir grandes redes. EIGRP ofrece características que no se encontraban en su antecesor tales como el soporte para VLSM y los resúmenes de ruta arbitrarios. Además, EIGRP ofrece características que se encuentran en protocolos como OSPF, como las actualizaciones incrementales parciales y un tiempo de convergencia reducido. Como en el caso del protocolo IGRP, EIGRP publica la información de la tabla de routing sólo a los routers vecinos. EIGRP mantiene las siguientes tres tablas:

- Tabla de vecinos
- Tabla de topología
- Tabla de routing

Los routers vecinos se descubren por medio de un protocolo Hello sencillo intercambiado por los routers que pertenecen a la misma red física estableciendo adyacencias. Hello utiliza para intercambiar paquetes de saludo una dirección multicast 224.0.0.10. Una vez descubiertos los routers vecinos, EIGRP utiliza un protocolo de transporte fiable para garantizar la entrega correcta y ordenada de la información y las actualizaciones de la tabla de routing. Un router hace el seguimiento de sus propias rutas conectadas y, además, de todas las rutas públicas de los routers vecinos. Basándose en esta información, EIGRP puede seleccionar eficaz y rápidamente la ruta de menor costo hasta un destino. El saludo y la información de routing EIGRP son transportados mediante el protocolo de transporte EIGRP. El transporte EIGRP define un protocolo fiable de publicación, acuse

de recibo y petición para garantizar que el saludo y la información de routing se distribuyen adecuadamente a todos los routers vecinos. Cuando existen cambios de topologías EIGRP recurre a DUAL (algoritmo de actualización difusa) para conseguir una rápida convergencia entre los routers, estos almacenan sus propias tablas de routing con rutas alternativas, si no existiera alguna ruta alternativa EIGRP recurren a sus routers vecinos para conseguir información acerca de ese camino alternativo.

Protocolo OSPF El protocolo OSPF (*Open Shortest Path First*) es uno de los protocolos del estado-enlace más importantes. Es un protocolo estándar descrito en el RFC 2328 y la versión para IPv6 se publicó en el RFC 2740. Usa el algoritmo SPF para calcular el costo más bajo hasta un destino. Las actualizaciones de routing producen tráfico cuando ocurren cambios en la topología de la red. OSPF es un protocolo sin clase (*classless*) es decir, permite determinar la red destino del mensaje utilizando máscaras diferentes a la máscara por defecto de la clase a la que pertenece la dirección de equipo destino.

La métrica se define como un valor arbitrario, denominado costo. En el RFC no se especifica los valores que deben utilizarse para determinar el costo. El IOS de Cisco utiliza los anchos de banda acumulados de las interfaces de salida desde el router hasta la red de destino para calcular el valor de la métrica. OSPF supera las limitaciones de otros protocolos; como, por ejemplo, RIP que se limita a 15 saltos. Cada router mantiene una base de datos que describe la topología exacta de la red. A partir de esta base de datos se construye un árbol SPF, del que se extraen las rutas más cortas para incluirlas en la tabla de routing. El protocolo OSPF proporciona balanceo de carga entre rutas de igual costo. Si un administrador especifica múltiples rutas hacia un destino con el mismo coste, el protocolo OSPF distribuye el tráfico entre todas las rutas de la misma manera. OSPF recalcula las rutas rápidamente cada vez que hay un cambio en la topología, intercambiando el mínimo tráfico de red para las notificaciones entre routers. No existen actualizaciones periódicas.

3. Actividades

Routing estático

3.1. Configuración de la topología de red

Considere la topología de red mostrada en la Figura 1 y configure las direcciones IPv4 de las interfaces de red de acuerdo a la información mostrada en dicha Figura.

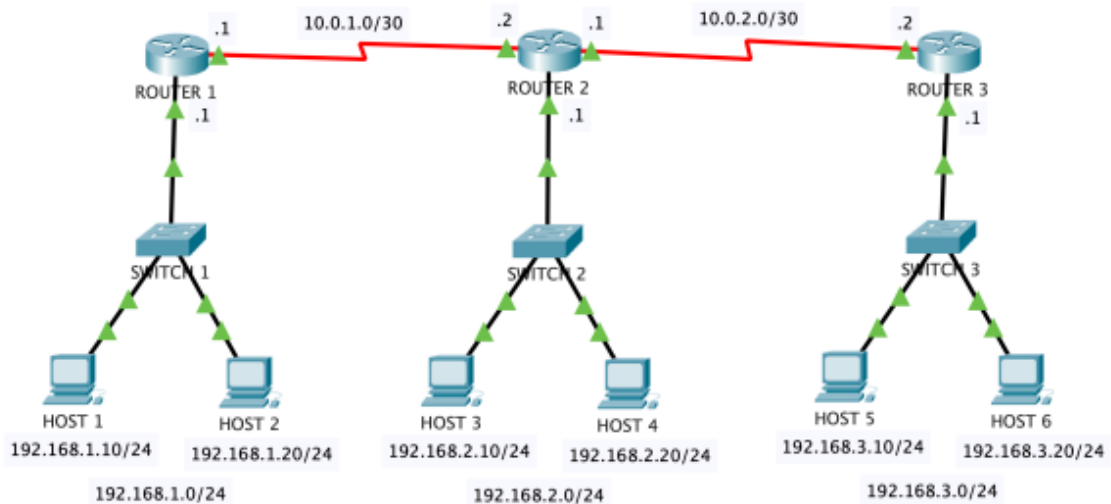


Figura 1: Enter Caption

3.1.1. Configuración de las interfaces de red del Router 1, 2 y 3

1. Utilice los siguientes comandos para la configuración de las direcciones IPv4 de las interfaces de los routers:

```
Router 1
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial0/3/0
Router(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

```
Router 2
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial0/3/0
Router(config-if)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial0/3/1
Router(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.252
```

```
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

```
Router 3
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial0/3/0
Router(config-if)#ip address 10.0.2.2 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

2. Una vez configuradas las direcciones IPv4 en las interfaces de todos los routers utilice el siguiente comando para verificar la asignación de dicha IP:

```
Router#show ip interface brief
```

Realice una captura de pantalla de los resultados de dicho comando en cada uno de los routers.

A continuación, se presentan las capturas de pantalla con los resultados del comando ejecutado en cada uno de los routers:

```
Router>ena
Router#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
GigabitEthernet0/0       unassigned      YES unset  administratively down  down
GigabitEthernet0/1       192.168.1.1     YES manual  up                up
Serial0/1/0              10.0.1.1        YES manual  up                up
Serial0/1/1              unassigned      YES unset  administratively down  down
Vlan1                    unassigned      YES unset  administratively down  down
Router#
```

Figura 2: Resultado del comando show ip interface brief en el Router 1

```
Router>ena
Router#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/1/0, changed state to up
show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
GigabitEthernet0/0       unassigned      YES unset  administratively down  down
GigabitEthernet0/1       192.168.2.1     YES manual  up                up
Serial0/1/0              10.0.1.2        YES manual  up                up
Serial0/1/1              10.0.2.1        YES manual  up                up
Vlan1                    unassigned      YES unset  administratively down  down
Router#
```

Figura 3: Resultado del comando show ip interface brief en el Router 2

```
Router#show ip int brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
GigabitEthernet0/0 unassigned      YES unset   administratively down down
GigabitEthernet0/1 192.168.3.1     YES manual   up          up
Serial0/1/0         unassigned      YES unset   administratively down down
Serial0/1/1         10.0.2.2        YES manual   up          up
Vlan1               unassigned      YES unset   administratively down down
Router#
```

Figura 4: Resultado del comando `show ip interface brief` en el Router 3

3.2. Configuración del routing estático

En esta actividad se debe realizar la configuración del routing estático en cada uno de los routers. Se debe entender por routing estático cuando las rutas que deben seguir los paquetes hacia una red específica se configura en forma manual en la tabla de routing. Las rutas estáticas se configuran utilizando el comando `ip route`.

3.2.1. Configuración del routing estático en los Routers 1, 2 y 3

1. Utilice los siguientes comandos para la configuración de las rutas estáticas en los routers.

```
Router 1
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.1.2
Router(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 10.0.1.2
Router(config)#ip route 10.0.2.0 255.255.255.252 10.0.1.2
```

```
Router 2
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.1.1
Router(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 10.0.2.2
```

```
Router 3
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.2.1
Router(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.2.1
Router(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.252 10.0.2.1
```

2. Para visualizar el conjunto de rutas en la tabla de ruteo de cada uno de los routers, utilice el comando `show ip route` en el modo privilegiado. Se pide realizar una captura de pantalla e indicar las rutas estáticas y rutas conectadas directamente.

A continuación, se presentan las capturas de pantalla con los resultados del comando ejecutado en cada uno de los routers:

```

-
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
S    10.0.2.0/30 [1/0] via 10.0.1.2
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 10.0.1.2
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 10.0.1.2

```

Figura 5: Resultado del comando `show ip route` en el Router 1

Router 1 – Análisis:

■ Rutas directamente conectadas (C/L):

- 10.0.1.0/30 → Serial0/1/0
- 10.0.1.1/32 → Serial0/1/0
- 192.168.1.0/24 → GigabitEthernet0/1
- 192.168.1.1/32 → GigabitEthernet0/1

■ Rutas estáticas (S):

- 10.0.2.0/30 vía 10.0.1.2
- 192.168.2.0/24 vía 10.0.1.2
- 192.168.3.0/24 vía 10.0.1.2

```

-
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.1.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
C    10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.2.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 10.0.1.1
192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 10.0.2.2

```

Figura 6: Resultado del comando `show ip route` en el Router 2

Router 2 – Análisis:

■ Rutas directamente conectadas (C/L):

- 10.0.1.0/30 y 10.0.1.2/32 → Serial0/1/0
- 10.0.2.0/30 y 10.0.2.1/32 → Serial0/1/1
- 192.168.2.0/24 y 192.168.2.1/32 → GigabitEthernet0/1

■ Rutas estáticas (S):

- 192.168.1.0/24 vía 10.0.1.1

- 192.168.3.0/24 vía 10.0.2.2

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S    10.0.1.0/30 [1/0] via 10.0.2.1
C    10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.2.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 10.0.2.1
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 10.0.2.1
192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 7: Resultado del comando `show ip route` en el Router 3

Router 3 – Análisis:

- **Rutas directamente conectadas (C/L):**
 - 10.0.2.0/30 y 10.0.2.2/32 → Serial0/1/1
 - 192.168.3.0/24 y 192.168.3.1/32 → GigabitEthernet0/1
- **Rutas estáticas (S):**
 - 10.0.1.0/30 vía 10.0.2.1
 - 192.168.1.0/24 vía 10.0.2.1
 - 192.168.2.0/24 vía 10.0.2.1

3. Considere la tabla de ruteo del Router 2 e interprete la información contenida. Indique las redes de destino, distancia administrativa, dirección IP del próximo salto y la interfaz de salida del paquete.

R: La tabla de ruteo muestra las rutas directamente conectadas, como lo son las rutas estáticas. Las redes de destino son: 10.0.1.0/30, 10.0.2.0/30, 192.168.1.0/24, 192.168.2.0/24 y 192.168.3.0/24. La distancia administrativa para las rutas estáticas es 1 y para las rutas locales es 0, además las rutas directamente conectadas y locales no necesitan salto, no así las rutas estáticas las cuales utilizan como próximo salto la dirección IP 10.0.1.2 y la interfaz de salida Serial0/1/0.

3.3. Verificación del funcionamiento del routing estático

3.3.1. Verificación de conectividad Para comprobar el correcto funcionamiento de las rutas estáticas implementadas en los routers se pide realizar lo siguiente:

1. Desde el Host 1 realice un ping a los Host 3 y 5. Mostrar los resultados utilizando una captura de pantalla.





Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	HOST 1	HOST 3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 4	ICMP		0.000	N	1	(edit)	

Figura 8: Resultados del comando `ping` desde el Host 1 hacia los Hosts 3 y 5

3.4. Configuración de ruta estática por defecto (Default Route)

En esta sección se debe configurar una ruta estática por defecto en los routers que corresponda. Una ruta estática por defecto es una ruta que coincidirá con todos los paquetes. La aplicación de la ruta estática por defecto en la topología de red utilizada en esta actividad es por la existencia de routers de conexión única (Router 1 y 3) donde los paquetes sólo tienen una única ruta a seguir para llegar a las redes de destino. La sintaxis para una ruta estática por defecto es similar a cualquier otra ruta estática, excepto que la dirección de red es 0.0.0.0 y la máscara de subred es 0.0.0.0.

3.4.1. Configurar de ruta estática por defecto en los Routers 1 y 3

1. Utilice la topología de red anterior, para esto deberá eliminar las rutas estáticas configuradas previamente en los Routers 1 y 3. Para borrar una ruta especificada utilice el comando `no ip route`.

Router 1

- Borrado de las rutas estáticas.

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.1.2
```

```
Router(config)#no ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 10.0.1.2
```

```
Router(config)#no ip route 10.0.2.0 255.255.255.252 10.0.1.2
```

- Configuración de la ruta estática por defecto.

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.1.2
```

Router 3

- Borrado de las rutas estáticas.

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.2.1
```

```
Router(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.2.1
```

```
Router(config)#no ip route 10.0.1.0 255.255.255.252 10.0.2.1
```

- Configuración de la ruta estática por defecto.

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.2.1
```

2. Para visualizar tabla de ruteo de los Routers 1 y 3 utilice el comando `show ip route` en el modo privilegiado. Se pide realizar captura de pantallas e indicar las principales diferencias con la tabla de rutas generadas en la actividad anterior.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.1.2

```

Figura 9: Resultado del comando `show ip route` en el Router 1 con ruta por defecto

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.2.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.2.1

```

Figura 10: Resultado del comando `show ip route` en el Router 3 con ruta por defecto

R: Al configurar la ruta por defecto en los Routers 1 y 3, se observan los siguientes cambios respecto a las tablas de ruteo anteriores:

Router 1:

Se elimina la tabla con rutas estáticas específicas.

Aparece la entrada: S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.1.2

Esto significa que todo el tráfico sin ruta específica se enviará al Router 2 (10.0.1.2).

Router 3:

También se eliminan las rutas estáticas individuales.

Aparece la entrada: S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.2.1

Todo el tráfico desconocido será enviado al Router 2 (10.0.2.1).

Principales diferencias con las tablas anteriores:

Antes se usaban rutas estáticas para cada red.

Ahora solo hay una ruta por defecto que simplifica la tabla.

Esto reduce la complejidad y es útil cuando solo existe un camino hacia el resto de la red.

3. Considere la tabla de ruteo del Router 1 e interprete la información contenida.

R: La tabla muestra las rutas que el router utiliza para enviar paquetes hacia diferentes redes. Se observan dos rutas directamente conectadas: la red 192.168.1.0/24 a través de la interfaz GigabitEthernet0/0 y la red 10.0.1.0/30 mediante Serial0/3/0.

Además, se han configurado rutas estáticas para alcanzar las redes 192.168.2.0/24, 192.168.3.0/24 y 10.0.2.0/30, todas con el siguiente salto 10.0.1.2, correspondiente al Router 2.

Las rutas directamente conectadas presentan una distancia administrativa de 0, mientras que las rutas estáticas tienen una distancia administrativa de 1. Todas las rutas

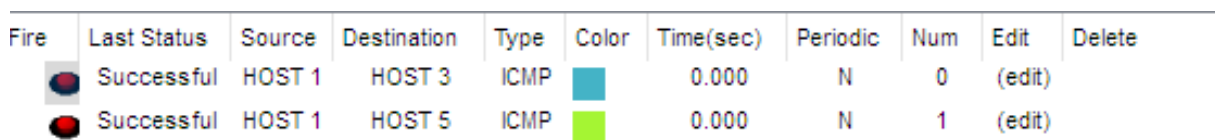
4. Investigue bajo qué otra circunstancia sería aplicable una ruta estática por defecto.

R: Una ruta estática por defecto se usa cuando un router no tiene rutas específicas para todas las redes posibles, pero necesita enviar el tráfico “a algún lado”. Es muy útil en redes pequeñas o cuando un router solo tiene una salida hacia Internet o hacia otro router que sí conoce el resto de la red. Así, cualquier paquete que no coincida con una ruta específica se envía por esa ruta por defecto.

3.5. Verificación del funcionamiento del routing estático

3.5.1. Verificación de conectividad Para comprobar el correcto funcionamiento de las rutas estáticas por defecto implementadas en los Routers 1 y 2 se pide realizar lo siguiente:

1. Desde el Host 1 realice un ping a los Host 3 y 5. Mostrar los resultados utilizando una captura de pantalla.







Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	HOST 1	HOST 3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 5	ICMP		0.000	N	1	(edit)	

Figura 11: Resultados del comando `ping` desde el Host 1 hacia los Hosts 3 y 5 utilizando rutas por defecto

Routing dinámico

En esta actividad podrá utilizar la topología de red mostrada en la Figura 2, para configurar los protocolos de routing dinámico RIP v2, EIGRP y OSPF.

3.6. Configuración de routing dinámico RIP V2

En esta actividad deberá configurar el routing dinámico RIP v2 en todos los routers. Para esto deberá utilizar el comando `router rip` en el modo de configuración global. Este comando habilita el protocolo de routing RIP. Para activar la versión 2 del protocolo se utiliza el comando `version 2`. Luego se ejecuta el comando `network` para informar al router acerca de las interfaces de red donde RIP estará activo. También se utiliza el comando `no auto-summary` para desactivar la sumarización automática y el comando `passive-interface` en el modo de configuración del router para evitar la transmisión de mensajes de routing a través de una interfaz del router.

1. Para la configuración del protocolo de routing dinámico RIP v2 en el Router 1 y en todas sus interfaces utilice los siguientes comandos:

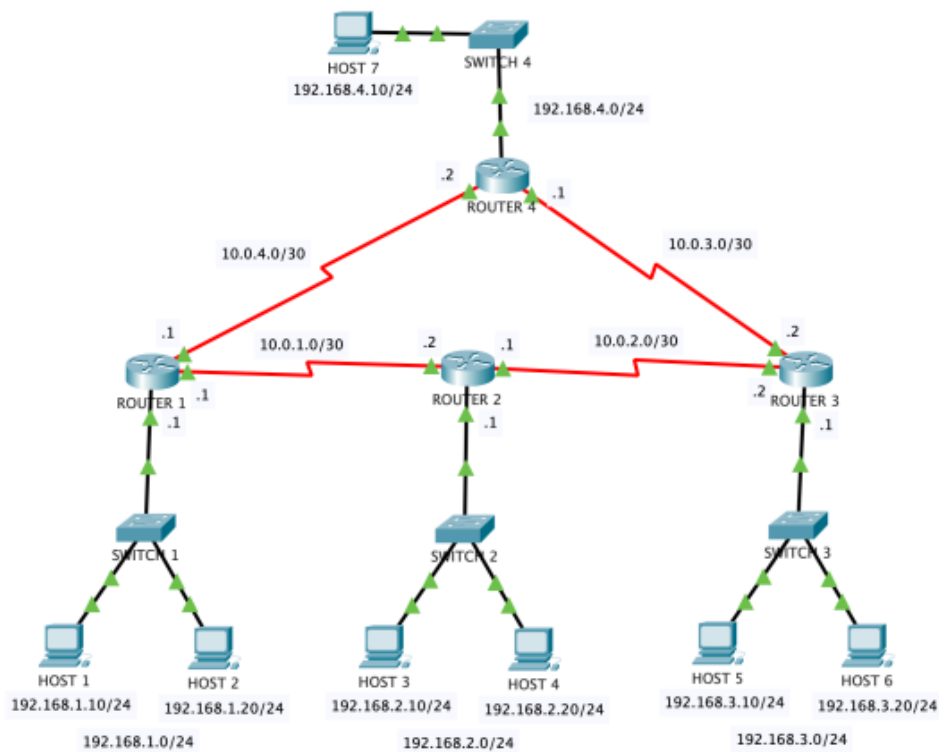


Figura 12: Topologia de red para la configuracion de routing dinamico.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 10.0.1.0
Router(config-router)#network 10.0.4.0
Router(config-router)#passive-interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-router)#no auto-summary
Router(config-router)#exit
```

2. Considerando los comandos mostrados anteriormente, se solicita configurar el protocolo RIP versión 2 en los Routers 2, 3 y 4. A continuación, se presentan los comandos utilizados para la configuración en cada uno de los routers, incluyendo el Router 1:

Router 1

```
configure terminal
router rip
version 2
network 192.168.1.0
network 10.0.1.0
network 10.0.4.0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 2

```
configure terminal
router rip
version 2
network 192.168.2.0
network 10.0.2.0
network 10.0.1.0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 3

```
configure terminal
router rip
version 2
network 192.168.3.0
network 10.0.2.0
network 10.0.3.0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 4

```
configure terminal
router rip
version 2
network 192.168.4.0
network 10.0.4.0
network 10.0.3.0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

3. Verifique el correcto funcionamiento del routing dinámico. Para esto realice un ping desde el Host 1 hacia los hosts 3, 5 y 7. Mostrar las captura de pantalla de cada uno de los ping.

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	HOST 1	HOST 3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 5	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 7	ICMP		0.000	N	2	(edit)	

Figura 13: Captura de los pings exitosos desde el Host 1 hacia los Hosts 3, 5 y 7, verificando el routing dinámico con RIPv2.

4. Realice una captura de pantalla de cada una de las tablas de routing de los routers. Utilice el comando `show ip route`.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
R    10.0.2.0/30 [120/1] via 10.0.1.2, 00:00:02, Serial0/1/1
R    10.0.3.0/30 [120/1] via 10.0.4.2, 00:00:10, Serial0/1/0
C    10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.4.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 10.0.1.2, 00:00:02, Serial0/1/1
R    192.168.3.0/24 [120/2] via 10.0.1.2, 00:00:02, Serial0/1/1
    [120/2] via 10.0.4.2, 00:00:10, Serial0/1/0
R    192.168.4.0/24 [120/1] via 10.0.4.2, 00:00:10, Serial0/1/0

```

Figura 14: Tabla de routing del Router 1 obtenida con el comando `show ip route`.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.1.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
C    10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.2.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
R    10.0.3.0/30 [120/1] via 10.0.2.2, 00:00:01, Serial0/1/0
R    10.0.4.0/30 [120/1] via 10.0.1.1, 00:00:17, Serial0/1/1
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 10.0.1.1, 00:00:17, Serial0/1/1
192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 10.0.2.2, 00:00:01, Serial0/1/0
R    192.168.4.0/24 [120/2] via 10.0.2.2, 00:00:01, Serial0/1/0
    [120/2] via 10.0.1.1, 00:00:17, Serial0/1/1

```

Figura 15: Tabla de routing del Router 2 obtenida con el comando `show ip route`.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
R    10.0.1.0/30 [120/1] via 10.0.2.1, 00:00:15, Serial0/1/0
C    10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.2.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
C    10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.3.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
R    10.0.4.0/30 [120/1] via 10.0.3.1, 00:00:23, Serial0/1/1
R    192.168.1.0/24 [120/2] via 10.0.2.1, 00:00:15, Serial0/1/0
    [120/2] via 10.0.3.1, 00:00:23, Serial0/1/1
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 10.0.2.1, 00:00:15, Serial0/1/0
192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R    192.168.4.0/24 [120/1] via 10.0.3.1, 00:00:23, Serial0/1/1

```

Figura 16: Tabla de routing del Router 3 obtenida con el comando `show ip route`.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
R    10.0.1.0/30 [120/1] via 10.0.4.1, 00:00:23, Serial0/1/0
R    10.0.2.0/30 [120/1] via 10.0.3.2, 00:00:10, Serial0/1/1
C    10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.3.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
C    10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L    10.0.4.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 10.0.4.1, 00:00:23, Serial0/1/0
R    192.168.2.0/24 [120/2] via 10.0.3.2, 00:00:10, Serial0/1/1
      [120/2] via 10.0.4.1, 00:00:23, Serial0/1/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 10.0.3.2, 00:00:10, Serial0/1/1
      192.168.4.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.4.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 17: Tabla de routing del Router 4 obtenida con el comando `show ip route`.

- En el Router 4 utilice el comando `show ip route rip` en el modo privilegiado. Realice una captura de pantalla y analice su contenido indicando: el tipo de protocolo, red de destino, distancia administrativa, costo, dirección IP del próximo salto, interfaz de salida y tiempo de actualización.

```

Router(config-router)# do show ip route rip
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
R    10.0.1.0/30 [120/1] via 10.0.4.1, 00:00:11, Serial0/1/0
R    10.0.2.0/30 [120/1] via 10.0.3.2, 00:00:26, Serial0/1/1
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 10.0.4.1, 00:00:11, Serial0/1/0
R    192.168.2.0/24 [120/2] via 10.0.3.2, 00:00:26, Serial0/1/1
      [120/2] via 10.0.4.1, 00:00:11, Serial0/1/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 10.0.3.2, 00:00:26, Serial0/1/1

```

Figura 18: Resultado del comando `show ip route rip` en el Router 4

R: El Router 4 muestra múltiples rutas aprendidas mediante el protocolo RIP. Las redes de destino identificadas son: 10.0.1.0/30, 10.0.2.0/30, 192.168.1.0/24, 192.168.2.0/24 y 192.168.3.0/24.

En todos los casos, la distancia administrativa es 120, valor predeterminado utilizado por RIP. La métrica o costo, correspondiente al número de saltos, es de 1 para la mayoría de las redes, excepto para 192.168.2.0/24, la cual aparece dos veces a través de diferentes rutas, con una métrica de 2.

Los próximos saltos para alcanzar las redes de destino son las direcciones 10.0.4.1 y 10.0.3.2, y las interfaces de salida correspondientes son Serial0/1/0 y Serial0/1/1. Finalmente, los tiempos de actualización observados en las rutas varían entre 11 y 26 segundos.

- De la tabla de routing del Router 4 muestre la existencia de rutas con balanceo de carga, además de indicar el costo asociado en cada una de las rutas.

R: en la tabla del Router 4 se observan rutas con balanceo de carga, ya que existen dos caminos hacia la misma red con igual métrica. RIP realiza balanceo si hay varias

rutas con el mismo costo en saltos. En este caso, por ejemplo, la red 192.168.1.0/24 puede alcanzarse por dos rutas distintas con un costo de 2 saltos cada una.

7. De la tabla de routing del Router 4, confirme o justifique la métrica (costo) asociada a cada dirección IP de red de dicha tabla.

R: La métrica en RIP representa la cantidad de saltos (routers intermedios) necesarios para llegar a una red.

En este caso las redes 192.168.1.0/24, 192.168.3.0/24, 10.0.1.0/30 y 10.0.2.0/30 tienen un costo de 1 salto ya que están conectadas directamente a los routers cercanos los cuales son router 1 y 3 que tienen enlaces directos con Router 4.

La red 192.168.2.0/24 aparece dos veces en la tabla con una métrica de 2 saltos esto se debe a que el Router 4 no tiene un enlace directo con Router 2 el cual posee esa red, por lo que debe llegar a ella a través de dos saltos, uno hacia el router uno o el router 3 y el segundo salto desde allí hacia Router 2.

8. Active el modo de simulación y configure el filtro de captura de paquetes ICMP. A continuación realice un ping desde el Host 1 al Host 6. Describa el comportamiento que tienen los paquetes ICMP.

R: Durante la simulación del envío de paquetes ICMP desde Host 1 hacia Host 6, se observó el siguiente comportamiento:

El paquete partió desde Host 1, pasó por Switch 1 y llegó al Router 1. Desde ahí, fue enviado al Router 4 y luego al Router 3. Router 3 lo entregó al Switch 3, y este finalmente lo direccionó correctamente a Host 6.

Una vez que el Host 6 recibió el paquete, respondió con un mensaje ICMP de tipo echo reply. Este mensaje no volvió por el mismo camino, sino que tomó otra ruta de retorno: fue enviado desde Host 6 al Router 3, luego al Router 2, y finalmente al Router 1, hasta llegar nuevamente a Host 1.

Este comportamiento es común en redes con routing dinámico, como OSPF, donde los routers eligen el mejor camino en función del costo, lo que puede generar rutas distintas para la ida y el regreso. En este caso, la entrega y respuesta fueron exitosas, demostrando una correcta configuración de la red y convergencia del protocolo OSPF.

9. Active el modo de simulación y configure el filtro de captura de paquetes RIP. A continuación realice la captura de mensajes. Se pide realizar una captura del contenido de un mensaje del protocolo RIP v2 y describa su contenido.

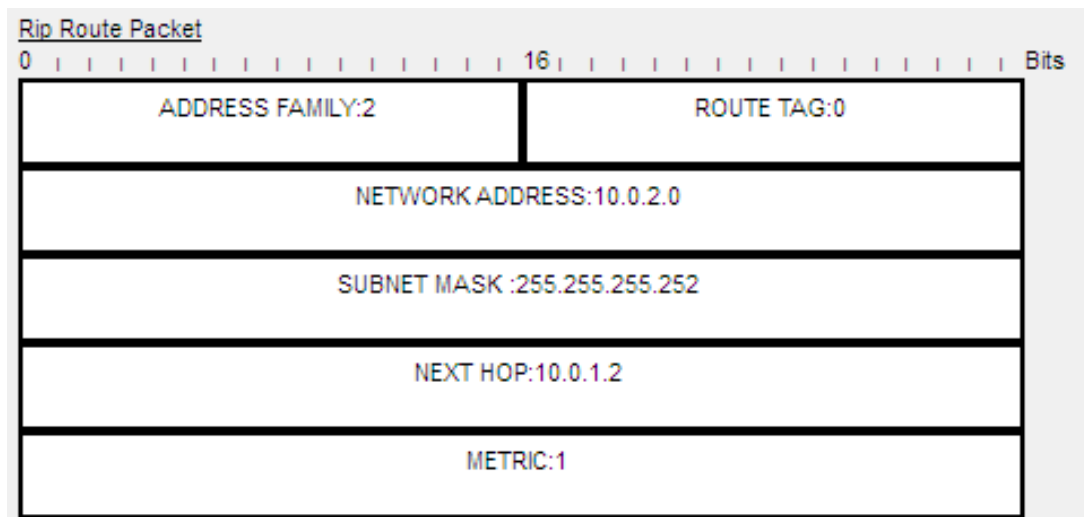


Figura 19: Captura del contenido de un mensaje RIP v2 en modo simulación

R: El mensaje capturado corresponde a un paquete del protocolo RIP versión 2. A continuación, se describen sus campos principales:

- **Address Family:** 2, lo que indica que se está utilizando el protocolo IP.
- **Route Tag:** 0, campo utilizado para distinguir rutas internas de rutas externas, en este caso no se aplica.
- **Network Address:** 10.0.2.0, es la dirección de red de destino que se está anunciando.
- **Subnet Mask:** 255.255.255.252, máscara de subred asociada a la red anunciada.
- **Next Hop:** 10.0.1.2, dirección IP del siguiente salto para alcanzar la red de destino.
- **Metric:** 1, indica la distancia a la red de destino en número de saltos (hops). Una métrica de 1 significa que la red está a un salto de distancia.

10. Simule una falla en el enlace serial que conecta el Router 1 con el Router 4. Esto se logra borrando o eliminando dicho enlace. A continuación se pide mostrar la nueva tabla de routing generada en el Router 1. ¿Qué cambios se pueden apreciar?.

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L    10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
R    10.0.2.0/30 [120/1] via 10.0.1.2, 00:00:06, Serial0/1/1
R    10.0.3.0/30 [120/2] via 10.0.1.2, 00:00:06, Serial0/1/1
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 10.0.1.2, 00:00:06, Serial0/1/1
R    192.168.3.0/24 [120/2] via 10.0.1.2, 00:00:06, Serial0/1/1
R    192.168.4.0/24 [120/3] via 10.0.1.2, 00:00:06, Serial0/1/1

```

Figura 20: Tabla de ruteo del Router 1 luego de la falla del enlace con el Router 4

R: Luego de la falla del enlace entre el Router 1 y el Router 4, la tabla de ruteo del Router 1 muestra solo rutas aprendidas por RIP (indicadas con R), con una distancia administrativa de 120 y métricas de 1 o 2 saltos. Todas las rutas usan como siguiente salto la IP 10.0.1.2 y la interfaz de salida Serial10/1/1. Las rutas estáticas y conectadas al Router 4 ya no están presentes, lo que confirma que el protocolo RIP permitió mantener la conectividad de forma dinámica.

3.7. Configuración de routing dinámico EIGRP

En esta actividad deberá configurar el routing dinámico EIGRP en todos los routers. Para esto deberá utilizar el comando `router eigrp asn`, donde `asn` corresponde al número del sistema autónomo. El sistema autónomo, corresponde a los dispositivos que se encuentran bajo el dominio de una misma administración, pero este sistema autónomo no es el que entrega la IANA, solo es usado por EIGRP como un ID de proceso para identificar la instancia de EIGRP donde intercambian actualizaciones de routing. Luego se ejecuta el comando `network` para informar al router acerca de las interfaces de red donde EIGRP estará activo. Junto a este comando se ejecuta la wildcard que permite habilitar la red que se especifica con esta red. También se utiliza el comando `no auto-summary` para desactivar la sumarización automática y el comando `passive-interface` en el modo de configuración del router para evitar la transmisión de mensajes de routing a través de una interfaz del router.

1. Para la configuración del protocolo de routing dinámico EIGRP en el Router 1 y en todas sus interfaces utilice los siguientes comandos:

```
Router>
Router#configure terminal
Router(config)#router eigrp 1
Router(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255
Router(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.255
Router(config-router)#network 10.0.4.0 0.0.0.255
Router(config-router)#passive-interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-router)#no auto-summary
Router(config-router)#exit
```

2. Considerando los comandos mostrados anteriormente, se solicita configurar el protocolo EIGRP en los Routers 2, 3 y 4. A continuación, se presentan los comandos utilizados para la configuración en cada uno de los routers, incluyendo el Router 1 como referencia:

Router 1

```
configure terminal
router eigrp 1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 10.0.1.0 0.0.0.3
network 10.0.4.0 0.0.0.3
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 2

```
configure terminal
router eigrp 1
network 192.168.2.0 0.0.0.255
network 10.0.2.0 0.0.0.3
network 10.0.1.0 0.0.0.3
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 3

```
configure terminal
router eigrp 1
network 192.168.3.0 0.0.0.255
network 10.0.2.0 0.0.0.3
network 10.0.3.0 0.0.0.3
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 4

```
configure terminal
router eigrp 1
network 192.168.4.0 0.0.0.255
network 10.0.4.0 0.0.0.3
network 10.0.3.0 0.0.0.3
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

3. Verifique el correcto funcionamiento del routing dinámico. Para esto realice un ping desde el Host 1 hacia los hosts 3, 5 y 7. Mostrar las captura de pantalla de cada uno de los ping.







Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	HOST 1	HOST 3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 5	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 7	ICMP		0.000	N	2	(edit)	

Figura 21: Resultados del comando ping desde el Host 1 hacia los Hosts 3, 5 y 7 con enrutamiento EIGRP

4. Realice una captura de pantalla de cada una de las tablas de ruteo de los routers utilizando el comando `show ip route`.

R: A continuación, se presentan las tablas correspondientes al protocolo EIGRP:

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C 10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L 10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
D 10.0.2.0/30 [90/2681856] via 10.0.1.2, 00:03:52, Serial0/1/1
D 10.0.3.0/30 [90/2681856] via 10.0.4.2, 00:01:57, Serial0/1/0
C 10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L 10.0.4.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D 192.168.2.0/24 [90/2170112] via 10.0.1.2, 00:03:35, Serial0/1/1
D 192.168.3.0/24 [90/2682112] via 10.0.1.2, 00:02:40, Serial0/1/1
D [90/2682112] via 10.0.4.2, 00:01:57, Serial0/1/0
D 192.168.4.0/24 [90/2170112] via 10.0.4.2, 00:01:48, Serial0/1/0

```

Figura 22: Tabla de ruteo EIGRP en el Router 1

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C 10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L 10.0.1.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
C 10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L 10.0.2.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
D 10.0.3.0/30 [90/2681856] via 10.0.2.2, 00:02:55, Serial0/1/0
D 10.0.4.0/30 [90/2681856] via 10.0.1.1, 00:04:37, Serial0/1/1
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 10.0.1.1, 00:04:37, Serial0/1/1
D 192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D 192.168.3.0/24 [90/2170112] via 10.0.2.2, 00:03:02, Serial0/1/0
D 192.168.4.0/24 [90/2682112] via 10.0.1.1, 00:02:10, Serial0/1/1
D [90/2682112] via 10.0.2.2, 00:02:10, Serial0/1/0

```

Figura 23: Tabla de ruteo EIGRP en el Router 2

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D 10.0.1.0/30 [90/2681856] via 10.0.2.1, 00:03:30, Serial0/1/0
C 10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L 10.0.2.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
C 10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L 10.0.3.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
D 10.0.4.0/30 [90/2681856] via 10.0.3.1, 00:02:37, Serial0/1/1
D 192.168.1.0/24 [90/2682112] via 10.0.2.1, 00:03:30, Serial0/1/0
D [90/2682112] via 10.0.3.1, 00:02:37, Serial0/1/1
D 192.168.2.0/24 [90/2170112] via 10.0.2.1, 00:03:30, Serial0/1/0
D 192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D 192.168.4.0/24 [90/2170112] via 10.0.3.1, 00:02:28, Serial0/1/1

```

Figura 24: Tabla de ruteo EIGRP en el Router 3

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D 10.0.1.0/30 [90/2681856] via 10.0.4.1, 00:03:03, Serial0/1/0
D 10.0.2.0/30 [90/2681856] via 10.0.3.2, 00:02:57, Serial0/1/1
C 10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L 10.0.3.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
C 10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L 10.0.4.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 10.0.4.1, 00:03:03, Serial0/1/0
D 192.168.2.0/24 [90/2682112] via 10.0.4.1, 00:03:03, Serial0/1/0
D [90/2682112] via 10.0.3.2, 00:02:57, Serial0/1/1
D 192.168.3.0/24 [90/2170112] via 10.0.3.2, 00:02:57, Serial0/1/1
D 192.168.4.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.4.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 25: Tabla de ruteo EIGRP en el Router 4

- En el Router 3 utilice el comando `show ip route eigrp` en el modo privilegiado. Realice una captura de pantalla y analice su contenido indicando: el tipo de protocolo, red de destino, distancia administrativa, costo, dirección IP del próximo salto, interfaz de salida y tiempo de actualización.

```

Router(config-router)#do show ip route eigrp
 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D    10.0.1.0/30 [90/2681856] via 10.0.2.1, 00:05:58, Serial0/1/0
D    10.0.4.0/30 [90/2681856] via 10.0.3.1, 00:05:05, Serial0/1/1
D    192.168.1.0/24 [90/2682112] via 10.0.2.1, 00:05:58, Serial0/1/0
      [90/2682112] via 10.0.3.1, 00:05:05, Serial0/1/1
D    192.168.2.0/24 [90/2170112] via 10.0.2.1, 00:05:58, Serial0/1/0
 192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D    192.168.4.0/24 [90/2170112] via 10.0.3.1, 00:04:56, Serial0/1/1

```

Figura 26: Resultado del comando `show ip route eigrp` en el Router 3

R: Tipo de protocolo: EIGRP (indicado por la letra D en la tabla).

Redes de destino aprendidas:

10.0.1.0/30

10.0.4.0/30

192.168.1.0/24 (con dos rutas)

192.168.2.0/24

192.168.4.0/24

Distancia administrativa:

Todas las rutas tienen una distancia administrativa de 90 que es el valor por defecto

Costos:

10.0.1.0/30 → 2681856

10.0.4.0/30 → 2681856

192.168.1.0/24 → 2682112 (dos rutas con el mismo costo)

192.168.2.0/24 → 2170112

192.168.4.0/24 → 2170112

Dirección IP del próximo salto e interfaz de salida:

10.0.1.0/30 → vía 10.0.2.1, por Serial0/1/0

10.0.4.0/30 → vía 10.0.3.1, por Serial0/1/1

192.168.1.0/24 → vía 10.0.2.1 y 10.0.3.1, por Serial0/1/0 y Serial0/1/1

192.168.2.0/24 → vía 10.0.2.1, por Serial0/1/0

192.168.4.0/24 → vía 10.0.3.1, por Serial0/1/1

Tiempo de actualización de las rutas:

Entre 00:04:56 y 00:05:58, lo que indica que las rutas están activas y actualizadas

- De la tabla de routing del Router 3 muestre la existencia de rutas con balanceo de carga, además de indicar el costo asociado en cada una de las rutas.

R: En la tabla de ruteo del Router 3 se observa que la red 192.168.1.0/24 aparece dos veces con diferentes caminos posibles:

- Vía 10.0.2.1 → interfaz Serial0/1/0

- Vía 10.0.3.1 → interfaz Serial0/1/1

Esto confirma que EIGRP está realizando balanceo de carga hacia esa red.

Ambas rutas tienen el mismo costo (métrica): 2682112, lo que permite que el protocolo distribuya el tráfico entre ellas de forma equitativa.

7. De la tabla de routing del Router 3, confirme o justifique la métrica (costo) asociada a cada dirección IP de red de dicha tabla. Para esto debe realizar el cálculo de los costos basados en la información del ancho de banda y delay.

R: La métrica de EIGRP se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Métrica} = \left(\frac{10^7}{\text{BW}} + \text{Delay} \right) \times 256$$

En esta topología los enlaces son seriales con un ancho de banda de 1544 kbps y un delay de aproximadamente 2000 unidades (20.000 µs) por salto. Al aplicar la fórmula se obtiene:

Para rutas con 1 salto:

$$\left(\frac{10^7}{1544} + 2000 \right) \times 256 = \mathbf{2170031}$$

Para rutas con 2 saltos:

$$\left(\frac{10^7}{1544} + 4000 \right) \times 256 = \mathbf{2682031}$$

En la tabla de ruteo se observan métricas de 2170112 o de 2682112, lo cual no coincide exactamente con los valores calculados. La diferencia de pocos puntos se puede deber a redondeos internos del sistema o a valores de delay ajustados automáticamente por Cisco Packet Tracer.

8. Utilice el comando `show ip eigrp neighbors` en el modo privilegiado en el Router 3. Realice una captura de pantalla del resultado. En dicha tabla identifique los parámetros que se explican a continuación:

```
Router(config-router)#do show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 1
H   Address           Interface           Hold Uptime        SRTT    RTO    Q    Seq
                                (sec)              (ms)              Cnt    Num
0   10.0.2.1            Se0/1/0            14   00:07:50    40     1000    0    15
1   10.0.3.1            Se0/1/1            13   00:06:57    40     1000    0    21
```

Figura 27: Resultado del comando `show ip eigrp neighbors` en el Router 3

- **H:** Se enumeran los vecinos según el orden en que fueron descubiertos.

R: El vecino con dirección IP 10.0.2.1 fue descubierto primero (H=0), y 10.0.3.1 después (H=1).

- **Address:** Dirección IPv4 del vecino.
R: Las direcciones IP de los vecinos son 10.0.2.1 y 10.0.3.1.
- **Interface:** Interfaz local por la cual se recibió el paquete hello.
R: La vecindad con 10.0.2.1 se estableció por Serial0/1/0 y con 10.0.3.1 por Serial0/1/1.
- **Hold:** Tiempo de espera actual antes que se considere inactivo el vecino.
R: El tiempo actual es de 14 segundos para 10.0.2.1 y 13 segundos para 10.0.3.1.
- **Uptime:** Es la cantidad de tiempo desde que se hizo vecindad con este equipo.
R: La vecindad con 10.0.2.1 lleva activa 7 minutos y 50 segundos, y con 10.0.3.1 6 minutos y 57 segundos.
- **SRTT/RTO (Smooth Round Trip Time/Retransmission Timeout):** Utilizados por RTP para administrar paquetes EIGRP confiables.
R: Ambos vecinos tienen un SRTT de 40 ms y un RTO de 1000 ms.
- **Q Cnt (conteo de cola):** Siempre debe ser cero. Si es mayor que cero, significa que hay paquetes EIGRP que esperan ser enviados.
R: El valor de Q es 0 en ambos casos, lo cual indica que no hay paquetes pendientes.
- **Seq Num (número de secuencia):** Se utiliza para rastrear paquetes de update, query y reply.
R: El número de secuencia es 15 para 10.0.2.1 y 21 para 10.0.3.1.

9. Utilice el comando `show ip eigrp topology` en el modo privilegiado en el Router 3. Este comando muestra la información almacenada por el protocolo en la tabla de topología. Permite revisar las rutas factibles y no factibles, métricas y estados. Realice una captura de pantalla de la tabla mostrada. En dicha tabla identifique los parámetros que se explican a continuación:

```
Router(config-router)#do show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 1/ID(192.168.3.1)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 10.0.1.0/30, 1 successors, FD is 2681856
   via 10.0.2.1 (2681856/2169856), Serial0/1/0
P 10.0.2.0/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/1/0
P 10.0.3.0/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/1/1
P 10.0.4.0/30, 1 successors, FD is 2681856
   via 10.0.3.1 (2681856/2169856), Serial0/1/1
P 192.168.1.0/24, 2 successors, FD is 2682112
   via 10.0.2.1 (2682112/2170112), Serial0/1/0
   via 10.0.3.1 (2682112/2170112), Serial0/1/1
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 2170112
   via 10.0.2.1 (2170112/2816), Serial0/1/0
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 2816
   via Connected, GigabitEthernet0/1
P 192.168.4.0/24, 1 successors, FD is 2170112
   via 10.0.3.1 (2170112/2816), Serial0/1/1
```

Figura 28: Resultado del comando `show ip eigrp topology` en el Router 3

- La primera columna indica el estado de la ruta específica.
R: Todas las rutas están en estado P (Passive), lo que indica estabilidad en la topología y ausencia de recomputaciones.
- La segunda columna es la dirección de red y su prefijo que identifica la red destino.
R: Aparecen varias redes destino, como 10.0.1.0/30, 10.0.2.0/30, 10.0.3.0/30, 10.0.4.0/30, 192.168.1.0/24, 192.168.2.0/24, 192.168.3.0/24 y 192.168.4.0/24.
- **Successors** es la cantidad de sucesores disponibles para esta ruta.
R: Todas las rutas tienen 1 sucesor, excepto 192.168.1.0/24, que tiene 2 sucesores, lo que indica múltiples caminos válidos hacia esa red.
- **FD (Feasible Distance)** es la mejor métrica conocida por el protocolo para alcanzar el destino.
R: Algunos ejemplos de FD son: 2681856 para 10.0.1.0/30, 2170112 para 192.168.4.0/24, y 2682112 para 192.168.1.0/24.
- **Via IP** es la dirección IP del vecino adyacente que envió la información correspondiente a esta ruta.
R: Los vecinos EIGRP mostrados son 10.0.2.1, 10.0.3.1 y 10.0.4.1.
- El primer número indica la métrica de EIGRP calculada para este destino. Es lo que también se muestra en el parámetro FD.
R: Por ejemplo, para 192.168.2.0/24 vía 10.0.2.1, la métrica (FD) es 2170112.
- El segundo número es la métrica publicada para esta ruta por el vecino EIGRP, la denominada Advertised Distance (AD).
R: Para la misma ruta 192.168.2.0/24 vía 10.0.2.1, la AD es 2816.

10. Active el modo de simulación y configure el filtro de captura de paquetes EIGRP. A continuación realice la captura de mensajes. Se pide realizar una captura del contenido de un mensaje del protocolo EIGRP y describa su contenido.

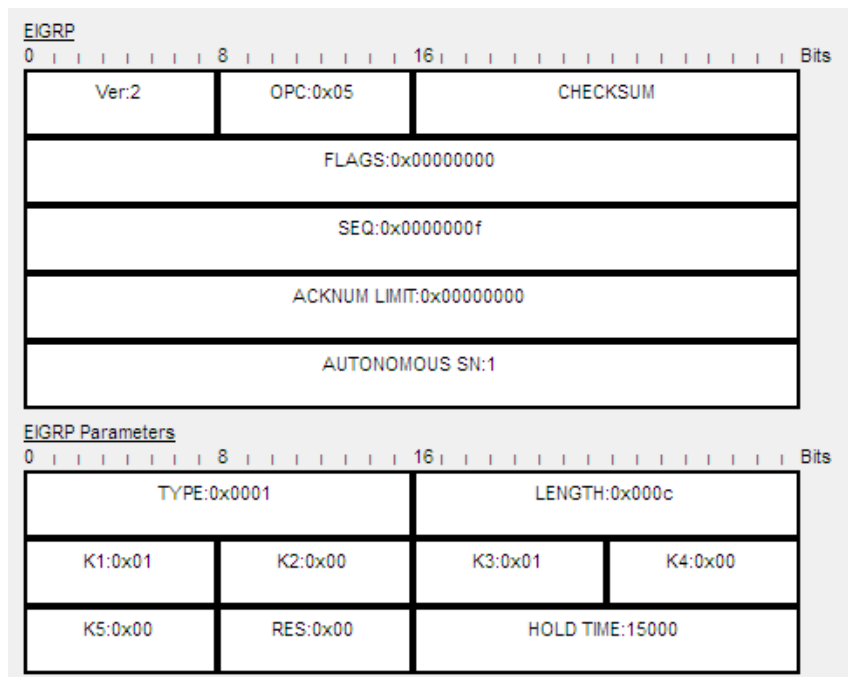


Figura 29: Enter Caption

R: El mensaje corresponde a un paquete Hello, que se usa para crear y mantener la conexión con routers vecinos.

Datos importantes del mensaje:

Versión: 2 (EIGRP v2)

Opcode: 0x05 → indica que es un mensaje Hello

Sistema Autónomo: 1

Hold Time: 15000 ms (15 segundos)

Métrica usada: solo ancho de banda (K1=1) y delay (K3=1)

Este paquete no confirma nada (ACK = 0), y no tiene banderas activadas.

11. Simule una falla en el enlace serial que conecta el Router 1 con el Router 4. Esto se logra borrando o eliminado dicho enlace. A continuación se pide mostrar la nueva tabla de routing generada en el Router 1. ¿Qué cambios se pueden apreciar?.

```

Router(config-router)#do show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
D       10.0.2.0/30 [90/2681856] via 10.0.1.2, 00:12:18, Serial0/1/1
D       10.0.3.0/30 [90/3193856] via 10.0.1.2, 00:00:10, Serial0/1/1
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D       192.168.2.0/24 [90/2170112] via 10.0.1.2, 00:12:02, Serial0/1/1
D       192.168.3.0/24 [90/2682112] via 10.0.1.2, 00:11:03, Serial0/1/1
D       192.168.4.0/24 [90/3194112] via 10.0.1.2, 00:00:10, Serial0/1/1

```

Figura 30: Enter Caption

R: Al eliminar el enlace serial entre el Router 1 y el Router 4, se forzó al EIGRP a realizar un recálculo de las rutas que anteriormente pasaban por el enlace directo. En la nueva tabla de enrutamiento se puede observar lo siguiente:

- Las rutas hacia 10.0.2.0/30, 192.168.2.0/24, 192.168.3.0/24 y 192.168.4.0/24 ya no van por 10.0.4.2, sino que se redirigen a través de la vía 10.0.1.2, la cual pertenece al Router 2.
- Las métricas (costos) aumentaron, como se observa en la red 192.168.4.0/24, que ahora tiene una métrica de 3194112, lo que refleja un camino más largo.

3.8. Configuración de routing dinámico OSPF

En esta actividad deberá configurar el routing dinámico OSPF en todos los routers. Para habilitar el enrutamiento OSPF, se utiliza el siguiente comando en modo de configuración global: **router ospf ID**, donde el parámetro ID es un número que se utiliza para identificar el proceso de enrutamiento OSPF. Puede ser cualquier valor entre 1 y 65.535 elegido por el administrador y únicamente se utiliza para distinguir procesos OSPF. A continuación se debe especificar las redes por las que se enviarán los mensajes de actualización de rutas. Cada red se debe identificar con un área a la cual pertenece. Para ello se utiliza el comando **network**.

```
router(config-router)# network <dirección_red> <máscara_wildcard> area <id_área>
```

La dirección de red puede ser una red, una subred o la dirección de la interfaz. Cualquier interfaz que coincida con la dirección de red dada en un comando network se habilitará para enviar y recibir paquetes OSPF, además esa red estará incluida en las actualizaciones de OSPF. La máscara wildcard representa un conjunto de direcciones. El número id area se refiere al área OSPF. Todos los routers que están dentro de la misma área tienen el mismo id area. También se utiliza el comando **no auto-summary** para desactivar la sumariación automática y el comando **passive-interface** en el modo de configuración del router para evitar la transmisión de mensajes de routing a través de una interfaz del router.

1. Para la configuración del protocolo de routing dinámico OSPF en el Router 1 y en todas sus interfaces utilice los siguientes comandos:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 10.0.4.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#passive-interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-router)#exit
```

2. Considerando los comandos mostrados anteriormente, se solicita configurar el protocolo OSPF en los Routers 2, 3 y 4. A continuación, se presentan los comandos utilizados para la configuración en cada uno de los routers, incluyendo el Router 1 como referencia:

Router 1

```
configure terminal
router ospf 1
network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0
network 10.0.4.0 0.0.0.3 area 0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 2

```
configure terminal
router ospf 1
network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 3

```
configure terminal
router ospf 1
network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.0.3.0 0.0.0.3 area 0
passive-interface g0/1
no auto-summary
```

Router 4

```

configure terminal
router ospf 1
network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.4.0 0.0.0.3 area 0
network 10.0.3.0 0.0.0.3 area 0
passive-interface g0/1
no auto-summary

```

3. Verifique el correcto funcionamiento del routing dinámico. Para esto realice un ping desde el Host 1 hacia los hosts 3, 5 y 7. Mostrar las captura de pantalla de cada uno de los ping.







Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	HOST 1	HOST 3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 5	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	HOST 1	HOST 7	ICMP		0.000	N	2	(edit)	

Figura 31: Resultados del comando ping desde el Host 1 hacia los Hosts 3, 5 y 7 utilizando OSPF

4. Realice una captura de pantalla de cada una de las tablas de routing de los routers. Utilice el comando `show ip route`.

```

Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
O       10.0.2.0/30 [110/128] via 10.0.1.2, 00:01:40, Serial0/1/1
O       10.0.3.0/30 [110/128] via 10.0.4.2, 00:01:40, Serial0/1/0
C       10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.0.4.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O       192.168.2.0/24 [110/65] via 10.0.1.2, 00:01:40, Serial0/1/1
O       192.168.3.0/24 [110/129] via 10.0.4.2, 00:01:30, Serial0/1/0
        [110/129] via 10.0.1.2, 00:01:30, Serial0/1/1
O       192.168.4.0/24 [110/65] via 10.0.4.2, 00:01:40, Serial0/1/0

```

Figura 32: Tabla de ruteo OSPF en el Router 1

```

Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.0.1.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
C       10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.0.2.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
O       10.0.3.0/30 [110/128] via 10.0.2.2, 00:01:59, Serial0/1/0
O       10.0.4.0/30 [110/128] via 10.0.1.1, 00:02:09, Serial0/1/1
O       192.168.1.0/24 [110/65] via 10.0.1.1, 00:02:09, Serial0/1/1
O       192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O       192.168.3.0/24 [110/65] via 10.0.2.2, 00:01:59, Serial0/1/0
O       192.168.4.0/24 [110/129] via 10.0.1.1, 00:01:59, Serial0/1/1
           [110/129] via 10.0.2.2, 00:01:59, Serial0/1/0

```

Figura 33: Tabla de ruteo OSPF en el Router 2

```

Router(config)#do show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O       10.0.1.0/30 [110/128] via 10.0.2.1, 00:02:35, Serial0/1/0
C       10.0.2.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.0.2.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
C       10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.0.3.2/32 is directly connected, Serial0/1/1
O       10.0.4.0/30 [110/128] via 10.0.3.1, 00:02:35, Serial0/1/1
O       192.168.1.0/24 [110/129] via 10.0.2.1, 00:02:35, Serial0/1/0
           [110/129] via 10.0.3.1, 00:02:35, Serial0/1/1
O       192.168.2.0/24 [110/65] via 10.0.2.1, 00:02:35, Serial0/1/0
O       192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O       192.168.4.0/24 [110/65] via 10.0.3.1, 00:02:35, Serial0/1/1

```

Figura 34: Tabla de ruteo OSPF en el Router 3

```

Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O       10.0.1.0/30 [110/128] via 10.0.4.1, 00:03:05, Serial0/1/0
O       10.0.2.0/30 [110/128] via 10.0.3.2, 00:03:05, Serial0/1/1
C       10.0.3.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       10.0.3.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
C       10.0.4.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.0.4.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
O       192.168.1.0/24 [110/65] via 10.0.4.1, 00:03:05, Serial0/1/0
O       192.168.2.0/24 [110/129] via 10.0.3.2, 00:02:55, Serial0/1/1
           [110/129] via 10.0.4.1, 00:02:55, Serial0/1/0
O       192.168.3.0/24 [110/65] via 10.0.3.2, 00:03:05, Serial0/1/1
O       192.168.4.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.4.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       192.168.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1

```

Figura 35: Tabla de ruteo OSPF en el Router 4

- En el Router 1 utilice el comando `show ip route ospf` en el modo privilegiado. Realice una captura de pantalla y analice su contenido indicando: el tipo de protocolo, red de destino, distancia administrativa, costo, dirección IP del próximo salto, interfaz de salida y tiempo de actualización.

R: Tipo de protocolo: OSPF (intra-área)

Redes de destino:

10.0.2.0/30

10.0.3.0/30

10.0.4.0/30

192.168.2.0/24

192.168.3.0/24

192.168.4.0/24

Distancia administrativa: 110 (valor por defecto en OSPF)

Costos: 65, 128 y 129 (dependen del ancho de banda del enlace y el número de saltos)

Direcciones IP del próximo salto:

10.0.1.2

10.0.4.2

Interfaces de salida:

Serial0/1/0

Serial0/1/1

Tiempo de actualización: entre 00:01:30 y 00:01:40, lo que indica que las rutas están activas y actualizadas.

```

Router(config)#do show ip route ospf
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O      10.0.2.0 [110/128] via 10.0.1.2, 00:04:58, Serial0/1/1
O      10.0.3.0 [110/128] via 10.0.4.2, 00:04:58, Serial0/1/0
O      192.168.2.0 [110/65] via 10.0.1.2, 00:04:58, Serial0/1/1
O      192.168.3.0 [110/129] via 10.0.4.2, 00:04:48, Serial0/1/0
          [110/129] via 10.0.1.2, 00:04:48, Serial0/1/1
O      192.168.4.0 [110/65] via 10.0.4.2, 00:04:58, Serial0/1/0

```

Figura 36: Resultado del comando `show ip route ospf` en el Router 1

6. De la tabla de routing del Router 1 muestre la existencia de rutas con balanceo de carga, además de indicar el costo asociado en cada una de las rutas.

R: se observa la existencia de rutas con balanceo de carga, ya que hay múltiples caminos hacia la misma red con igual costo.

Rutas con balanceo de carga: Red de destino: 192.168.3.0/24

Primer camino:

Dirección IP del siguiente salto: 10.0.4.2

Interfaz de salida: Serial0/1/0

Costo: 129

Segundo camino:

Dirección IP del siguiente salto: 10.0.1.2

Interfaz de salida: Serial0/1/1

Costo: 129

En ambos casos, el protocolo OSPF detecta dos rutas válidas con el mismo costo, por lo que activa el balanceo de carga para distribuir el tráfico entre ambas rutas.

7. De la tabla de routing del Router 1, confirme o justifique la métrica (costo) asociada a cada dirección IP de red de dicha tabla. Debe realizar el cálculo de los costos (basada en la información de los anchos de banda de los enlaces) a cada una de las redes de destino.

R: OSPF calcula su métrica utilizando la fórmula:

$$\text{Costo} = \frac{10^8}{\text{Ancho de banda (bps)}}$$

En esta topología, todos los enlaces entre routers son seriales con un ancho de banda de 1544 kbps, por lo tanto:

$$\text{Costo} = \frac{10^8}{1,544,000} \approx 64$$

Al analizar la tabla de ruteo del Router 1, se observa:

- Las rutas hacia 192.168.2.0/24 y 192.168.4.0/24 tienen un costo de 65, lo que indica que pasan por un enlace serial con un costo de 64 más uno adicional interno.

- Las rutas hacia 10.0.2.0/30 y 10.0.3.0/30 tienen costo 128 en base a dos enlaces seriales: 64 + 64.
 - La red 192.168.3.0/24 tiene un costo de 129, lo que implica que atraviesa dos enlaces seriales más uno adicional, lo que sería 64 + 64 + 1.
8. Active el modo de simulación y configure el filtro de captura de paquetes OSPF. A continuación, realice la captura de un mensaje. Indicar el tipo de mensaje capturado y mostrar la información contenida en éste.

OSPF Hello

0816Bits

VERSION NUM:2		TYPE:1	
PACKET LENGTH:48			
ROUTER ID:192.168.4.1			
AREA ID:0.0.0.0			
CHECKSUM:0		AUTH TYPE:0	
AUTHENTICATION:			
NETWORK MASK:255.255.255.252			
HELLO INTERVAL:10		OPTIONS:0	RP:0
ROUTER DEAD INTERVAL:40			
DESIGNATED ROUTER:0.0.0.0			
BACKUP DESIGNATED ROUTER:0.0.0.0			
NEIGHBOR:192.168.1.1			

Figura 37: Captura de un mensaje OSPF tipo Hello desde el Router 1

R: El mensaje capturado corresponde a un paquete OSPF de tipo **Hello** (Type 1). Este tipo de paquete se utiliza para descubrir y mantener adyacencias entre routers dentro de una misma área OSPF.

Los campos más relevantes del paquete son:

- **Version Num: 2** → Versión del protocolo OSPF utilizada.
- **Router ID: 192.168.4.1** → Identificador único del router que envía el paquete.
- **Area ID: 0.0.0.0** → Área OSPF a la que pertenece el router.

- **Hello Interval: 10** → Intervalo en segundos entre mensajes Hello.
 - **Router Dead Interval: 40** → Tiempo antes de declarar inactivo a un vecino si no se reciben mensajes Hello.
 - **Designated Router y Backup DR: 0.0.0.0** → Indican que aún no hay elección de DR o BDR.
 - **Neighbor: 192.168.1.1** → Dirección IP del router vecino detectado.
9. Simule una falla en el enlace serial que conecta el Router 1 con el Router 4. Esto se logra borrando o eliminando dicho enlace. A continuación se pide mostrar la nueva tabla de routing generada en el Router 1. ¿Qué cambios se pueden apreciar?.

```
Router(config)#do show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
    C    10.0.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
    L    10.0.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
    O    10.0.2.0/30 [110/128] via 10.0.1.2, 00:11:30, Serial0/1/1
    O    10.0.3.0/30 [110/129] via 10.0.1.2, 00:03:15, Serial0/1/1
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    O    192.168.2.0/24 [110/65] via 10.0.1.2, 00:11:30, Serial0/1/1
    O    192.168.3.0/24 [110/129] via 10.0.1.2, 00:03:15, Serial0/1/1
    O    192.168.4.0/24 [110/193] via 10.0.1.2, 00:03:15, Serial0/1/1
```

Figura 38: Tabla de ruteo del Router 1 después de la falla del enlace con el Router 4 (OSPF)

R: Al simular la falla del enlace serial que conecta el Router 1 con el Router 4, se eliminó la ruta directa por la interfaz Serial0/1/0. Luego de esto, el Router 1 recalculó las rutas utilizando solo los caminos alternativos a través del Router 2.

Cambios observados: Desaparecen las rutas con siguiente salto 10.0.4.2 (Router 4), ya que el enlace está caído.

Todas las rutas OSPF ahora usan como próximo salto 10.0.1.2 (Router 2) y salen por la interfaz Serial0/1/1.

Algunas métricas aumentan debido al uso de rutas más largas. Ejemplo:

192.168.4.0/24 cambia de costo 65 a 193.

Se elimina el balanceo de carga para 192.168.3.0/24, que antes tenía dos rutas con igual costo (129), y ahora solo queda una vía.