



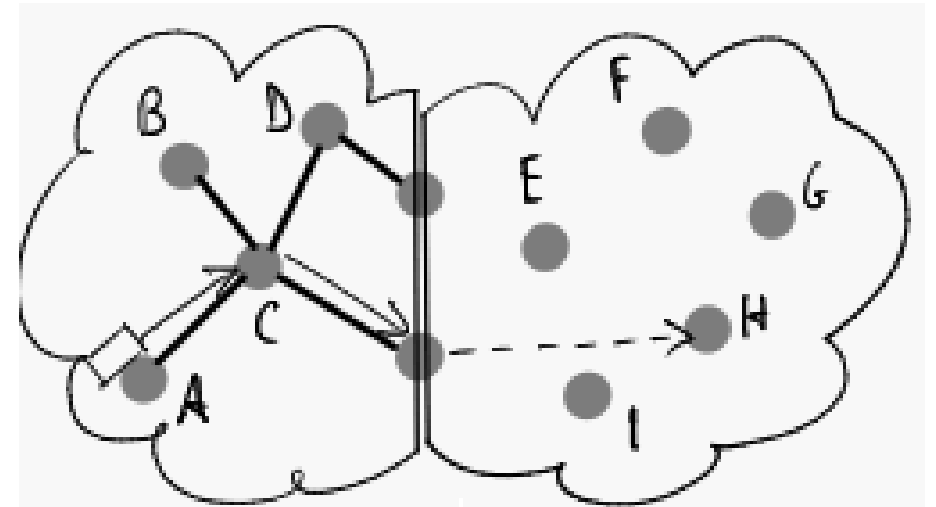
Clase VIII

Diseño de redes de datos (DRD101)

Agenda

- Enrutamiento dinámico.
- Protocolos de enrutamiento RIPv2.
- Protocolos de enrutamiento EIGRP.

Enrutamiento dinámico

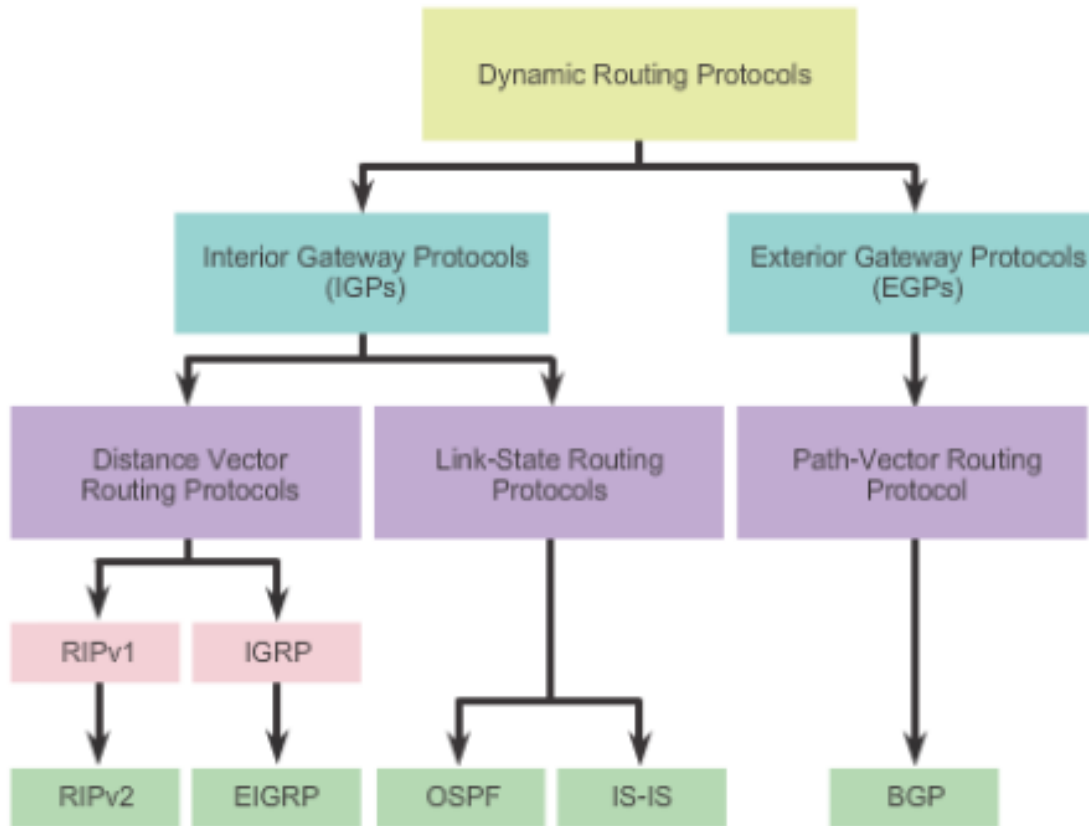


Protocolos de enrutamiento dinámico

Los protocolos de enrutamiento dinámico son utilizados en la implementación de redes desde la década de los 80s.

En un principio nos enfocaremos en los protocolos de Gateway Interior por Vector Distancia, entre los que tenemos: **RIPv2** y **EIGRP**.

Protocolos de enrutamiento dinámico



RIPv1: Primera generación de protocolos de enrutamiento dinámico.

RIPv2: Protocolo simple de enrutamiento por vector distancia.

IGRP: Primera generación de protocolos propietarios de Cisco (Obsoleto)

EIGRP: Protocolo Avanzado de enrutamiento por vector distancia.

Distancia administrativa

La distancia administrativa es la característica que los routers utilizan para seleccionar la mejor ruta cuando hay dos o más rutas diferentes hacia el mismo destino desde dos protocolos de enrutamiento diferentes.

La distancia administrativa define la confiabilidad de un protocolo de enrutamiento. Cada protocolo de enrutamiento se prioriza en orden de mayor a menor confiabilidad con la ayuda de un valor de distancia administrativa.

Route Source	Default Distance Values
Connected interface	0
Static route	1
External Border Gateway Protocol (BGP)	20
Internal EIGRP	90
IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)	100
OSPF (Open Shortest Path First)	110
Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)	115
Routing Information Protocol (RIP)	120
Exterior Gateway Protocol (EGP)	140
External EIGRP	170
Internal BGP	200

Protocolos de enrutamiento dinámico

Protocolos de enrutamiento

- Son utilizados para intercambiar información de enrutamiento entre routers.

Propósito de los protocolos de enrutamiento

- Descubrimiento de redes remotas.
- Actualización de información de enrutamiento.
- Selección del mejor camino para redes de destino.
- Capacidad de seleccionar un nuevo mejor camino en el caso que el actual no se encuentre disponible.

Protocolos de enrutamiento dinámico

Ventajas	Desventajas
Determinan el mejor camino para alcanzar cada red y esa información es actualizada en sus tablas de enrutamiento.	Dedica parte de los recursos de los routers como: CPU, RAM, ancho de banda; para mantener actualizada la información de enrutamiento.
Comparten información de forma automática acerca de redes remotas.	Pueden llegar a ser complejos en su implementación.
Comparado con el enrutamiento estático, representa menor carga administrativa.	Son menos seguros, se necesitan configuraciones de seguridad adicionales.
Generalmente independientes del tamaño de la red.	

Protocolos de enrutamiento dinámico

En general, la operación de los protocolos de enrutamiento dinámico es la siguiente:

1. El router envía y recibe mensajes de enrutamiento por medio de sus interfaces.
2. El router comparte los mensajes de enrutamiento con otros routers que utilizan el mismo protocolo.
3. El router intercambia información de enrutamiento para conocer acerca de las redes remotas.
4. Cuando un router detecta un cambio de topología puede notificar a los demás routers del cambio detectado.

Protocolos de enrutamiento dinámico

Los protocolos de enrutamiento con clase no envían la información de la máscara de subnet en sus actualizaciones.

- Solo RIPv1 e IGRP son protocolos con clase.
- No brindan soporte a VLSM y CIDR.
- Crean problemas con redes discontinuas.

Protocolos de enrutamiento por vector distancia

Utilizan la distancia para determinar la mejor ruta para llegar a una red, cuando el router aprende la ruta de una red, se enfoca en tres factores importantes:

- La red de destino.
- La distancia (métrica).
- El vector (enlace y el router del siguiente salto a usar como parte de la ruta).

Estos protocolos usan el algoritmo **Bellman-Ford** para calcular la mejor ruta.

Protocolos de enrutamiento por vector distancia

- Comparten actualizaciones entre vecinos.
- Algunos envían actualizaciones periódicas por medio de broadcast (IP 255.255.255.255) incluso si no ha cambiado la topología.
- Las actualizaciones consumen ancho de banda y recursos de CPU del router.
- RIPv2 y EIGRP utilizan direcciones multicast.
- EIGRP solo envía actualizaciones cuando ocurre un cambio de topología.

Protocolos de enrutamiento por estado de enlace

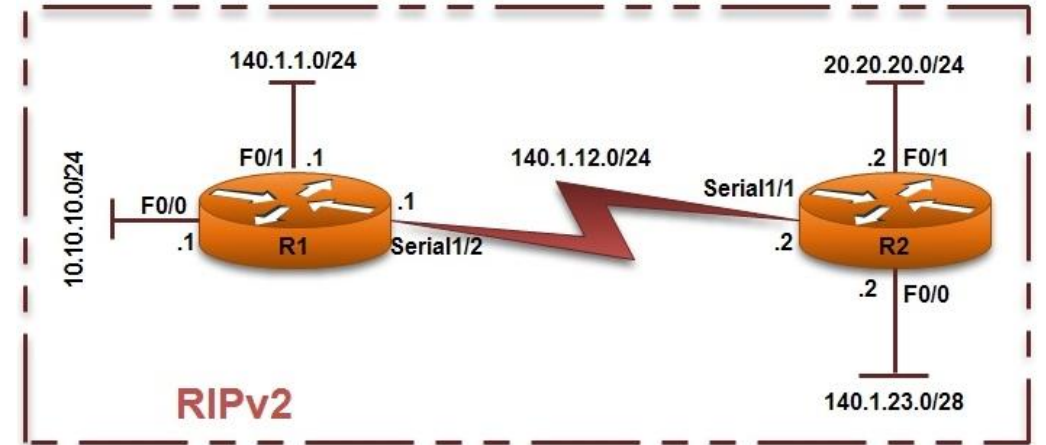
A diferencia de los protocolos de vector distancia, los protocolos de estado de enlace no envían la tabla de enrutamiento completa sino que avisan de cambios en la red (enlaces directamente conectados, routers vecinos, etc); al final todos los routers tendrán la misma base de datos de la topología de la red.

Los protocolos de estado de enlace convergen más rápido que los de vector distancia, envían actualizaciones de la red usando direcciones multicast, requieren más CPU y memoria del router que los protocolos de vector distancia y son más complicados en su configuración.

Vector distancia vs Estado de enlace

Criterio	Vector distancia	Estado de enlace
Algoritmo	Bellman-Ford	Dijkstra
Información de topología	Información desde el punto de vista del vecino	Información completa de la topología de red
Cálculo de la mejor ruta	Basado en el menor número de saltos	Basado en el costo
Actualizaciones	Tabla de enrutamiento completa	Actualizaciones del estado de los enlaces
CPU y memoria	Bajo uso	Alto uso
Simplicidad	Muy simple	Más complejo
Actualizaciones (red)	Broadcast	Multicast

Protocolos de enrutamiento RIPv2



RIP

RIP (Routing Information Protocol) es un protocolo comúnmente utilizado en redes pequeñas y homogéneas. Es un protocolo clásico de enrutamiento vector distancia. RIP está documentado en el [RFC-1058](#).

RIP utiliza paquetes mediante el puerto UDP 520 vía broadcast para el intercambio de información de enrutamiento y utiliza el algoritmo **Bellman-Ford**.

RIP

La métrica que utiliza RIP para determinar el costo de las diferentes rutas es el conteo de saltos. El conteo de saltos es el número de routers que se pueden recorrer en una ruta. Una red inalcanzable tiene una métrica de 15. Este mecanismo de métricas convierte a RIP en un protocolo de enrutamiento inadecuado para redes grandes, es un protocolo de enrutamiento con clase.

RIP v2

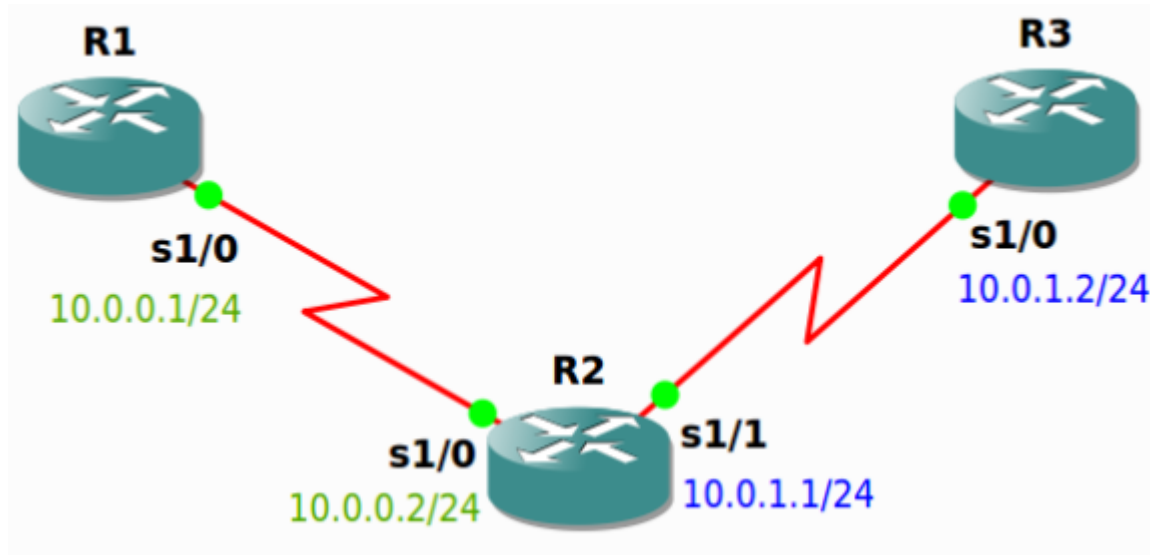
RIPv2 es una versión mejorada de RIP que utiliza el mecanismo de **autenticación MD5 (Message-Digest Algorithm)** permite sumarización de rutas y máscaras de subred de longitud variable (**VLSM**) por lo que se define como un protocolo de enrutamiento classless.

RIPv2 comparte su información de enrutamiento vía multicast mediante la dirección 224.0.0.9

Tanto RIP como RIPv2 manejan una distancia administrativa de 120

RIP v2 - configuración

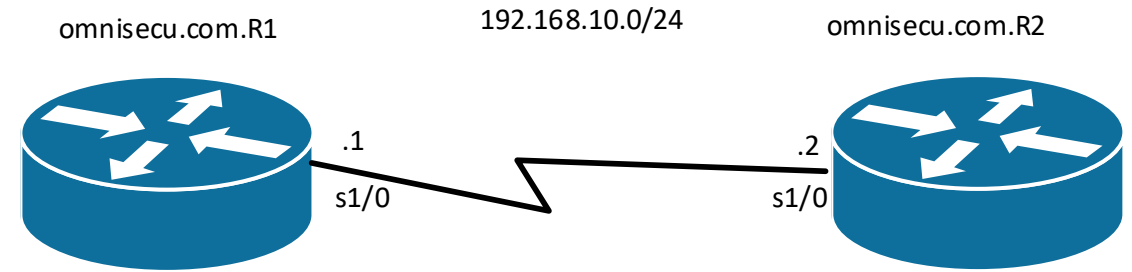
```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2
R1(config-router)#network 10.0.0.0
```



```
R3(config)#router rip
R3(config-router)#version 2
R3(config-router)#network 10.0.1.0
```

```
R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#network 10.0.0.0
R2(config-router)#network 10.0.1.0
```

RIP v2 - configuración



Redes
172.16.0.0/19
172.16.32.0/19
172.16.64.0/19
172.16.96.0/19

Redes
172.16.128.0/19
172.16.160.0/19
172.16.192.0/19
172.16.224.0/19

```
omniseccu.com.R1>enable
omniseccu.com.R1#show ip route
Codes: 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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

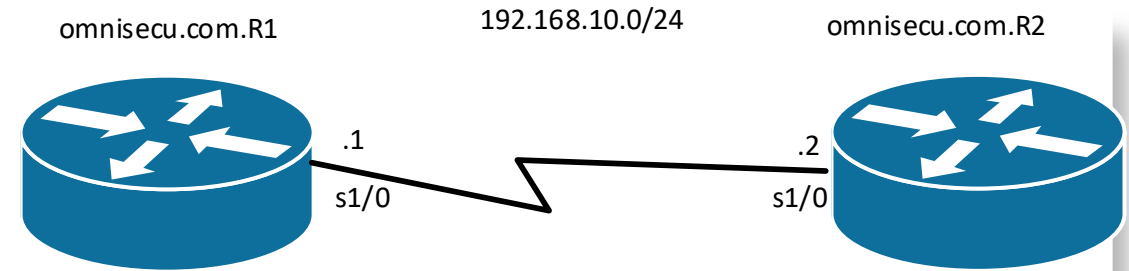
```
C    192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
C    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C    172.16.32.0/19 is directly connected, Loopback1
C    172.16.0.0/19 is directly connected, Loopback0
R    172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.10.2, 00:00:05, Serial1/0
C    172.16.96.0/19 is directly connected, Loopback3
C    172.16.64.0/19 is directly connected, Loopback2
omniseccu.com.R1#
```

```
omniseccu.com.R2>enable
omniseccu.com.R2#show ip route
Codes: 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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

```
C    192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
C    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C    172.16.160.0/19 is directly connected, Loopback1
C    172.16.128.0/19 is directly connected, Loopback0
C    172.16.224.0/19 is directly connected, Loopback3
C    172.16.192.0/19 is directly connected, Loopback2
R    172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:02, Serial1/0
omniseccu.com.R2#
```

RIP v2 - configuración



Redes

172.16.0.0/19
172.16.32.0/19
172.16.64.0/19
172.16.96.0/19

Redes

172.16.128.0/19
172.16.160.0/19
172.16.192.0/19
172.16.224.0/19

```
omniseu.com.R1(config)#router rip
omniseu.com.R1(config-router)#version 2
omniseu.com.R1(config-router)#no auto-summary
omniseu.com.R1(config-router)#exit
omniseu.com.R1(config)#exit
```

```
omniseu.com.R2(config)#router rip
omniseu.com.R2(config-router)#version 2
omniseu.com.R2(config-router)#no auto-summary
omniseu.com.R2(config-router)#exit
omniseu.com.R2(config)#exit
```

```
omniseu.com.R1#show ip route
Codes: 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

```
C    192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
R    172.16.128.0/19 [120/1] via 192.168.10.2, 00:00:00, Serial1/0
R    172.16.160.0/19 [120/1] via 192.168.10.2, 00:00:00, Serial1/0
R    172.16.192.0/19 [120/1] via 192.168.10.2, 00:00:00, Serial1/0
R    172.16.224.0/19 [120/1] via 192.168.10.2, 00:00:00, Serial1/0
C    172.16.32.0/19 is directly connected, Loopback1
C    172.16.0.0/19 is directly connected, Loopback0
C    172.16.96.0/19 is directly connected, Loopback3
C    172.16.64.0/19 is directly connected, Loopback2
```

```
omniseu.com.R2#show ip route
Codes: 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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
```

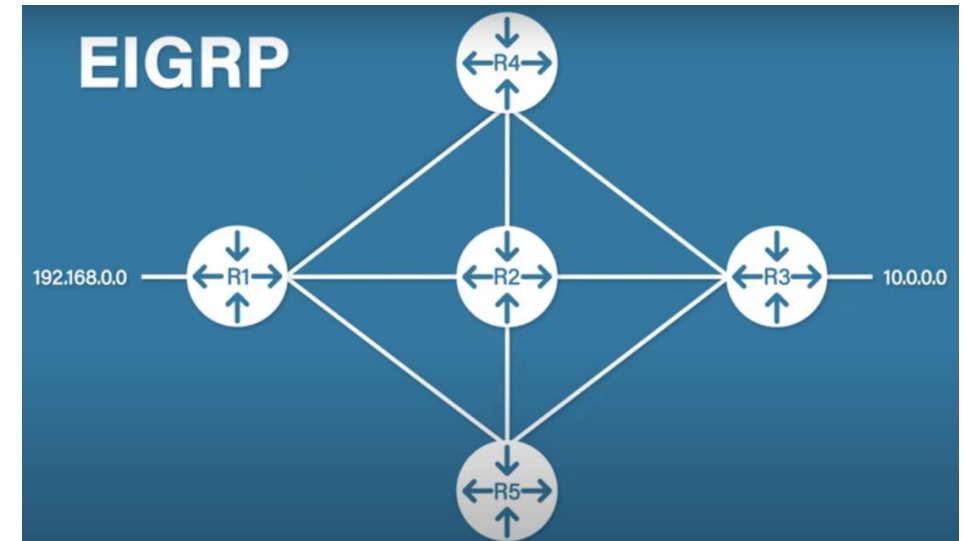
Gateway of last resort is not set

```
C    192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
C    172.16.160.0/19 is directly connected, Loopback1
C    172.16.128.0/19 is directly connected, Loopback0
C    172.16.224.0/19 is directly connected, Loopback3
C    172.16.192.0/19 is directly connected, Loopback2
R    172.16.0.0/19 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:05, Serial1/0
R    172.16.32.0/19 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:05, Serial1/0
R    172.16.64.0/19 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:05, Serial1/0
R    172.16.96.0/19 [120/1] via 192.168.10.1, 00:00:05, Serial1/0
```

Comandos de verificación RIP

Comando	Descripción
show ip route	Verificación de entradas en tabla de enrutamiento.
show ip protocols	Verificación de protocolos de enrutamiento habilitados en el router.
debug ip rip	Muestra información de los procesos de enrutamiento del protocolo RIP.

Protocolos de enrutamiento EIGRP



EIGRP

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) es un protocolo de vector distancia avanzado, que utiliza **DUAL (Diffusing Update Algorithm)** para crear las bases de datos de topologías.

Es importante tener en cuenta que este protocolo es una solución propietaria de Cisco, es decir, que en situaciones donde existan dispositivos de otros fabricantes no funcionará.

EIGRP

EIGRP surge para eliminar las limitaciones de **IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)**, aunque sigue siendo sencillo de configurar, utiliza pocos recursos de CPU y memoria.

Cisco define cuatro propiedades principales para EIGRP:

- **Protocol-dependent modules:** soporta varios tipos de protocolos capa 3, como lo son IPv4 e IPv6.

EIGRP

- **Reliable Transport Protocol (RTP):** EIGRP envía paquetes utilizando protocolos confiables.
- **Neighbor Discovery and Recovery:** EIGRP utiliza hellos para identificar a los nuevos routers vecinos y también para darse cuenta de la pérdida de los mismos.
- **Diffusing Update Algorithm (DUAL):** es el algoritmo que EIGRP utiliza para identificar las posibles rutas para alcanzar un destino y luego elegir la mejor; además DUAL selecciona caminos alternativos en caso que el principal falle.

EIGRP

Métrica EIGRP

Su métrica se basa en los siguientes factores:

Bandwidth (ancho de banda), **load** (carga), **reliability** (fiabilidad) y **delay** (retraso).

$$\text{métrica} = 256 \times \left(K_1 \times \text{bandwidth} + \frac{K_2 \times \text{bandwidth}}{256 - \text{load}} + K_3 \times \text{delay} \right) \times \frac{K_5}{\text{reliability} + K_4}$$

EIGRP

En EIGRP la ruta que posea la métrica más baja será considerada la ruta más óptima. Las métricas de EIGRP están ponderadas mediante constantes desde K1 hasta K5.

La métrica de EIGRP se compone de:

- **K1 = bandwidth:** valor mínimo de ancho de banda en kbps en la ruta hacia el destino. Se define como 107 dividido por el ancho de banda del enlace más lento de todo el camino.

EIGRP

- **K2 = reliability:** confiabilidad entre el origen y el destino, determinado por el intercambio de mensajes de actividad expresado en porcentajes. Significa lo confiable que puede ser la interfaz, en un rango expresado entre 255 como máximo y 1 como mínimo, normalmente esta constante no se utiliza.
- **K3 = delay:** retraso de interfaz acumulado a lo largo de la ruta en microsegundos.

EIGRP

- **K4 = load:** carga de un enlace entre origen y destino. Medido en bits por segundo es el ancho de banda real de la ruta. Se expresa en un rango entre 255 como máximo y 1 como mínimo, normalmente esta constante no se utiliza.
- **K5 = MTU:** valor de la unidad máxima de transmisión de la ruta expresado en bytes.

Configuración básica EIGRP



`router eigrp Autonomous system number <1-65535>`

```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#network 10.0.0.0
R1(config-router)#network 172.16.0.0
R1(config-router)#
```

```
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#network 192.168.0.0
R2(config-router)#network 172.16.0.0
R2(config-router)#
```

Configuración básica EIGRP

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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

    10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C     172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
D     192.168.0.0/24 [90/30720] via 172.16.0.2, 00:00:03, FastEthernet0/0
R1#
```


Configuración básica EIGRP

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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

    10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D       10.0.0.0 [90/30720] via 172.16.0.1, 00:00:02, FastEthernet0/0
C       172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R2#
```

Configuración básica EIGRP

```
OmniSecuR1#show ip route
```

```
Codes: 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
```

```
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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
```

```
C      192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
```

```
       172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
```

```
C      172.16.32.0/19 is directly connected, Loopback1
```

```
C      172.16.0.0/19 is directly connected, Loopback0
```

```
D      172.16.0.0/16 is a summary, 00:00:32, Null0
```

```
C      172.16.96.0/19 is directly connected, Loopback3
```

```
C      172.16.64.0/19 is directly connected, Loopback2
```

```
OmniSecuR1#configure terminal
```

```
OmniSecuR1(config)#router eigrp 65500
```

```
OmniSecuR1(config-router)#no auto-summary
```

Configuración básica EIGRP

```
OmniSecuR1#show ip route
Codes: 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

C      192.168.10.0/24 is directly connected, Serial1/0
      172.16.0.0/19 is subnetted, 8 subnets
D      172.16.160.0 [90/2297856] via 192.168.10.2, 00:03:09, Serial1/0
D      172.16.128.0 [90/2297856] via 192.168.10.2, 00:03:09, Serial1/0
D      172.16.224.0 [90/2297856] via 192.168.10.2, 00:03:09, Serial1/0
D      172.16.192.0 [90/2297856] via 192.168.10.2, 00:03:09, Serial1/0
C      172.16.32.0 is directly connected, Loopback1
C      172.16.0.0 is directly connected, Loopback0
C      172.16.96.0 is directly connected, Loopback3
C      172.16.64.0 is directly connected, Loopback2
```

Comandos de verificación EIGRP

Comando	Descripción
show ip route	Verificación de entradas en tabla de enrutamiento.
show ip protocols	Verificación de protocolos de enrutamiento habilitados en el router.
show ip eigrp neighbors	Routers que forman adjacencias en EIGRP
show ip eigrp topology	Revisión de rutas guardadas en la tabla de topología.
debug eigrp packets and debug ip eigrp notifications	Revisión de mensajes originados por los procesos del protocolo EIGRP.



EDUCACIÓN SUPERIOR CON ESTILO SALESIANO



Certificación del Técnico
en Mantenimiento Aeronáutico
2016-2021



Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



INTERNATIONAL SOCIETY FOR
PROSTHETICS AND ORTHOTICS
Acreditación Internacional en la
carrera de Técnico en Ortesis y Prótesis
Presencial 2016-2021
A distancia 2019-2020



Comisión de Acreditación
Calidad de la Educación Superior
UNIVERSIDAD DON BOSCO
ACREDITADA
2017 - 2022

