



EIGRP



Conceptos y protocolos de enrutamiento. Capítulo 9

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

Objetivos

- Describir la información básica y la historia del protocolo de enrutamiento de gateway interna mejorada (EIGRP).
- Analizar los comandos básicos de configuración de EIGRP e identificar sus funciones.
- Calcular la métrica compuesta que usa EIGRP.
- Describir los conceptos y el funcionamiento de DUAL.
- Describir los usos de los comandos de configuración adicionales en EIGRP.

Introducción

	Protocolos de gateway interior		Protocolos de gateway exterior	
	Protocolos de enrutamiento por vector-distancia		Protocolos de enrutamiento del estado de enlace	Vector de la ruta
Con clase	RIP	IGRP		EGP
Sin clase	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP para IPv6	OSPFv3	IS-IS para IPv6
				BGPv4 for IPv6

En este capítulo, aprenderá a:

- Describa los antecedentes y la historia del EIGRP.
- Describa las características y el funcionamiento del EIGRP.
- Analice los comandos de configuración básica del EIGRP e identifique sus propósitos.
- Calcule la métrica compuesta que utiliza EIGRP.
- Describa los conceptos y el funcionamiento de DUAL.
- Describa los usos de los comandos de configuración adicional en EIGRP.

EIGRP

■ Raíces de EIGRP: IGRP

- Desarrollado en 1985 para solucionar el conteo de saltos limitado de RIPv1
- Protocolo de enrutamiento de vector de distancia
- Métricas usadas por IGRP:
 - Ancho de banda (usado por defecto)
 - Retraso (usado por defecto)
 - Confiabilidad
 - Carga
- Soporte cancelado que comienza por IOS 12.2(13)T y 12.2(R1s4)S

IGRP a EIGRP



EIGRP

Formato de los mensajes EIGRP

■ Encabezado EIGRP

- Encabezado de trama de enlace de datos: contiene la dirección MAC de origen y la de destino
- Encabezado de paquete IP: contiene la dirección IP de origen y la de destino
- Encabezado de paquete EIGRP: contiene el número AS
- Tipo/longitud/campo: porción de datos del mensaje EIGRP

Mensaje de EIGRP encapsulado

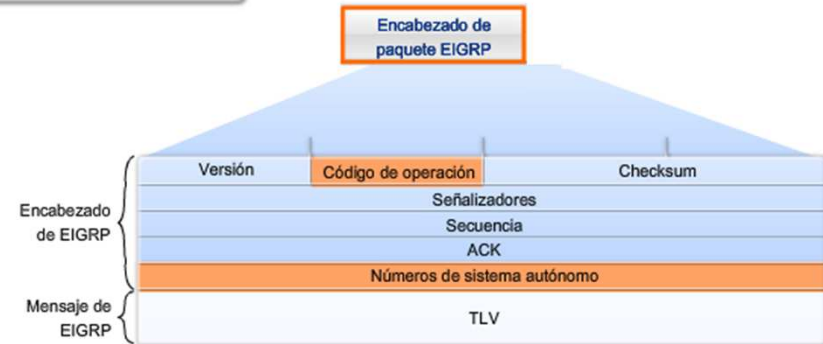
Encabezado de trama de enlace de datos	Encabezado de paquete IP	Encabezado de paquetes EIGRP	Tipo/Longitud/Tipos de valor
--	--------------------------	------------------------------	------------------------------

EIGRP

Mensaje EIGRP encapsulado

Encabezado de trama de enlace de datos	Encabezado de paquete IP	Encabezado de paquete EIGRP	Tipo/Longitud/Tipos de valor
--	--------------------------	-----------------------------	------------------------------

- El encabezado de paquete EIGRP contiene:
 - Campo de código de operación
 - Número de **sistema autónomo**



- Código de operación: Tipo de paquete EIGRP: Actualización (1), Consulta (3), Respuesta (4), Saludo (5)
- Número de sistema autónomo: ID para este proceso de enrutamiento EIGRP

- Los **parámetros EIGRP** contienen:
 - Pesos
 - Tiempo en hold



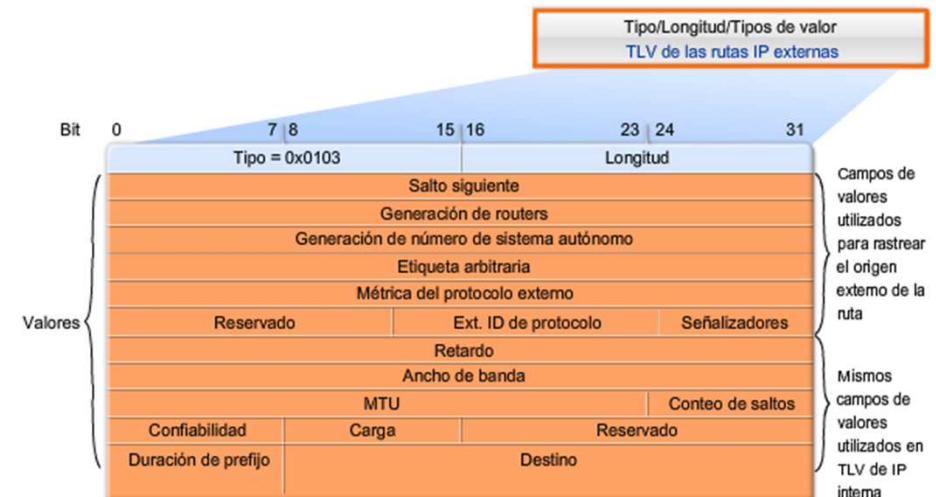
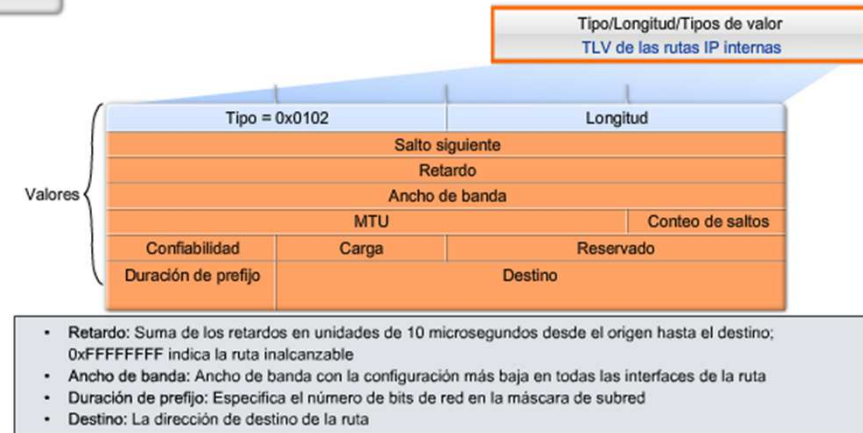
- K1 y K3: Pesos para ancho de banda y retraso; establecidos en 1
- Tiempo de espera: Tiempo máximo que el router deberá esperar el siguiente saludo

EIGRP

Mensaje EIGRP encapsulado

Encabezado de trama de enlace de datos	Encabezado de paquete IP	Encabezado de paquete EIGRP	Tipo/Longitud/Tipos de valor
--	--------------------------	-----------------------------	------------------------------

- **TLV: IP interna contiene:**
 - Campo de métrica
 - Campo de máscara de subred
 - Campo de destino
- **TLV: IP externa contiene:**
 - Los campos usados cuando las rutas externas se importan al proceso de enrutamiento de EIGRP

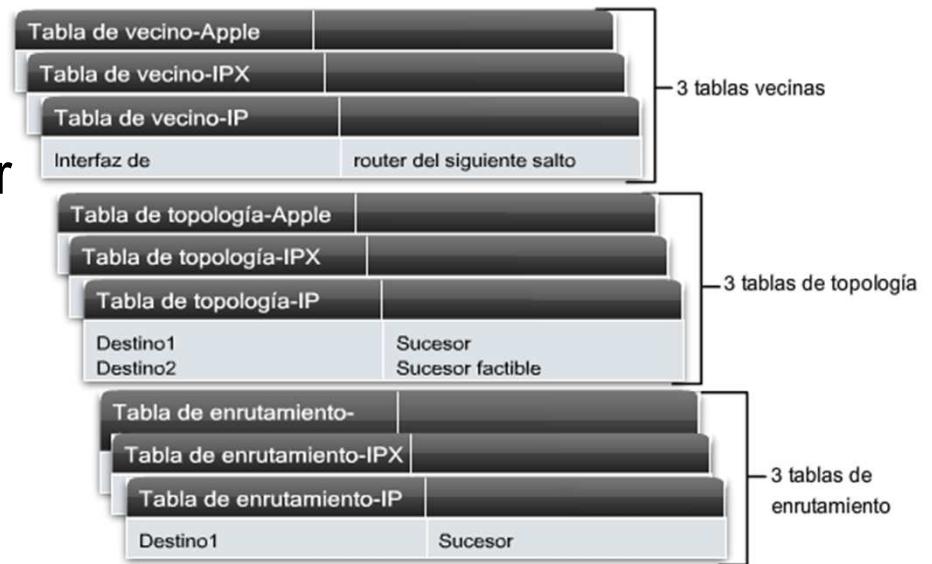


EIGRP

Módulos dependientes de protocolo (PDM) de protocolo (PDM)

- EIGRP usa PDM para enrutar varios protocolos diferentes, por ejemplo, IP, IPX y AppleTalk
- Los PDM son responsables de la tarea específica de enrutamiento de cada protocolo de capa de red

Módulos dependientes de protocolo (PDM) EIGRP



EIGRP

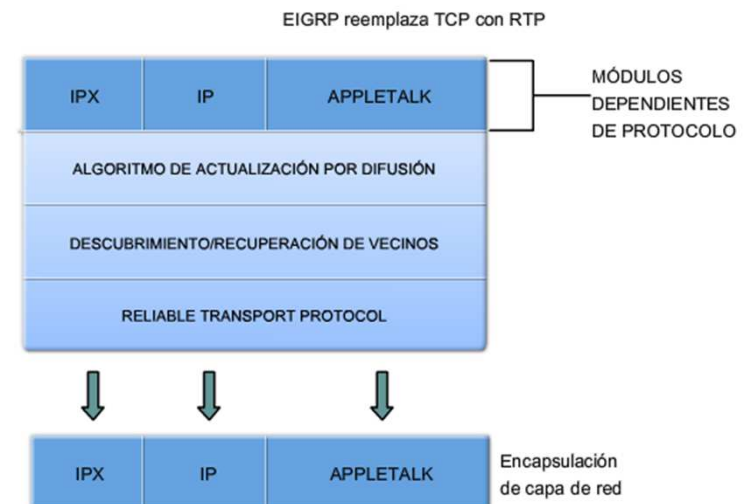
Protocolo de transporte confiable (RTP)

■ Función de RTP

- Es utilizado por EIGRP para **transmitir y recibir paquetes EIGRP**

■ Características de RTP:

- Incluye **el envío confiable y no confiable** de paquetes EIGRP
 - El envío confiable requiere el reconocimiento del destino
 - El envío no confiable no requiere el reconocimiento del destino
- Los paquetes se pueden enviar mediante:
 - **Unicast**
 - **Multicast**
 - Por medio de la dirección 224.0.0.10

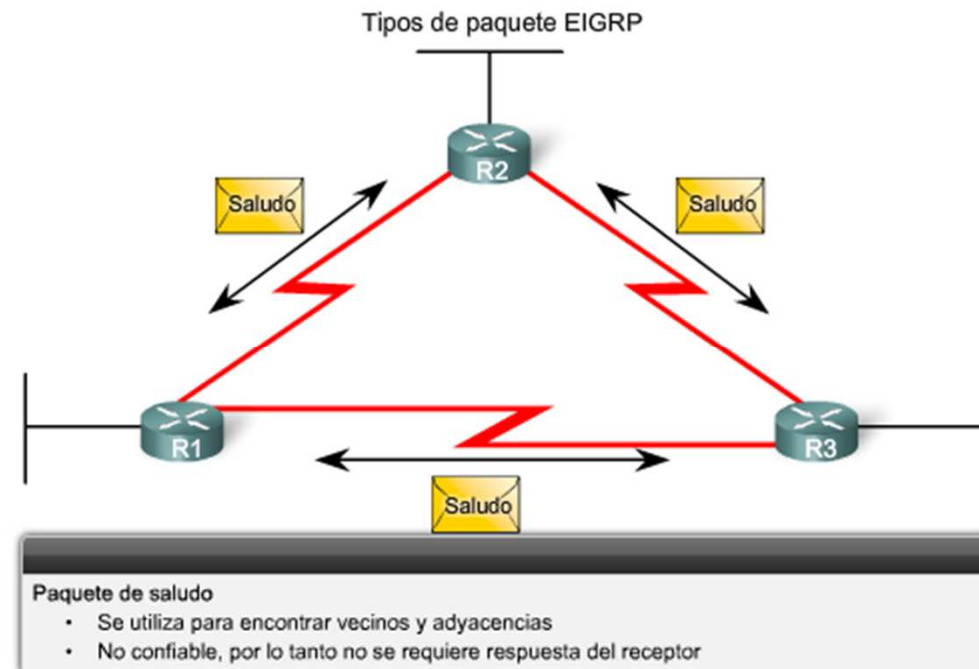


EIGRP

Los 5 tipos de paquetes EIGRP:

■ Paquetes de saludo

- Se usan para detectar vecinos y formar adyacencias con ellos



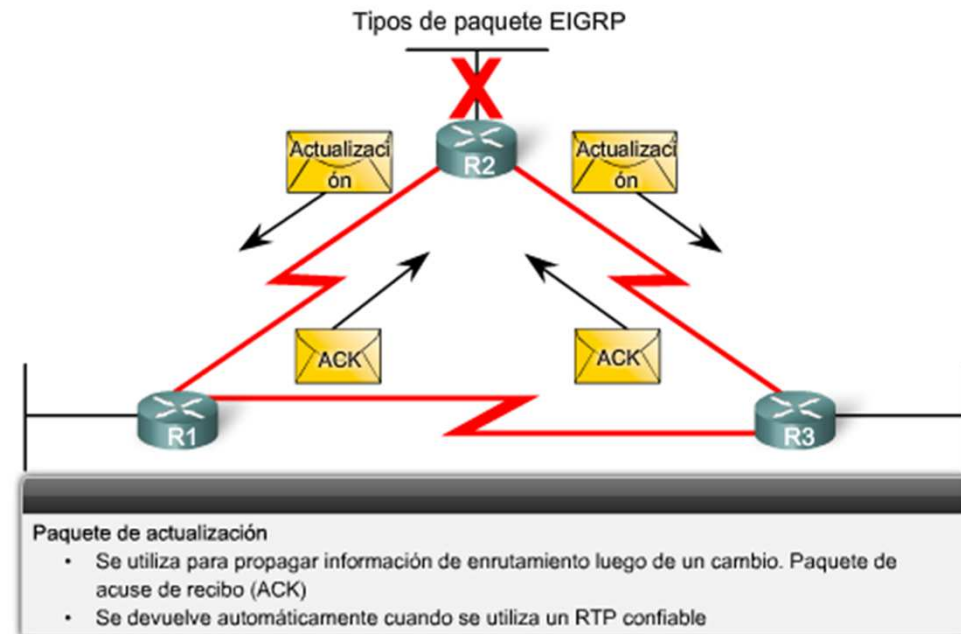
EIGRP

■ Paquetes de actualización

- Se usan para difundir la información de enrutamiento

■ Paquetes de reconocimiento

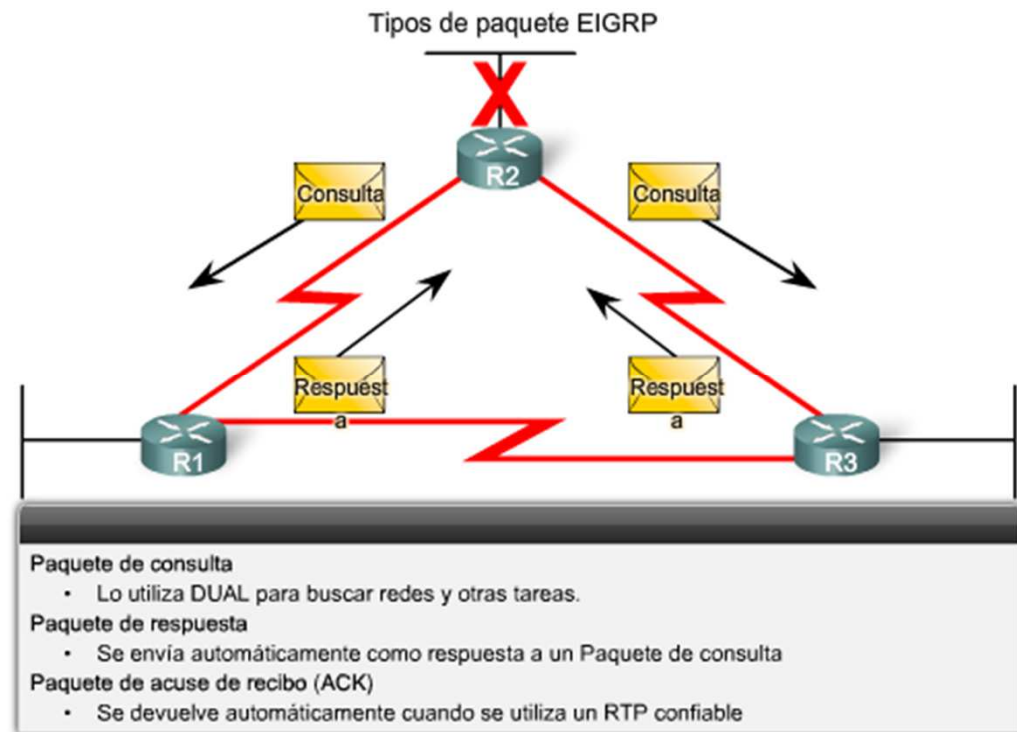
- Se usan para reconocer la recepción de los paquetes de actualización, consulta y respuesta



EIGRP

■ Paquetes de consulta y respuesta

- DUAL los usa para la búsqueda de redes.
- Paquetes de consulta
 - Pueden usar:
 - Unicast
 - Multicast
- Paquetes de respuesta
 - Usan solamente:
 - Unicast



EIGRP

■ Función del protocolo de saludo:

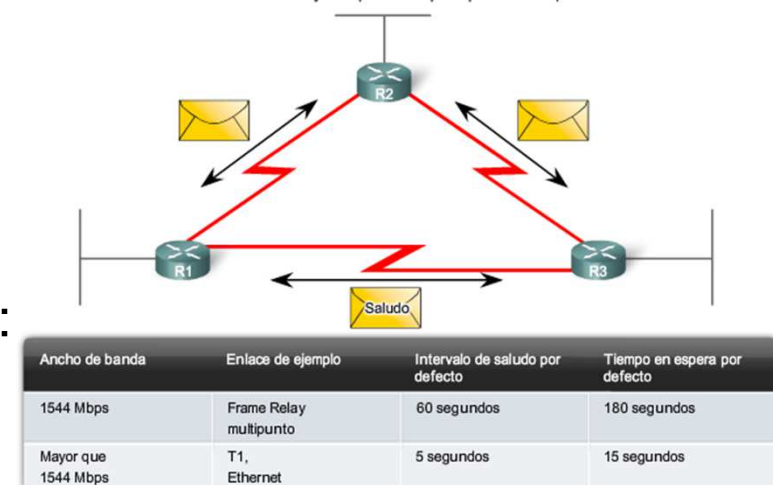
- Detectar routers vecinos y establecer adyacencias con ellos

■ Características del protocolo de saludo:

- Intervalo de tiempo para el envío de paquetes de saludo:
 - En la mayoría de las redes, es de **5 segundos**
 - Redes de accesos múltiples sin broadcast multipunto:
 - Unicast cada 60 segundos
- Tiempo en hold

- Es el tiempo máximo que el router debe esperar antes de declarar fuera de servicio a un vecino
- Tiempo en hold por defecto:
 - **Es el triple del intervalo de saludo.**

Intervalos de saludo y tiempos en espera por defecto para EIGRP



EIGRP

Actualizaciones limitadas de EIGRP

- EIGRP sólo envía actualizaciones cuando hay **un cambio en** el estado de la ruta
- **Actualizaciones parciales**
 - Una actualización parcial incluye sólo la información de la ruta que se ha modificado. NO se envía la tabla de enrutamiento completa
- **Actualizaciones limitadas**
 - Cuando una ruta se modifica, sólo se notifica la modificación a los dispositivos afectados
- La utilización de las actualizaciones limitadas parciales por parte de EIGRP minimiza el uso del ancho de banda

Actualizaciones de EIGRP

Las actualizaciones de EIGRP son parciales y limitadas:

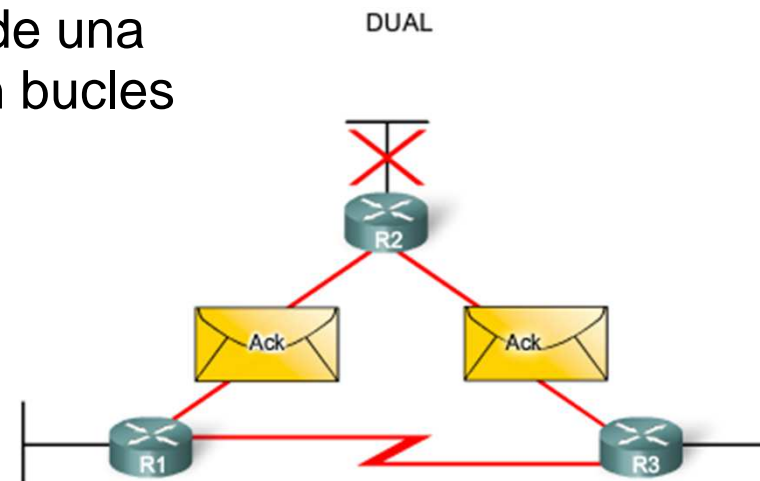
Parcial porque la actualización sólo incluye la información sobre los cambios de la ruta.

Limitada porque sólo recibirán la actualización aquellos routers afectados por el cambio.

EIGRP

Algoritmo de actualización difusa (DUAL)

- Objetivo
 - Es el método principal de EIGRP para evitar los bucles de enrutamiento
- Ventaja del uso de DUAL:
 - Proporciona convergencia rápida mediante el mantenimiento de una lista de rutas de respaldo sin bucles



EIGRP

- Distancia administrativa (AD)
 - Se define como la confiabilidad de la ruta de origen
- Distancias administrativas por defecto de EIGRP:
 - Rutas sumarizadas = 5
 - Rutas internas = 90
 - Rutas importadas = 170

Distancias administrativas predeterminadas

Origen de la ruta	Distancia administrativa
Conectado	0
Estático	1
Ruta de resumen de EIGRP	5
BGP externo	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externo	170
BGP interno	200

EIGRP

Autenticación

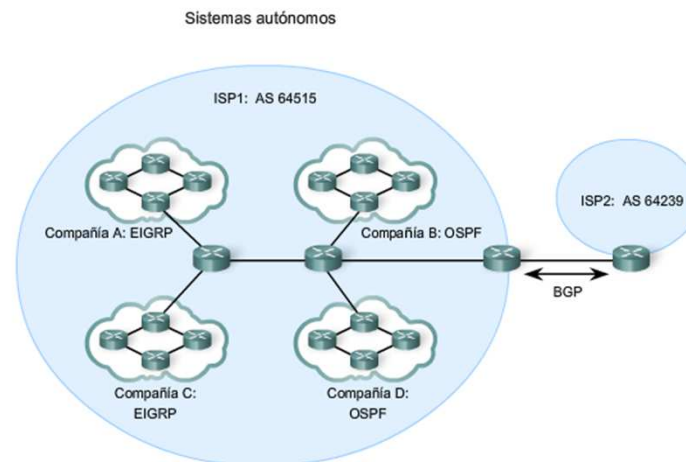
- EIGRP puede:
 - Cifrar la información de enrutamiento
 - Autenticar la información de enrutamiento

Autenticación



Configuración básica de EIGRP

- Identificaciones de procesos y sistema autónomo (AS)
 - Es un grupo de redes controlado por una autoridad única (referencia RFC 1930)
 - IANA asigna los números AS
 - Entidades que necesitan los números AS:
 - ISP
 - Providers de backbone de Internet:
 - Instituciones que se conectan a otras instituciones mediante los números AS



Configuración básica de EIGRP

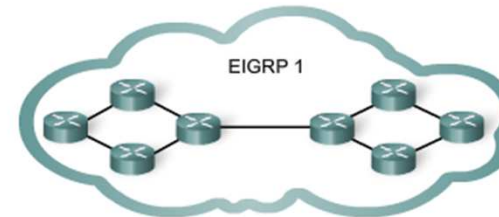
- El número de sistema autónomo EIGRP funciona, en realidad, como una identificación de proceso
- La identificación de proceso representa un ejemplo del protocolo de enrutamiento que se ejecuta en un router

■ Ejemplo

Router(config)#router

eigrp *autonomous-system*

ID de proceso único



```
R1(config)#router eigrp ?
<1-65535> Autonomous system number
R1(config)#router eigrp 1
```

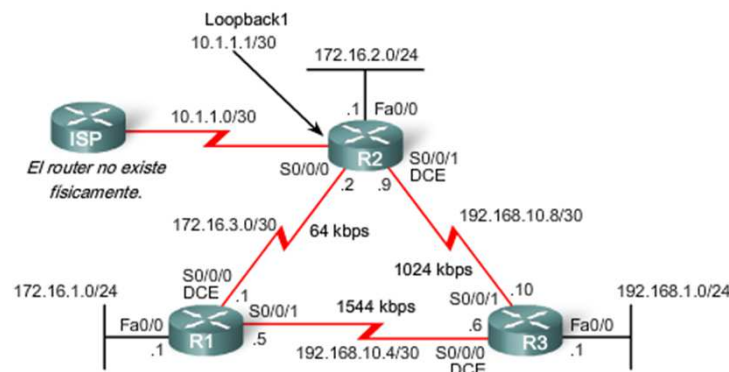
Si bien el IOS de Cisco hace referencia al parámetro router eigrp como "Número de sistema autónomo", este parámetro configura un proceso de EIGRP -un caso de ejecución de EIGRP en el router- y no se relaciona en absoluto con las configuraciones de AS (Sistema autónomo) en routers ISP.

Configuración básica de EIGRP

Comando *router eigrp*

- El comando global que habilita eigrp es *router eigrp autonomous-system*
 - Todos los routers en el dominio de enrutamiento EIGRP **deben usar el mismo número de identificación de proceso** (número de sistema autónomo)

Habilitación del enrutamiento EIGRP



```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#
```

```
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#
```

```
R3(config)#router eigrp 1
R3(config-router)#
```

Configuración básica de EIGRP

El comando network

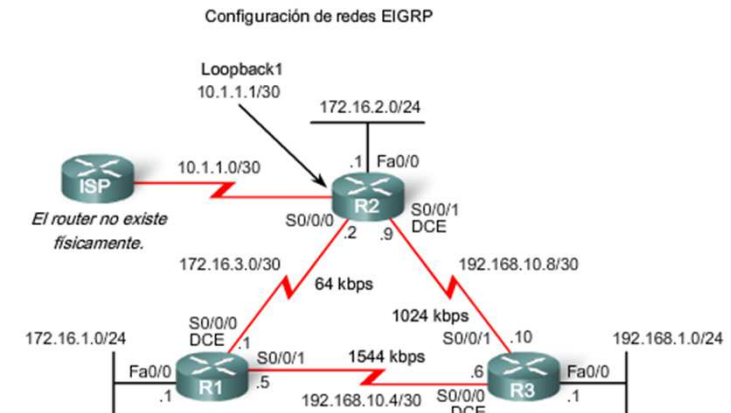
- Funciones del comando network:
 - Habilita las interfaces para transmitir y recibir las actualizaciones EIGRP
 - Incluye la red o subred en las actualizaciones EIGRP

■ Ejemplo

- Router(config-router)#network
network-address

```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#network 172.16.0.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0
```

```
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#network 172.16.0.0
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 172.16.3.1 (Serial0/0/0) is up: new adjacency
```



Configuración básica de EIGRP

- Comando network con una máscara wildcard
 - Esta opción se usa cuando se quiere configurar EIGRP para publicar subredes específicas
 - Ejemplo

Router(config-router)#network network-address [wildcard-mask]

```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#network 172.16.0.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0
```

```
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#network 172.16.0.0
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 172.16.3.1 (Serial0/0/0) is up: new adjacency
R2(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3
```

```
R3(config)#router eigrp 1
R3(config-router)#network 192.168.10.0
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 192.168.10.5 (Serial0/0/0) is up: new adjacency
R3(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 192.168.10.9 (Serial0/0/1) is up: new adjacency
R3(config-router)#network 192.168.1.0
```

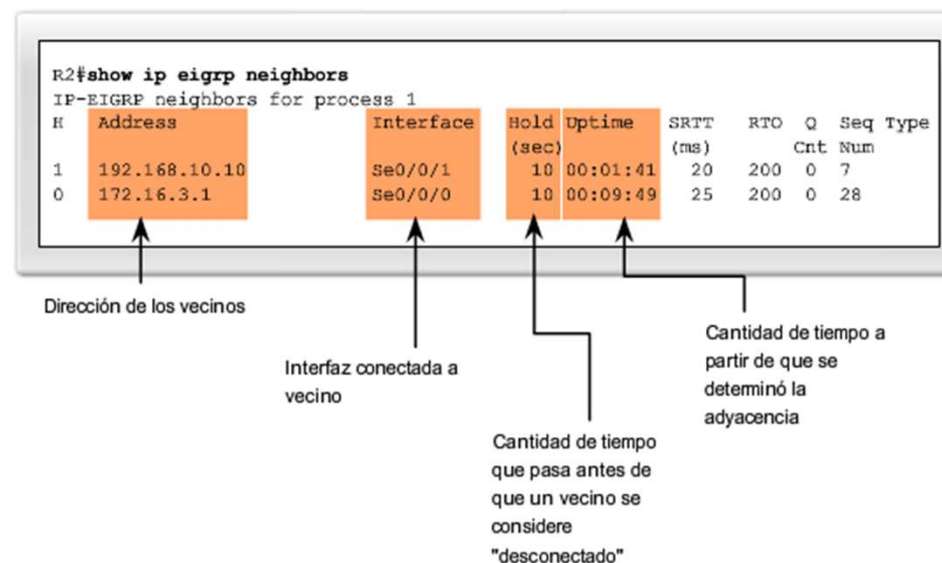
Configuración básica de EIGRP

Verificación de EIGRP

- Los routers EIGRP deben establecer adyacencias con sus vecinos antes de poder enviar o recibir actualizaciones
- El comando para ver la tabla vecina y comprobar que EIGRP ha establecido adyacencias con los vecinos es:

show ip eigrp neighbors

Tabla de vecinos



```

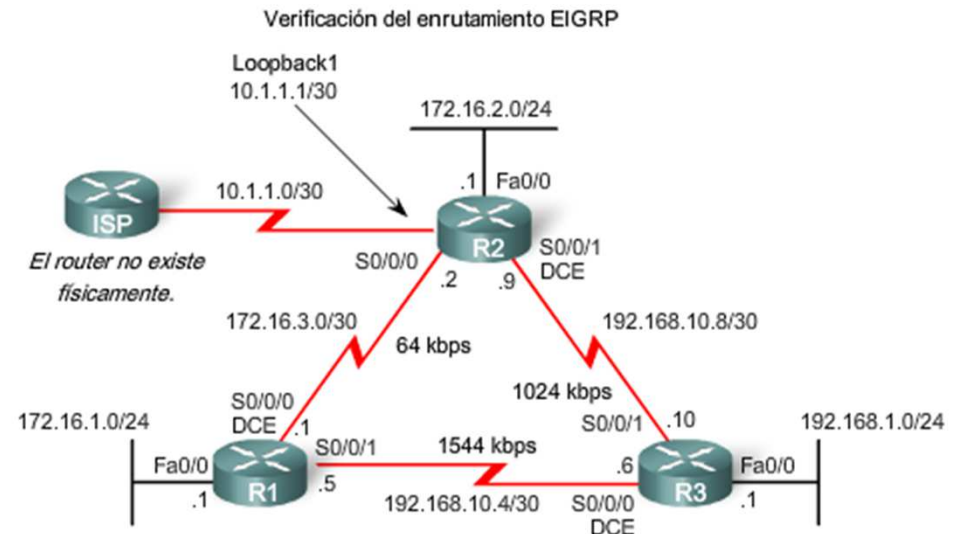
R2#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 1
H   Address           Interface    Hold  Uptime    SRTT    RTO    Q    Seq Type
  192.168.10.10      Se0/0/1     10     00:01:41   20     200    0    7
  172.16.3.1         Se0/0/0     10     00:09:49   25     200    0    28
  
```

Diagram annotations:

- Dirección de los vecinos**: Points to the **Address** column.
- Interfaz conectada a vecino**: Points to the **Interface** column.
- Cantidad de tiempo que pasa antes de que un vecino se considere "desconectado"**: Points to the **Hold (sec)** column.
- Cantidad de tiempo a partir de que se determinó la adyacencia**: Points to the **Uptime** column.

EIGRP

- El comando **show ip protocols** también se usa para verificar si EIGRP está habilitado



```
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: eigrp 1
  Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    192.168.10.0/24 for FastEthernet0/0, Serial0/0/0
    Summarizing with metric 2169856
    172.16.0.0/16 for Serial0/0/1
    Summarizing with metric 28160
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.0.0
    192.168.10.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    (this router)    90           00:03:29
    192.168.10.6     90           00:02:09
    Gateway         Distance      Last Update
    172.16.3.2       90           00:02:12
  Distance: internal 90 external 170
```

Configuración básica de EIGRP

Análisis de la tabla de enrutamiento

- El comando **show ip route** se utiliza también para verificar EIGRP
- Las rutas EIGRP se designan en una tabla de enrutamiento con la letra “D”
- Por defecto, EIGRP resume automáticamente las rutas en el límite de la red principal

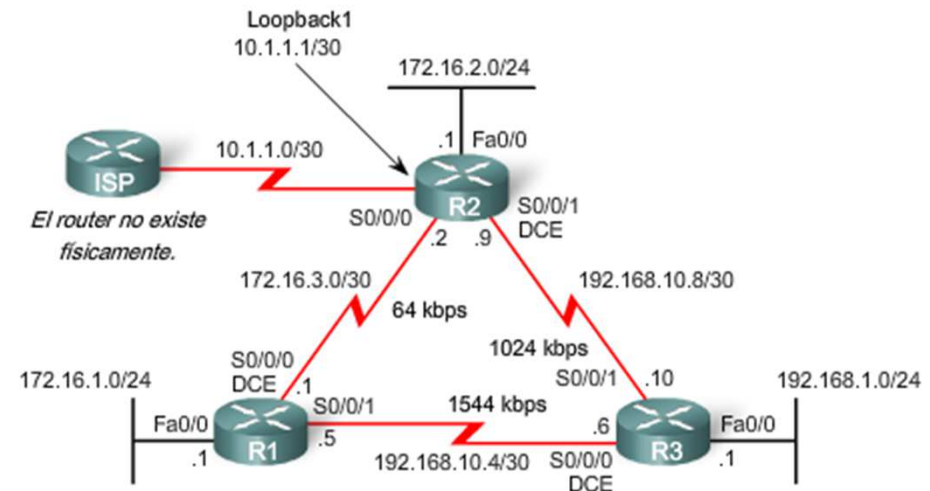


Tabla de enrutamiento R1

```
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
       <Output omitted>

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:03:50, Null0
C    192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
D    192.168.10.8/30 [90/2681856] via 192.168.10.6, 00:02:43, Serial0/0/1
  172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
D    172.16.0.0/16 is a summary, 00:10:52, Null0
C    172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
D    172.16.2.0/24 [90/2172416] via 172.16.3.2, 00:10:47, Serial0/0/0
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 00:02:31, Serial0/0/1
```

Configuración básica de EIGRP

■ Introducción de resumen de rutas Null0

- Null0 **no es una interfaz física**
- En la tabla de enrutamiento, las rutas sumarizadas se obtienen de Null0
 - Motivo: las rutas se usan para publicación
- EIGRP incluye automáticamente un resumen de rutas Null0 como ruta secundaria **cuando se cumplen 2 condiciones**:
 - Al menos una subred se conoce a través de EIGRP
 - Se habilita la sumarización automática

```
R2#show ip route
<Output omitted>

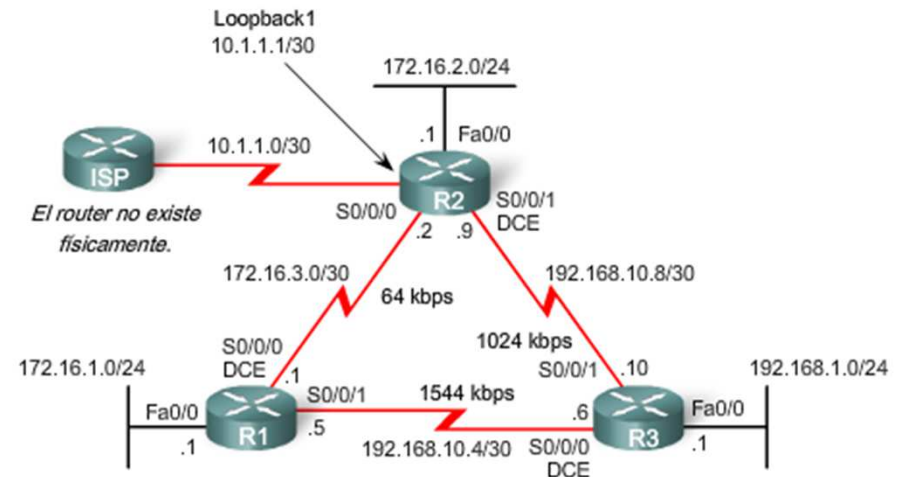
Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D   192.168.10.0/24 is a summary, 00:04:13, Null0
D   192.168.10.4/30 [90/2681856] via 192.168.10.10, 00:03:05, Serial0/0/1
C   192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
  172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
D   172.16.0.0/16 is a summary, 00:04:07, Null0
D   172.16.1.0/24 [90/2172416] via 172.16.3.1, 00:11:11, Serial0/0/0
C   172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C   172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
  10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C   10.1.1.0 is directly connected, Loopback1
D   192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.10, 00:02:54, Serial0/0/1
```

Rutas de resumen a Null0

Configuración básica de EIGRP

- La tabla de enrutamiento de R3 muestra que R1 y R3 resumen automáticamente la red 172.16.0.0/16



```
R3#show ip route
<Output omitted>

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:03:11, Null0
C    192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
D    172.16.0.0/16 [90/2172416] via 192.168.10.5, 00:03:23, Serial0/0/0
    [90/2172416] via 192.168.10.9, 00:03:23, Serial0/0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Rutas de igual costo a 172.16.0.0/16

Cálculo de la métrica de EIGRP

Métrica compuesta EIGRP y valores K

- EIGRP usa los siguientes valores en su métrica compuesta:
 - Ancho de banda, retraso, confiabilidad y carga
- Métrica compuesta que usa EIGRP:
 - La fórmula tiene valores K1 → K5
 - K1 & K3 = 1
 - Los demás valores K = 0

Métrica compuesta de EIGRP

Fórmula compuesta por defecto:
 métrica = $[K1 \cdot \text{ancho de banda} + K3 \cdot \text{retraso}]$

Fórmula compuesta completa:
 métrica = $[K1 \cdot \text{ancho de banda} + (K2 \cdot \text{ancho de banda}) / (256 - \text{carga}) + K3 \cdot \text{retraso}] \cdot [K5 / (\text{confiabilidad} + K4)]$
 (No se utiliza si los valores de "K" son 0)

Valores por defecto:

K1 (ancho de banda) = 1
 K2 (carga) = 0
 K3 (retraso) = 1
 K4 (confiabilidad) = 0
 K5 (confiabilidad) = 0

Se pueden modificar los valores de "K" con el comando `metric weights`

```
Router(config-router)#metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```


Cálculo de la métrica de EIGRP

- Use el comando **show ip protocols** para verificar los valores K

Tabla de enrutamiento de R3

```
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: eigrp 1
  Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    192.168.10.0/24 for FastEthernet0/0, Serial0/0/0
      Summarizing with metric 2169856
    172.16.0.0/16 for Serial0/0/1
      Summarizing with metric 28160
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.0.0
    192.168.10.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    (this router)    90           00:03:29
    192.168.10.6     90           00:02:09
  Gateway         Distance      Last Update
  172.16.3.2        90           00:02:12
  Distance: internal 90 external 170
```

Cálculo de la métrica de EIGRP

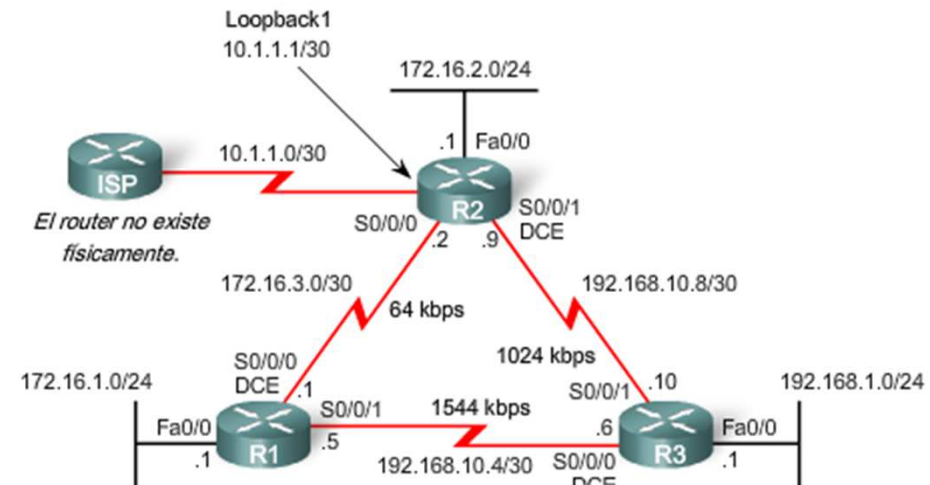
Métricas de EIGRP

- Use el comando **show interfaces** para ver las métricas

- Métricas de EIGRP

Ancho de banda: EIGRP
usa un ancho de banda
estático para calcular
la métrica

La mayoría de las interfaces
seriales usan un valor de
ancho de banda por defecto
de 1.544 Mbps (T1)



```
R1#show interface serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Description: Link to R2
Internet address is 172.16.3.1/30
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Last input 00:00:00, output 00:00:01, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 3d22h
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
112522 packets input, 7303722 bytes, 0 no buffer
Received 40016 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
112601 packets output, 7280131 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
12 carrier transitions
DCD-up DSR-up DTR-up RTS-up CTS-up
```

usec = microsegundo o 1 millonésima de segundo

Cálculo de la métrica de EIGRP

Métricas de EIGRP

- **Retraso:** se define como la medición del tiempo que tarda un paquete para atravesar una ruta
 - Es un valor estático basado en el tipo de enlace al que está conectado la interfaz

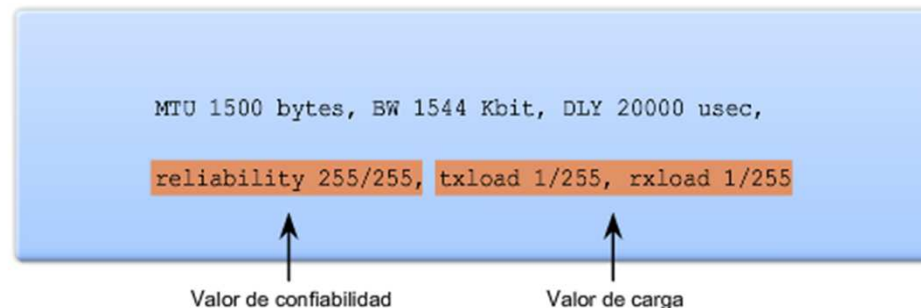
Valores de demora en microsegundos

Medios	Retraso
100 M ATM	100 μ s
Fast Ethernet	100 μ s
FDDI	100 μ s
1HSSI	20,000 μ s
16 M Token Ring	630 μ s
Ethernet	1,000 μ s
T1 (serial por defecto)	20,000 μ s
512 K	20,000 μ s
DSO	20,000 μ s
56 K	20,000 μ s

Cálculo de la métrica de EIGRP

- **Confiabilidad** (no es una métrica por defecto de EIGRP)
 - Una medida de las probabilidades de que un enlace falle
 - Se mide de manera dinámica y se expresa como una fracción de 255
Cuanto más alta es la fracción, mejor es la confiabilidad
- **Carga** (no es una métrica por defecto de EIGRP)
 - Un número que representa la cantidad de tráfico que usa un enlace
 - El número se determina de manera dinámica y se expresa como una fracción de 255
 - Cuanto más baja es la fracción, menor es la carga del enlace

Confiabilidad y valores de carga



Cálculo de la métrica de EIGRP

Uso del comando bandwidth (ancho de banda)

- Modificación del ancho de banda de la interfaz:

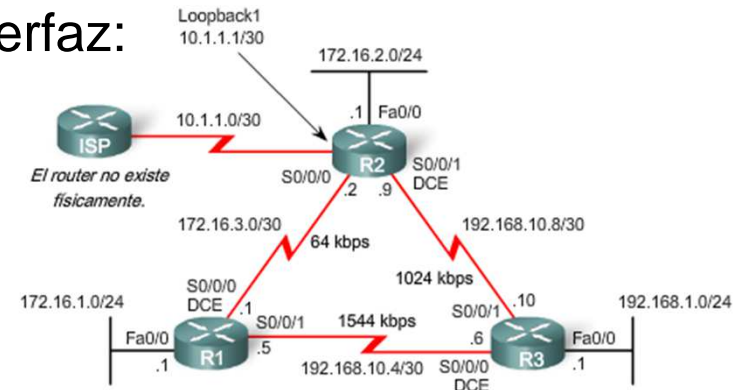
- Use el comando **bandwidth**
- Ejemplo:

Router(config-if)#**bandwidth** kilobits

- Verificación del ancho de banda:

- Use el comando **show interface**

- Nota: el comando bandwidth **no cambia** el ancho de banda físico de la conexión



```
R1(config)#inter s 0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 64
```

```
R2(config)#inter s 0/0/0
R2(config-if)#bandwidth 64
R2(config)#inter s 0/0/1
R2(config-if)#bandwidth 1024
```

```
R3(config)#inter s 0/0/1
R3(config-if)#bandwidth 1024
```

```
R2#show interface serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is PowerQUICC Serial
Internet address is 172.16.3.2/30
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
<some output omitted>

R2#show interface serial 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is PowerQUICC Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
```

Nota: El ancho de banda real del enlace entre R1 y R3 coincide con el valor por defecto para las interfaces seriales (1544 kbps).

Cálculo de la métrica de EIGRP

- La métrica de EIGRP puede determinarse mediante el análisis del retraso de ancho de banda

Cálculo de la métrica por defecto de EIGRP

Métrica por defecto = $[K1 \cdot \text{ancho de banda} + K3 \cdot \text{retraso}] \cdot 256$

Ya que K1 y K3 son ambos igual a 1, la fórmula se simplifica: ancho de banda + demora

ancho de banda = velocidad del enlace más lento de la ruta hacia el destino

retraso = suma de los retrasos de cada enlace de la ruta hacia el destino

Ancho de banda más lento: $(10\,000\,000 / \text{kbps de ancho de banda}) \cdot 256$

Más la suma de los retrasos: $+ (\text{suma de retrasos} / 10) \cdot 256$

= métrica de EIGRP

```
R2#show ip route
<output omitted>
D    192.168.1.0/24 [90/3014400] via 192.168.10.10, 00:02:14, Serial0/0/1
```




Cálculo de la métrica de EIGRP

- EIGRP usa el ancho de banda (BW) más bajo en el cálculo de la métrica

$BW \text{ calculado} = BW \text{ de referencia} / BW \text{ más bajo (kbps)}$

- Retraso: EIGRP usa la suma acumulativa de todas las interfaces salientes

Retraso calculado = la suma de todos los retrasos de las interfaces salientes

- Métrica de EIGRP = $BW \text{ calculado} + \text{retraso calculado}$

Cálculo de la métrica de EIGRP

Encontrar el ancho de banda más lento

```
R2#show inter ser 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is PowerQUICC Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
<remaining output omitted>
```

```
R3#show inter fa 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is AmdFE, address is 0002.b9ee.5ee0 (bia 0002.b9ee.5ee0)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
<remaining output omitted>
```

$\text{ancho de banda} = (10,000,000/1024) = 9765 * 256 = 2499840$

Suma de retardos

```
R2#show inter ser 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is PowerQUICC Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
<remaining output omitted>
```

```
R3#show inter fa 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is AmdFE, address is 0002.b9ee.5ee0 (bia 0002.b9ee.5ee0)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
<remaining output omitted>
```

$\text{retardo} = [(20000/10) + (100/10)] * 256 = 514560$

Suma de ancho de banda y retardo

```
R2#show ip route
<code output omitted>
Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:00:15, Null0
D    192.168.10.4/30 [90/21024000] via 192.168.10.10, 00:00:15, Serial0/0/1
C    192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
  172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
D    172.16.0.0/16 is a summary, 00:00:15, Null0
D    172.16.1.0/24 [90/40514560] via 172.16.3.1, 00:00:15, Serial0/0/0
C    172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
  10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    10.1.1.0 is directly connected, Loopback1
D    192.168.1.0/24 [90/3014400] via 192.168.10.10, 00:00:15, Serial0/0/1
```

$\text{Métrica de EIGRP} = \text{ancho de banda} + \text{retardo} = 2499840 + 514560 = 3014400$

Conceptos de DUAL

- El algoritmo de actualización difusa (**DUAL**) se usa para evitar los bucles

Conceptos de DUAL

DUAL proporciona:

- Rutas sin bucles
- Rutas de respaldo sin bucles que pueden utilizarse en forma inmediata
- Convergencia rápida
- Uso mínimo del ancho de banda con actualizaciones limitadas

Conceptos de DUAL

■ Sucesor

La **mejor ruta con menor costo** a un destino que se encuentra en la tabla de enrutamiento

■ Distancia factible:

La **métrica calculada más baja** a lo largo de una ruta a la red de destino

Sucesor y distancia factible

```
R2#show ip route
<code output omitted>

Gateway of last resort is not set

  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:00:15, Null0
D    192.168.10.4/30 [90/21024000] via 192.168.10.10, 00:00:15, Serial0/0/1
C    192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
  172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
D    172.16.0.0/16 is a summary, 00:00:15, Null0
D    172.16.1.0/24 [90/40514560] via 172.16.3.1, 00:00:15, Serial0/0/0
C    172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
  10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    10.1.1.0 is directly connected, Loopback1
D    192.168.1.0/24 [90/3014400] via 192.168.10.10, 00:00:15, Serial0/0/1
```

Distancia factible

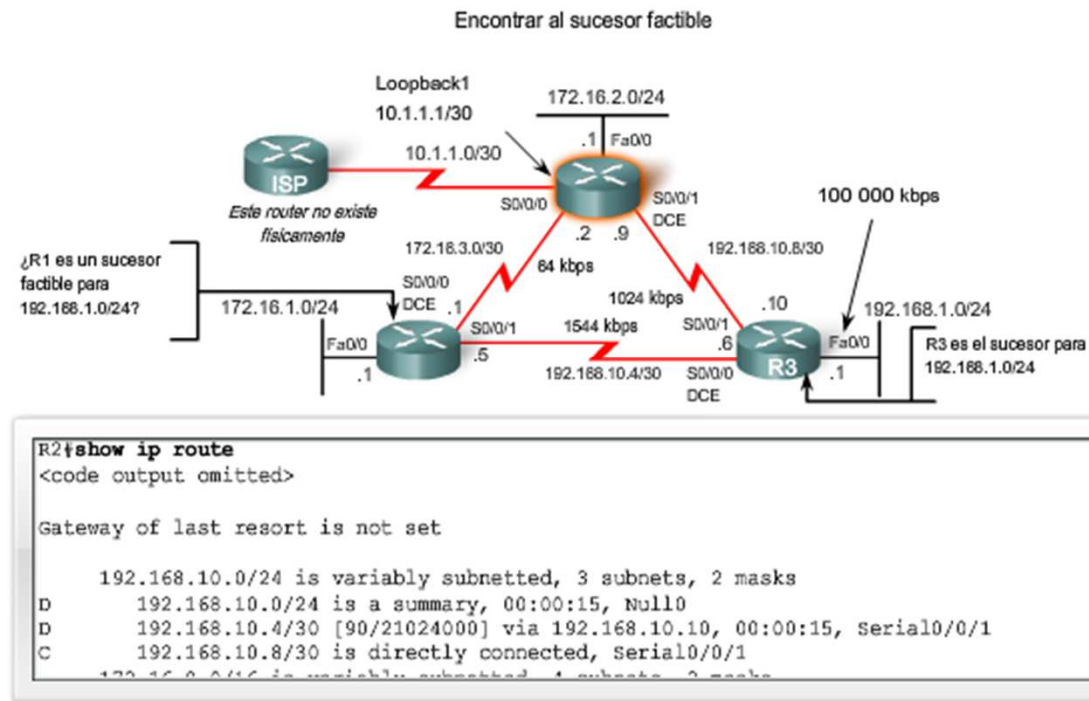
Sucesor

R3 en 192.168.10.10 es el sucesor para la red 192.168.1.0/24. Esta ruta tiene una distancia factible de 3014400.

Conceptos de DUAL

Sucesores factibles, condición factible y distancia notificada

- Sucesor factible
 - Es una **ruta de respaldo sin bucles** al mismo destino que la ruta del sucesor

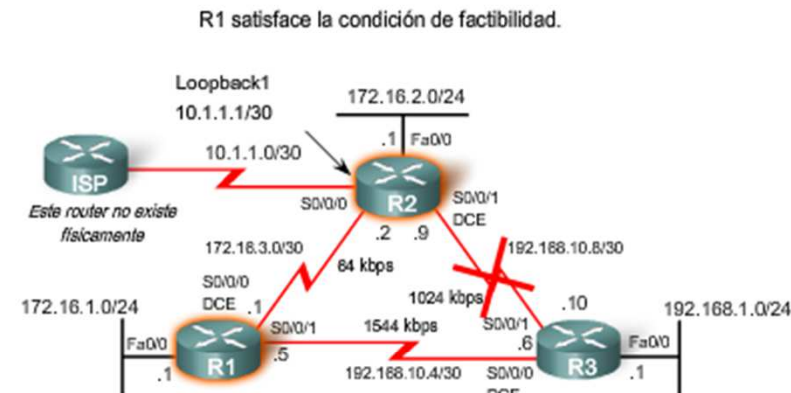


Conceptos de DUAL

Sucesores factibles, condición factible y distancia notificada

■ Distancia notificada (RD)

- La métrica que un router utiliza para notificar a un vecino sobre su propio costo en esa red

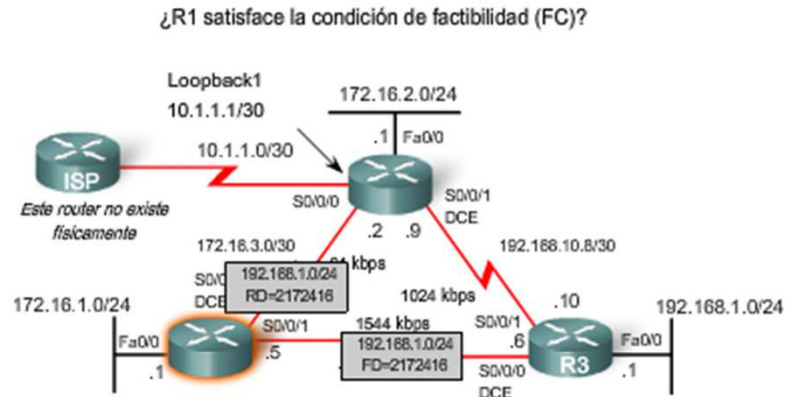


```
R1#show ip route
<output omitted for brevity>
D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 01:12:26, Serial0/0/1
```

```
R2#show ip route
<output omitted for brevity>
D    192.168.1.0/24 [90/3014400] via 192.168.10.10, 00:00:15, Serial0/0/1
```


Conceptos de DUAL

- Condición de factibilidad (FC)
 - Se cumple cuando la RD (Distancia notificada) de un vecino **es menos que** la FD (Distancia factible) del router local en la misma red de destino



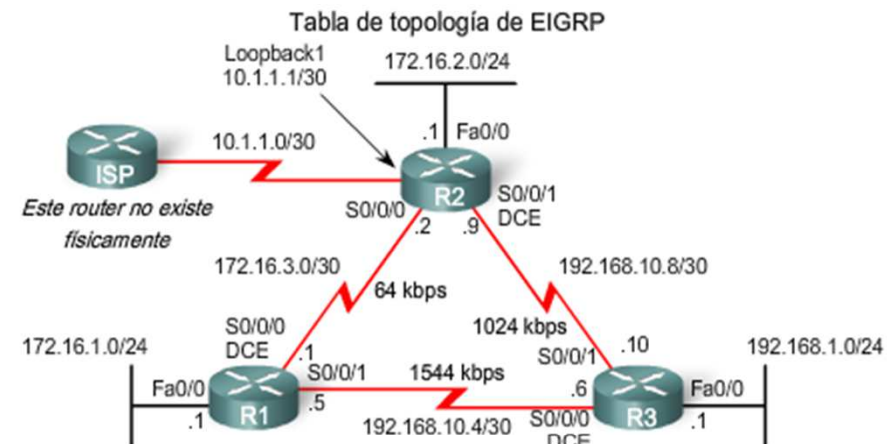
```
R1#show ip route
<output omitted for brevity>

D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 01:12:26, Serial0/0/1

R1 notifica a R2 que su distancia factible a 192.168.1.0/24 es 2 172 416
```

Conceptos de DUAL

- Tabla de topología: Sucesor y sucesor factible
- Tabla de topología de EIGRP
 - Se puede ver mediante el comando *show ip eigrp topology*
 - Los contenidos de la tabla incluyen:
 - Todas las rutas del sucesor
 - Todas las rutas del sucesor factible



```
R2#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(10.1.1.1)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status

<output omitted>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3014400
   via 192.168.10.10 (3014400/28160), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41026560/2172416), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3011840
   via Connected, Serial0/1
<output omitted>
```

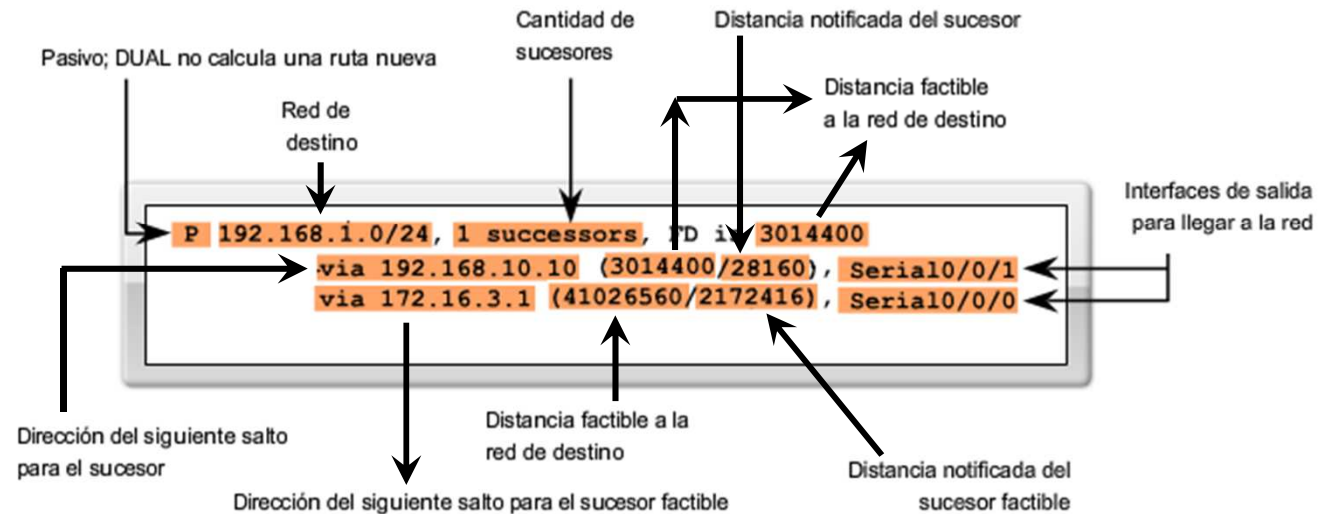
Rutas para 192.168.1.0/24

Conceptos de DUAL

- Desglose de la tabla de topología de EIGRP:

```
R2#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(10.1.1.1)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status
<output omitted>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3014400
   via 192.168.10.10 (3014400/28160), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41026560/2172416), Serial0/0/0
```

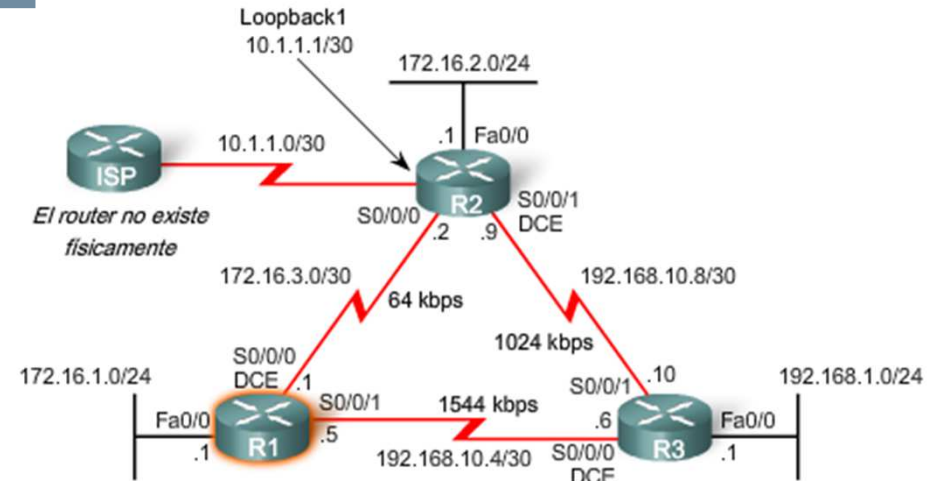
Entrada de tabla para 192.168.1.0/24



Conceptos de DUAL

Tabla de topología: sucesor no factible

- Es posible que un sucesor factible no esté presente porque no se cumple la condición de factibilidad.
- En otras palabras, la distancia notificada del vecino es mayor o igual que la distancia factible actual.



```
R1#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(192.168.10.5)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status

P 192.168.10.0/24, 1 successors, FD is 2169856
   via Summary (2169856/0), Null0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/0/1
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
   via 192.168.10.6 (2172416/28160), Serial0/0/1
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3523840
   via 192.168.10.6 (3523840/3011840), Serial0/0/1
<output omitted>
```

No hay un sucesor factible

```
R1#show ip eigrp topology all-links
IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(192.168.10.5)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status

P 192.168.10.0/24, 1 successors, FD is 2169856, serno 3
   via Summary (2169856/0), Null0
   via 172.16.3.2 (41024000/3011840), Serial0/0/0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 2169856, serno 1
   via Connected, Serial0/0/1
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416, serno 5
   via 192.168.10.6 (2172416/28160), Serial0/0/1
   via 172.16.3.2 (41026560/3014400), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3523840, serno 11
   via 192.168.10.6 (3523840/3011840), Serial0/0/1
```

La RD desde R2 es mayor que la FD a R1.

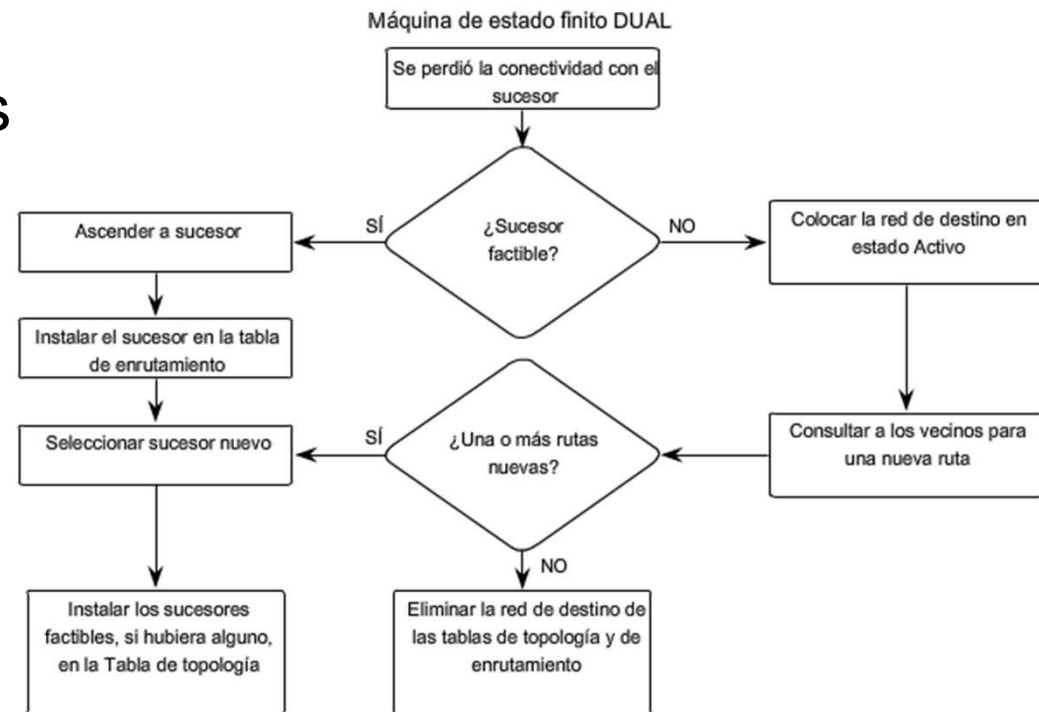
Conceptos de DUAL

- Máquina de estado finito (FSM)
 - **Una máquina abstracta** que define un conjunto de los posibles estados que algo puede atravesar, qué evento causa esos estados y qué eventos resultan de esos estados.
 - **Las FSM se usan para** describir de qué manera un dispositivo, un programa informático o un algoritmo de enrutamiento reaccionará ante un conjunto de eventos de entrada.

Conceptos de DUAL

■ FSM DUAL:

- Selecciona la mejor ruta sin bucles a un destino
- Selecciona las rutas alternativas por medio de la información de las tablas de EIGRP



Conceptos de DUAL

Máquinas de estado finito (FSM)

- Para analizar el resultado de la máquina de estado finito de EIGRP, use el comando ***debug eigrp fsm***

```

R2#debug eigrp fsm
EIGRP FSM Events/Actions debugging is on
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#int s0/0/1
R2(config-if)#shutdown
<some debug output omitted>

DUAL: Find FS for dest 192.168.1.0/24. FD is 3014400, RD is 3014400
DUAL: 192.168.10.10 metric 4294967295/4294967295
DUAL: 172.16.3.1 metric 41026560/2172416 found Dmin is 41026560
DUAL: Removing dest 192.168.1.0/24, nexthop 192.168.10.10
DUAL: RT installed 192.168.1.0/24 via 172.16.3.1

R2(config-if)#end
R2#undebug all
All possible debugging has been turned off

R2#show ip route
<some output omitted>

D 192.168.1.0/24 [90/41026560] via 172.16.3.1 00:08:58 Serial0/0/0
  
```

Más información sobre la configuración de EIGRP

Resumen de rutas Null0

- **Por defecto**, EIGRP usa la interfaz Null0 para descartar los paquetes que coinciden con la ruta principal, pero que no coinciden con ninguna de las rutas secundarias.
- EIGRP incluye automáticamente un resumen de rutas Null0 como una ruta secundaria cuando las siguientes dos condiciones se cumplen:
 - Existen una o más subredes, conocidas a través de EIGRP
 - Se habilita la sumarización automática

Más información sobre la configuración de EIGRP

Resumen de rutas Null0

```
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

192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D    192.168.10.0/24 is a summary, 00:45:09, Null0
C    192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
D    192.168.10.8/30 [90/3523840] via 192.168.10.6, 00:44:56, Serial0/0/1
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
D    172.16.0.0/16 is a summary, 00:46:10, Null0
C    172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
D    172.16.2.0/24 [90/40514560] via 172.16.3.2, 00:45:09, Serial0/0/0
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
D    192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 00:44:55, Serial0/0/1
```

EIGRP instala una ruta de resumen Null0 para cada ruta primaria.

Se descartan los paquetes que coinciden con la ruta de resumen Null0.

Más información sobre la configuración de EIGRP

Inhabilitación de la sumarización automática

- El comando **auto-summary** permite que EIGRP se resuma automática en los límites de la red principal
- El comando **no auto-summary** se usa para inhabilitar la sumarización automática
 - Esto causa que todos los vecinos EIGRP envíen actualizaciones que no se resumirán de manera automática
 - Esto **hará que los cambios** aparezcan en:
 - Tablas de enrutamiento
 - Tablas de topología



Más información sobre la configuración de EIGRP

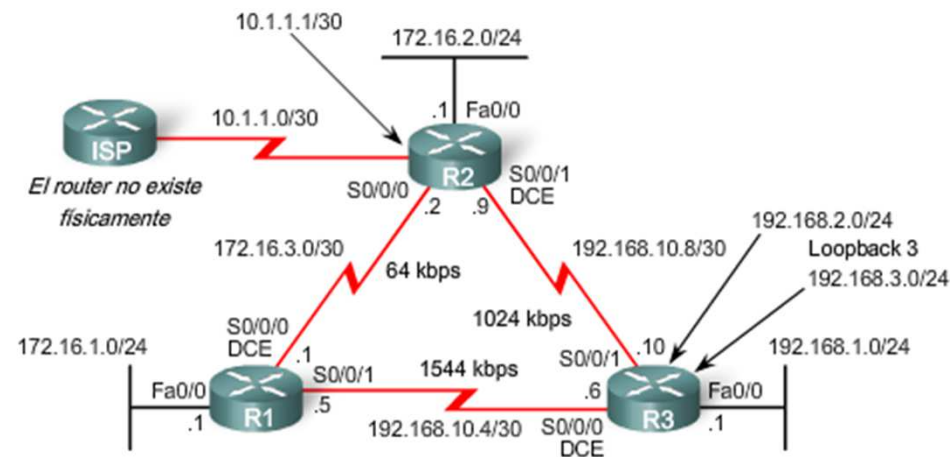
Sumarización manual

- La sumarización manual puede incluir superredes

Motivo: EIGRP es un protocolo de enrutamiento classless e incluye la máscara de subred en la actualización
- Comando usado para configurar la sumarización manual:
 - Router(config-if)#ip summary-address eigrp as-number network-address subnet-mask

Más información sobre la configuración de EIGRP

- Configuración de una ruta sumariizada en EIGRP



```
R3(config)#interface serial 0/0/0
R3(config-if)#ip summary-address eigrp 1 192.168.0.0 255.255.252.0
R3(config-if)#interface serial 0/0/1
R3(config-if)#ip summary-address eigrp 1 192.168.0.0 255.255.252.0
```

Configurar la ruta de resumen en todas las interfaces que envían paquetes EIGRP.

Más información sobre la configuración de EIGRP

Rutas EIGRP por defecto

- Ruta estática por defecto “quad zero”
 - Puede usarse con cualquier protocolo de enrutamiento que se soporte actualmente
 - Se configura, en general, en un router conectado a una red fuera del dominio EIGRP
- EIGRP y la ruta estática por defecto “quad zero”
 - Se requiere el uso del comando **redistribute static** para difundir la ruta por defecto en las actualizaciones EIGRP

Más información sobre la configuración de EIGRP

Operaciones de ajuste de EIGRP

■ Uso del ancho de banda de EIGRP

- Por defecto, EIGRP usa sólo el 50% del ancho de banda de la interfaz para la información de EIGRP.
- El comando para cambiar el porcentaje del ancho de banda que usa EIGRP es:

Router(config-if)#*ip bandwidth-percent eigrp as-number percent*

```
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 64
R1(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp 1 50
```

```
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#bandwidth 64
R2(config-if)#ip bandwidth-percent eigrp 1 50
```

Más información sobre la configuración de EIGRP

- Configuración de los intervalos de saludo y los tiempos en hold
 - Los intervalos de saludo y los tiempos en hold pueden configurarse por interfaz
 - El comando para configurar el intervalo de saludo es:

Router(config-if)#*ip hello-interval eigrp as-number seconds*

- La modificación del intervalo de saludo requiere la modificación del tiempo en hold por un valor mayor o igual que el intervalo de saludo

- El comando para configurar el valor del tiempo en hold es:

Router(config-if)#*ip hold-time eigrp as-number seconds*

```
R1 (config) #int s0/0/0
R1 (config-if) #ip hello-interval eigrp 1 60
R1 (config-if) #ip hold-time eigrp 1 180
R1 (config-if) #end
```

```
R2 (config) #int s0/0/0
R2 (config-if) #ip hello-interval eigrp 1 60
R2 (config-if) #ip hold-time eigrp 1 180
R2 (config-if) #end
```

Resumen

■ Información básica e historia

- EIGRP es una versión derivada de IGRP
 - EIGRP es un protocolo de enrutamiento de vector de distancia, patentado por Cisco, que se lanzó en 1994

■ Características y términos de EIGRP

- EIGRP usa RTP para transmitir y recibir los paquetes EIGRP
- EIGRP tiene 5 tipos de paquetes:
 - Paquetes de saludo
 - Paquetes de actualización
 - Paquetes de reconocimiento
 - Paquetes de consulta
 - Paquetes de respuesta
- Soporta VLSM y CIDR

Resumen

■ Características y términos de EIGRP

- EIGRP usa un protocolo de saludo
 - El objetivo del protocolo de saludo es detectar y establecer adyacencias
- Actualizaciones de enrutamiento de EIGRP:
 - No periódicas
 - Parciales y limitadas
 - Convergencia rápida

Resumen

■ Comandos EIGRP

- Los siguientes comandos se usan para la configuración de EIGRP:
 - RtrA(config)#router eigrp [autonomous-system #]
 - RtrA(config-router)#network *network-number*
- Los siguientes comandos pueden usarse para verificar EIGRP:
 - Show ip protocols
 - Show ip eigrp neighbors
 - Show ip route

Resumen

- **Las métricas de EIGRP incluyen:**
 - Ancho de banda (por defecto)
 - Retraso (por defecto)
 - Confiabilidad
 - Carga

Resumen

■ DUAL

- Objetivo de DUAL
 - Evitar los bucles de enrutamiento
- Sucesor:
 - Ruta primaria al destino
- Sucesor factible:
 - Ruta de respaldo al destino
- Distancia factible:
 - La métrica calculada más baja hacia el destino
- Distancia notificada:
 - La distancia hacia un destino según la publicación de un vecino ascendente

Resumen

■ Selección de la mejor ruta

- Después de que el router haya recibido todas las actualizaciones de los vecinos conectados directamente, podrá calcular su DUAL
 - 1. la métrica se calcula para cada ruta
 - 2. la ruta con la métrica más baja se designa sucesor y se coloca en la tabla de enrutamiento
 - 3. se encuentra el sucesor factible
 - Criterios para el sucesor factible: debe tener una distancia notificada al destino menor que la distancia factible de la ruta instalada
 - Las rutas factibles se mantienen en la tabla de topología

Resumen

- **Sumarización automática**
 - Está activada por defecto
 - Resume las rutas en el límite classful
 - Se puede inhabilitar la sumarización mediante el siguiente comando:
 - `RtrA(config-if)#no auto-summary`

