

# Administración de redes

Prof. Andrea Mesa Múnera

# Routing

## AGENDA

Protocolos de enrutamiento

1. EIGRP

# Protocolos de enrutamiento

	Protocolos de enrutamiento vector distancia		Protocolos de enrutamiento de link-state		Vector de ruta
Con clase	<b>RIP</b>	IGRP			EGP
Sin clase	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng	EIGRP para IPv6	OSPFv3	IS-IS para IPv6	BGPv4 para IPv6

De [1]

# EIGRP

EIGRP por sus siglas en inglés (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) es un protocolo de enrutamiento avanzado propietario de Cisco basado en IGRP, que se basa en las características normalmente asociadas con los protocolos del estado de enlace.

Algunas de las mejores funciones de OSPF, como las actualizaciones parciales y la detección de vecinos, se usan de forma similar con EIGRP. Sin embargo, EIGRP es más fácil de configurar que OSPF.

De [1]

# EIGRP

Con frecuencia, se describe EIGRP como un protocolo de enrutamiento híbrido que ofrece lo mejor de los algoritmos de vector-distancia y del estado de enlace.

EIGRP admite CIDR y VLSM, lo que permite que los diseñadores de red maximicen el espacio de direccionamiento.

En comparación con IGRP, que es un protocolo de enrutamiento con clase, EIGRP ofrece tiempos de convergencia más rápidos, mejor escalabilidad y gestión superior de los bucles de enrutamiento.

De [1]

# Comparación entre IGRP y EIGRP

La información de distancia y la tecnología de vector-distancia que se usan en IGRP también se utilizan en EIGRP.

Las comparaciones entre EIGRP e IGRP se pueden dividir en las siguientes categorías principales:

- Modo de compatibilidad
- Cálculo de métrica
- Número de saltos
- Redistribución automática de protocolos
- Etiquetado de rutas

# Comparación entre IGRP y EIGRP

IGRP y EIGRP son compatibles entre sí. Esta compatibilidad ofrece una interoperabilidad transparente con los routers IGRP. Esto es importante, dado que los usuarios pueden aprovechar los beneficios de ambos protocolos.

EIGRP ofrece compatibilidad multiprotocolo, mientras que IGRP no lo hace.

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.

De [2]

# Comparación entre IGRP y EIGRP

**Tanto EIGRP como IGRP usan el siguiente cálculo de métrica:**

- $\text{métrica} = [K1 * \text{ancho de banda} + (K2 * \text{ancho de banda}) / (256 - \text{carga}) + (K3 * \text{retardo})] * [K5 / (\text{confiabilidad} + K4)]$

**Los siguientes son los valores por defecto de las constantes:**

- $K1 = 1, K2 = 0, K3 = 1, K4 = 0, K5 = 0$
- $\text{métrica} = \text{ancho de banda} + \text{retardo}$

**Cuando  $K4$  y  $K5$  son 0, la porción  $[K5 / (\text{confiabilidad} + K4)]$  de la ecuación no forman parte del cálculo de la métrica. Por lo tanto, utilizando los valores por defecto de las constantes, la ecuación de la métrica es:  $\text{Ancho de banda} + \text{retardo}$**

**IGRP y EIGRP usan las siguientes ecuaciones para determinar los valores usados en el cálculo de la métrica (observe que EIGRP multiplica el valor por 256):**

- $\text{ancho de banda para IGRP} = (10000000 / \text{ancho de banda})$
- $\text{ancho de banda para EIGRP} = (10000000 / \text{ancho de banda}) * 256$
- $\text{retardo para IGRP} = \text{retardo} / 10$
- $\text{retardo para EIGRP} = \text{retardo} / 10 * 256$

De [2]



## Métrica compuesta de EIGRP

Fórmula compuesta predeterminada:

métrica =  $(K1 * \text{ancho de banda} + K3 * \text{retraso})$

Fórmula compuesta completa:

métrica =  $(K1 * \text{ancho de banda} + [K2 * \text{ancho de banda}] / [256 - \text{carga}] + K3 * \text{retraso}) * (K5 / [\text{confiabilidad} + K4])$

(No se usa si los valores "K" son 0)

**Nota:** Esta es una fórmula condicional. Si  $K5 = 0$ , el último término se reemplaza por 1 y la fórmula se convierte en: métrica =  $(K1 * \text{ancho de banda} + [K2 * \text{ancho de banda}] / [256 - \text{carga}] + K3 * \text{retraso})$

### Valores

#### predeterminados:

K1 (ancho de banda) = 1

K2 (carga) = 0

K3 (retraso) = 1

K4 (confiabilidad) = 0

K5 (confiabilidad) = 0

Los valores "K" se pueden cambiar con el comando `metric weights`.

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

# Comparación entre IGRP y EIGRP

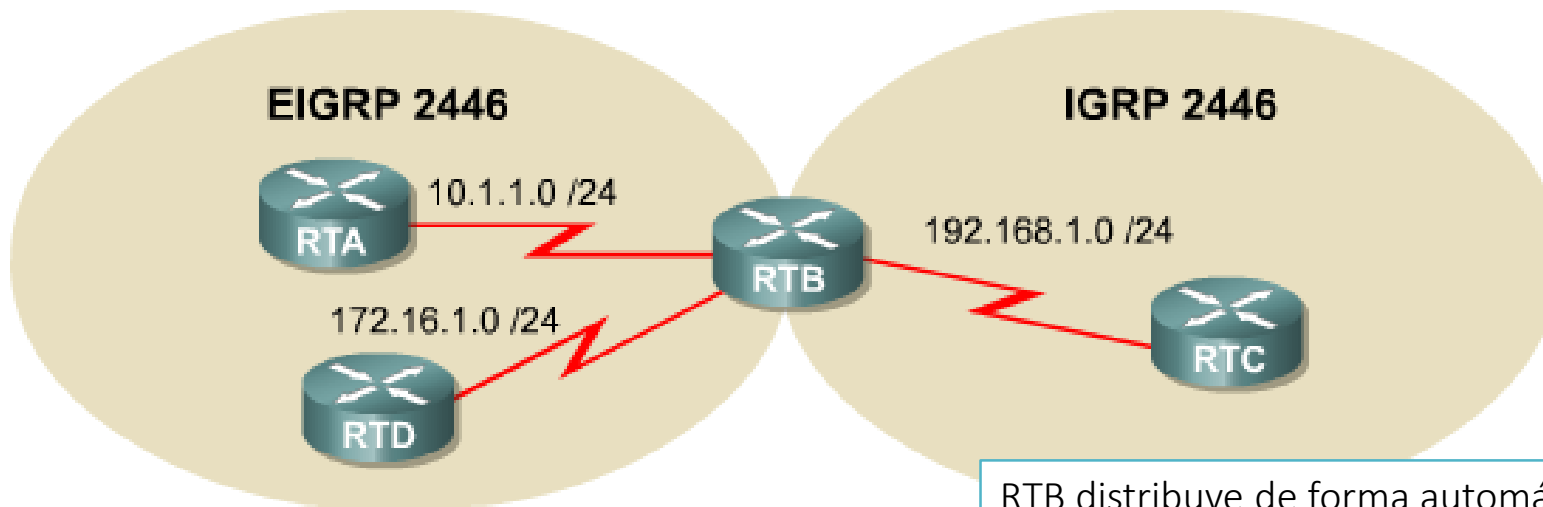
IGRP tiene un número de saltos máximo de 255. El límite máximo para el número de saltos en EIGRP es 224. Esto es más que suficiente para admitir los internetworks grandes y correctamente diseñadas.

Se requiere una configuración avanzada para permitir que protocolos de enrutamiento diferentes como OSPF y RIP compartan información.

La redistribución, o la capacidad para compartir rutas, es automática entre IGRP e EIGRP, siempre y cuando ambos procesos usen el mismo número AS.

De [2]

# Comparación entre IGRP y EIGRP



```
RTB(config)#router igrp 2446
RTB(config-router)#network 192.168.1.0
RTB(config)#router eigrp 2446
RTB(config-router)#network 10.1.1.0
RTB(config-router)#network 172.16.1.0
```

RTB distribuye de forma automática las rutas aprendidas de EIGRP al AS de IGRP, y viceversa. EIGRP rotula como externas las rutas aprendidas de IGRP o cualquier otra fuente externa porque no se originan en los routers EIGRP. IGRP no puede diferenciar entre rutas internas y externas.

EIGRP y IGRP redistribuyen automáticamente las rutas entre sistemas autónomos con el mismo número.

De [2]

# Características de diseño de EIGRP

EIGRP opera de una manera bastante diferente de IGRP. EIGRP es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia avanzado, pero también actúa como protocolo del estado de enlace en la manera en que actualiza a los vecinos y mantiene la información de enrutamiento.

Algunas de las ventajas de EIGRP sobre los protocolos de vector-distancia simples:

- Convergencia rápida
- Uso eficiente del ancho de banda
- Compatibilidad con VLSM y CIDR
- Compatibilidad con capas de varias redes
- Independencia de los protocolos enrutados

De [1]

# Características de diseño de EIGRP

Los routers EIGRP convergen rápidamente porque se basan en DUAL.

DUAL garantiza una operación sin bucles durante todo el cálculo de rutas, lo que permite la sincronización simultánea de todos los routers involucrados en cambio de topología.

De [1]

# Características de diseño de EIGRP

EIGRP envía actualizaciones parciales y limitadas, y hace un uso eficiente del ancho de banda. EIGRP usa un ancho de banda mínimo cuando la red es estable.

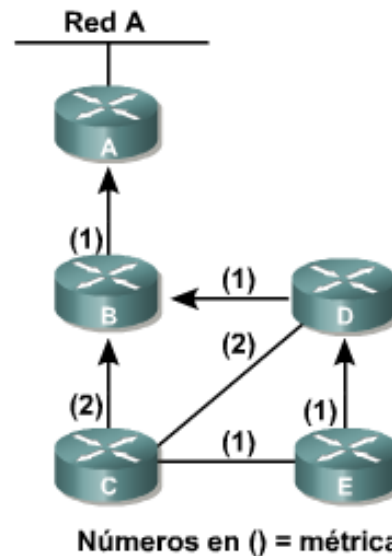
Los routers EIGRP no envían las tablas en su totalidad, sino que envían actualizaciones parciales e incrementales. Esto es parecido a la operación de OSPF, salvo que los routers EIGRP envían estas actualizaciones parciales sólo a los routers que necesitan la información, no a todos los routers del área.

De [1]

# Algoritmos EIGRP

Se describe el algoritmo DUAL, al que se debe la convergencia excepcionalmente rápida de EIGRP.

Cada router ha construido una tabla de topología que contiene información acerca de la manera de enrutar al destino Red A.



C	EIGRP	FD	RD	Topología
Red A		3		(FD)
	via B	3	1	(Sucesor)
	via D	4	2	(FS)
	via E	4	3	

D	EIGRP	FD	RD	Topología
Red A		2		(FD)
	via B	2	1	(Sucesor)
	via C	5	3	

E	EIGRP	FD	RD	Topología
Red A		3		(FD)
	via D	3	2	(Sucesor)
	via C	4	3	

De [2]

Leyenda	
EIGRP	Tipo de protocolo
FD	Distancia factible
RD	La distancia informada como la publicó el router vecino
Successor	Ruta primaria al destino
FS	Sucesor factible - Ruta de respaldo al destino

# Algoritmos EIGRP

Cada tabla de topología identifica la siguiente información:

- El protocolo de enrutamiento o EIGRP
- El costo más bajo de la ruta, denominado distancia factible (FD)
- El costo de la ruta, según lo publica el router vecino, denominado distancia informada (RD)

La columna de Topología identifica la ruta principal denominada ruta del sucesor (sucesor), y, cuando se identifica, la ruta de respaldo denominada sucesor factible (FS).

Observe que no es necesario contar con un sucesor factible identificado.

De [2]



# Algoritmos EIGRP

Las normas para la selección de la ruta del sucesor factible se especifican en la Figura:

1. La ruta del sucesor factible es una ruta de respaldo alternativa en caso de que la ruta del sucesor se desconecte.
2. La Distancia Informada (RD) al destino, tal como la publica el router vecino, debe ser menor que la Distancia Factible (FD) de la ruta del sucesor primario.
3. Si se cumple este criterio, y no existe ningún bucle de enrutamiento, la ruta se puede seleccionar como la ruta de sucesor factible.
4. La ruta del sucesor factible ahora se puede promover al estado de ruta de sucesor.
5. Si el RD de ruta alternativa es igual a, o superior al FD del sucesor original, se rechaza la ruta como ruta de sucesor factible.
6. El router debe recalcular la topología de la red reuniendo información de todos los vecinos.
7. El router envía un paquete de consulta a todos los vecinos para solicitar las rutas de enrutamiento disponibles a la red de destino y su costo de métrica correspondiente.
8. Todos los routers vecinos deben enviar un paquete de respuesta para contestar el pedido de paquete de consulta.
9. Los datos recibidos se escriben en la tabla de topología del router que hace la consulta.
10. DUAL ahora puede identificar nuevas rutas de sucesor y, donde resulte apropiado, nuevas rutas de sucesor factible a base de esta nueva información.

De [2]

# Terminología de EIGRP

Los routers EIGRP mantienen información de ruta y topología a disposición en la RAM, para que puedan reaccionar rápidamente ante los cambios. Al igual que OSPF, EIGRP guarda esta información en varias tablas y bases de datos.

EIGRP guarda las rutas que se aprenden de maneras específicas. Las rutas reciben un estado específico y se pueden rotular para proporcionar información adicional de utilidad.

De [1]

# Terminología de EIGRP

**Tabla de vecinos:** es la más importante de EIGRP. Cada router EIGRP mantiene una tabla de vecinos que enumera a los routers adyacentes. Esta tabla puede compararse con la base de datos de adyacencia utilizada por OSPF. Existe una tabla de vecinos por cada protocolo que admite EIGRP.

De [1]

```
Router#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 100
M   Address           Interface Hold Uptime  SRTT  RTO   Q   SEQ
                                (sec)      (ms)      CNT  NUM
2   200.10.10.10       Se1        13 00:19:09   26   200   0   10
1   200.10.10.5        Se0        12 03:31:36   50   300   0   39
0   199.55.32.10       Et0        11 03:31:40   10   200   0   40
```

Al conocer nuevos vecinos, se registran la dirección y la interfaz del vecino.

# Terminología de EIGRP

**Tabla de topología:** se compone de todas las tablas de enrutamiento EIGRP en el sistema autónomo. DUAL toma la información proporcionada en la tabla de vecinos y la tabla de topología y calcula las rutas de menor costo hacia cada destino. EIGRP rastrea esta información para que los routers EIGRP puedan identificar y conmutar a rutas alternativas rápidamente.

De [1]

```
Router#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for process 100

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

P 32.0.0.0/8, 1 successors, FD is 2195456
   via 200.10.10.10 (2195456/281600), Serial1
P 170.32.0.0/16, 1 successors, FD is 2195456
   via 199.55.32.10 (2195456/2169856), Ethernet0
   via 200.10.10.5 (2681856/2169856), Serial0
P 200.10.10.8/30, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial1
```

# Terminología de EIGRP

**Tabla de enrutamiento:** mantiene las rutas que se aprenden de forma dinámica.

Los campos que conforman la tabla de enrutamiento son:

- **Distancia factible (FD):** Ésta es la métrica calculada más baja hacia cada destino. Por ejemplo, la distancia factible a 32.0.0.0 es 2195456.
- **Origen de la ruta:** Número de identificación del router que publicó esa ruta en primer lugar. Este campo se llena sólo para las rutas que se aprenden de una fuente externa a la red EIGRP.
- **Distancia reportada (RD):** La distancia reportada por un vecino adyacente hacia un destino específico. Por ejemplo, la distancia reportada a 32.0.0.0 es /281600 como lo indica (2195456/281600).
- **Información de interfaz:** La interfaz a través de la cual se puede alcanzar el destino.
- **Estado de ruta:** Una ruta se puede identificar como pasiva, lo que significa que la ruta es estable y está lista para usar, o activa, lo que significa que la ruta se encuentra en el proceso de recálculo por parte de DUAL.

De [1]

# Tecnologías de EIGRP

Los routers de vector-distancia simples no establecen ninguna relación con sus vecinos. Los routers RIP e IGRP simplemente envían las actualizaciones en broadcast o multicast por las interfaces configuradas.

En cambio, los routers EIGRP establecen relaciones activamente con los vecinos, tal como lo hacen los routers OSPF.

Una de las mejores características de EIGRP es su diseño modular. Se ha demostrado que los diseños modulares o en capas son los más escalables y adaptables.

De [1]

# Estructuras de datos EIGRP

Al igual que OSPF, EIGRP depende de diferentes tipos de paquetes para mantener sus tablas y establecer relaciones con los routers vecinos.

De [1]

Los cinco tipos de paquetes EIGRP que se presentan son:

- Hello
- Acuse de recibo
- Actualización
- Consulta
- Respuesta

# Configuración de EIGRP

Siga estos pasos para configurar rutas EIGRP para IP:

1. Use lo siguiente para habilitar EIGRP y definir el sistema autónomo:

```
router(config)#router eigrp autonomous-system-number
```

El número de sistema autónomo se usa para identificar todos los routers que pertenecen a la internetwork. Este valor debe coincidir para todos los routers dentro de la internetwork.

De [1]



# Configuración de EIGRP

2. Indique cuáles son las redes que pertenecen al sistema autónomo EIGRP en el router local mediante el siguiente comando:

```
router(config-router)#network network-number
```

- El comando **network** configura sólo las redes conectadas.
- Network-number es el número de red que determina cuáles son las interfaces del router que participan en EIGRP y cuáles son las redes publicadas por el router.

De [1]

# Configuración de EIGRP

3. Al configurar los enlaces seriales mediante EIGRP, es importante configurar el valor del ancho de banda en la interfaz.

Si el ancho de banda de estas interfaces no se modifica, EIGRP supone el ancho de banda por defecto en el enlace en lugar del verdadero ancho de banda.

Si el enlace es más lento, es posible que el router no pueda convergir, que se pierdan las actualizaciones de enrutamiento o se produzca una selección de rutas por debajo de la óptima.

De [1]

# Configuración de EIGRP

Para establecer el ancho de banda para la interfaz, aplique la siguiente sintaxis:

```
router(config-if)#bandwidth kbps
```

Sólo el proceso de enrutamiento utiliza el comando `bandwidth` y es necesario configurar el comando para que coincida con la velocidad de línea de la interfaz.

De [1]

# Configuración de EIGRP

4. Cisco también recomienda agregar el siguiente comando a todas las configuraciones EIGRP:

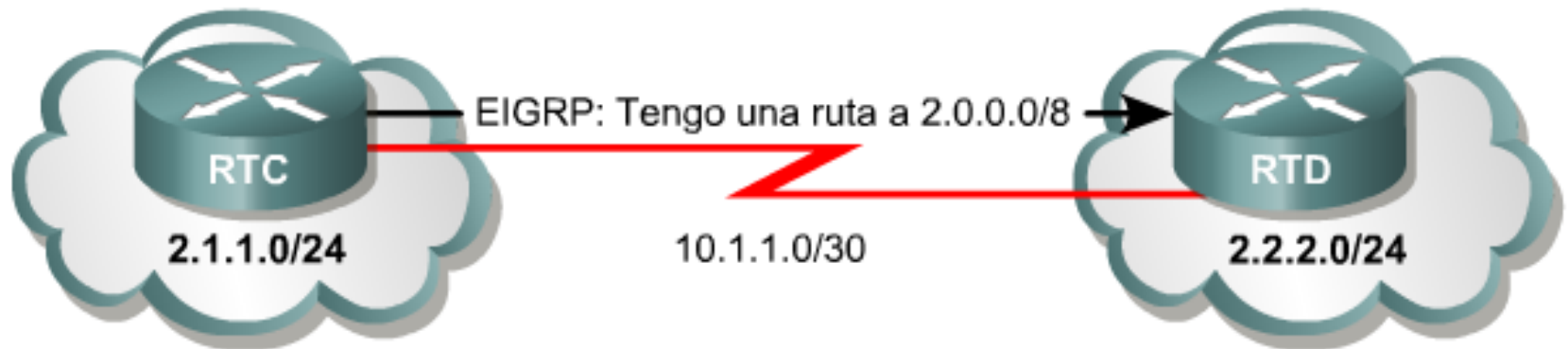
```
router(config-router)#eigrp log-neighbor-changes
```

Este comando habilita el registro de los cambios de adyacencia de vecinos para monitorear la estabilidad del sistema de enrutamiento y para ayudar a detectar problemas.

De [1]

# Configuración del resumen de EIGRP

EIGRP resume automáticamente las rutas en el límite con clase. Este es el límite donde termina la dirección de red, de acuerdo con la definición del direccionamiento basado en clase.



Esto significa que, aunque RTC esté conectado a la subred 2.1.1.0 solamente, publicará que está conectado a toda la red Clase A, 2.0.0.0.

De [1]

# Configuración del resumen de ELGRP

En la mayoría de los casos, el resumen automático es beneficioso porque mantiene las tablas de enrutamiento lo más compactas posible.

Sin embargo, es posible que el resumen automático no sea la mejor opción en ciertos casos.

Por ejemplo, si existen subredes no contiguas el resumen automático debe deshabilitarse para que el enrutamiento funcione correctamente.

De [1]

# Configuración del resumen de EIGRP

Para desconectar el resumen automático, use el siguiente comando:

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

Con EIGRP, una dirección de resumen se puede configurar manualmente al configurar una red prefijo.

Las rutas de resumen manuales se configuran por interfaz, de manera que la interfaz que propagará el resumen de ruta se debe seleccionar primero.

De [1]

# Configuración del resumen de EIGRP

Entonces, la dirección de resumen se puede definir con el comando **ip summary-address eigrp**:

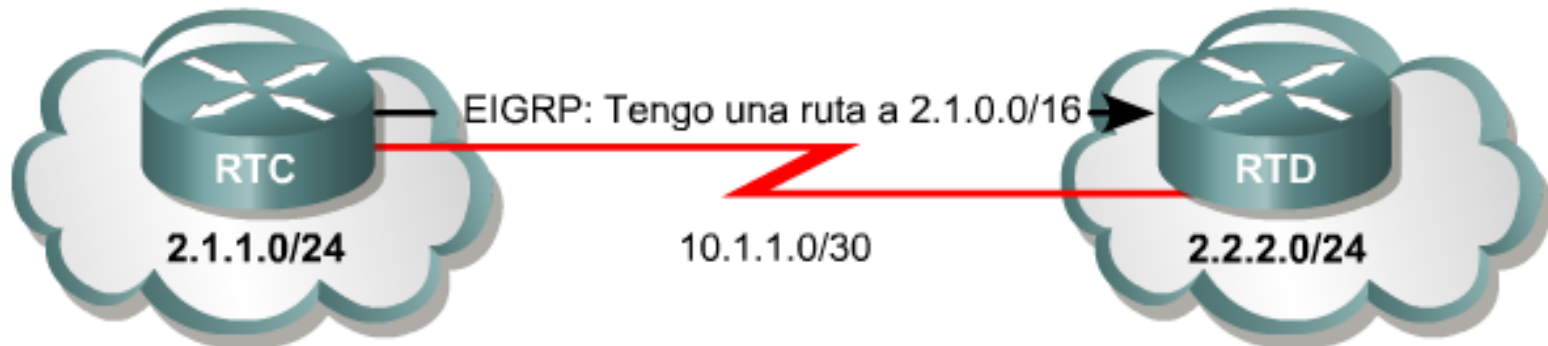
```
router(config-if)#ip summary-address eigrp autonomous-system-  
number ip-address mask administrative-distance
```

Las rutas de resumen EIGRP tienen una distancia administrativa por defecto de 5. De manera opcional, se pueden configurar con un valor entre 1 y 255.

De [1]



# Configuración del resumen de EIGRP



Las direcciones de resumen de EIGRP se pueden configurar manualmente por interfaz.

De [1]

```
RTC(config)#router eigrp 2446  
RTC(config-router)#no auto-summary  
RTC(config-router)#exit  
RTC(config)#interface serial 0/0  
RTC(config-if)#ip summary-address eigrp 2446 2.1.0.0  
255.255.0.0
```

# Configuración del resumen de ElGRP

Por lo tanto, RTC agrega una ruta a esta tabla de la siguiente manera:

D 2.1.0.0/16 is a summary, 00:00:22, Null0

Observe que la ruta de resumen se obtiene a partir de Null0 y no de una interfaz real. Esto ocurre porque esta ruta se usa para fines de publicación y no representa una ruta que RTC puede tomar para alcanzar esa red. En RTC, esta ruta tiene una distancia administrativa de 5.

Si no se desactivara el resumen automático, RTD recibiría dos rutas, la dirección de resumen manual, que es 2.1.0.0 /16, y la dirección de resumen automática con clase, que es 2.0.0.0 /8.

De [1]

# Verificación básica de EIGRP

Por medio de los siguientes comandos *show* se puede realizar la verificación del EIGRP.

Comando	Descripción
<b>show ip eigrp neighbors</b> [ <i>type number</i> ] [ <b>details</b> ]	Mostrar la tabla de vecinos EIGRP. Use las opciones de tipo y número para especificar una interfaz. La palabra clave details expande el resultado.
<b>show ip eigrp interfaces</b> [ <i>type number</i> ] [ <i>as-number</i> ] [ <b>details</b> ]	Muestra información EIGRP de cada interfaz. Las palabras clave opcionales limitan el resultado a una interfaz o AS específica. La palabra clave details expande el resultado.
<b>show ip eigrp topology</b> [ <i>as-number</i>   [[ <i>ip-address</i> ] <i>mask</i> ]]	Muestra todos los sucesores factibles en la tabla de topología EIGRP. Las palabras clave opcionales pueden filtrar el resultado a base del número AS o dirección de red específica.

De [2]

# Verificación básica de EIGRP

Comando	Descripción
<code>show ip eigrp topology</code> <code>[active   pending  </code> <code>zero-successors]</code>	Según la palabra clave que se use, se muestran todas las rutas de la tabla de topología que están activas, pendientes o sin sucesores.
<code>show ip eigrp topology</code> <code>all-links</code>	Muestra todas las rutas de la topología EIGRP, no sólo los sucesores factibles.
<code>show ip eigrp traffic</code> <code>[as-number]</code>	Muestra la cantidad de paquetes EIGRP enviados y recibidos. Se puede filtrar el resultado del comando al incluir un número AS opcional.

De [2]

# Verificación básica de EIGRP

La función **debug** de Cisco IOS también ofrece comandos de monitoreo EIGRP de utilidad.

Comando	Descripción
<code>debug eigrp fsm</code>	Este comando muestra la actividad del sucesor factible EIGRP para ayudar a determinar si el proceso de enrutamiento está instalando y borrando las actualizaciones de ruta.
<code>debug eigrp packet</code>	El resultado de este comando muestra la transmisión y recepción de paquetes EIGRP. Estos tipos de paquete pueden ser paquetes hello, actualización, petición, consulta o respuesta. En el resultado se muestran los números de secuencia y acuse de recibo que utiliza el algoritmo de transporte confiable EIGRP.

De [2]

# Referencias

[1] (CCNA EXPLORATION, 2010)

[2] (CCNA, 2008)