

Primera semana de la informática Facultad de Informática - UCM

Enrutamiento IPv6 -
con el software Packet
Tracer



Ingrid Ccoyllo Sulca
CCSI - CCNA

Cisco | Networking Academy®
| Mind Wide Open™
Abril 2015



Capítulo

- 0.0 Introducción
- 0.2 Direcciones de red IPv6
- 0.3 Enrutamiento Estático
- 0.4 Enrutamiento Dinámico



Direccionamiento IP

Capítulo : Objetivos

- Describir la representación de una dirección IPv6.
- Configurar enrutamiento estático
- Configurar enrutamiento dinámico



Problemas de IPv4

La necesidad de IPv6

- IPv4 tiene un máximo teórico de 4300 millones de direcciones, más las direcciones privadas en combinación con NAT.
- IPv6 tiene un mayor espacio de direcciones de 128 bits, que proporciona 340 sextillones de direcciones.
- IPv6 resuelve las limitaciones de IPv4 e incluye mejoras adicionales, como ICMPv6.

<http://www.ipv6es.es/paginas-espanolas-ipv6.php>

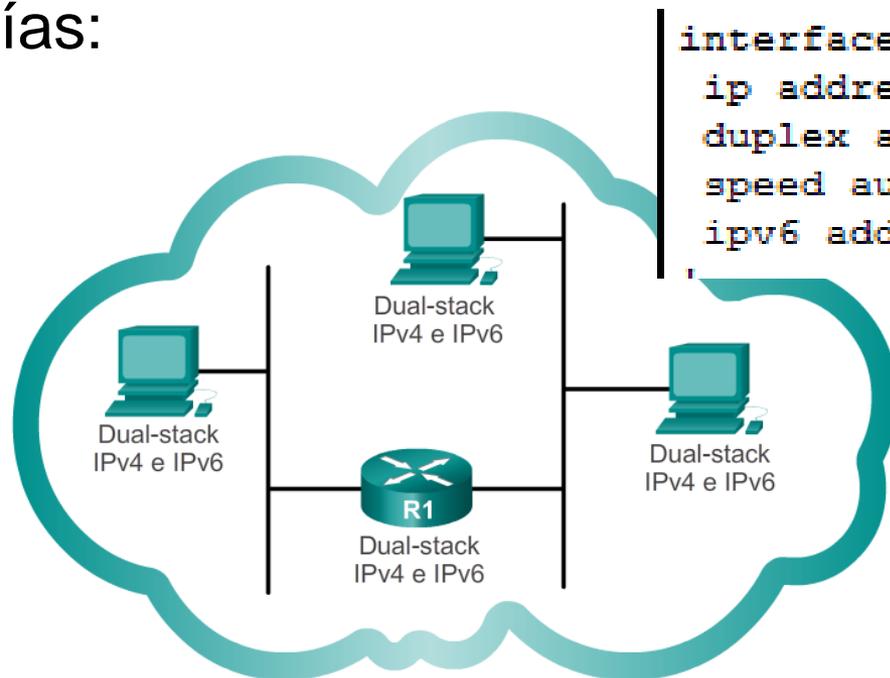


Problemas de IPv4

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración pueden dividirse en tres categorías:

N.º 1



```
interface GigabitEthernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:BD8:ABCD:1::1/64
```

Dual-stack: permite que IPv4 e IPv6 coexistan en la misma red. Los dispositivos ejecutan stacks de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea.

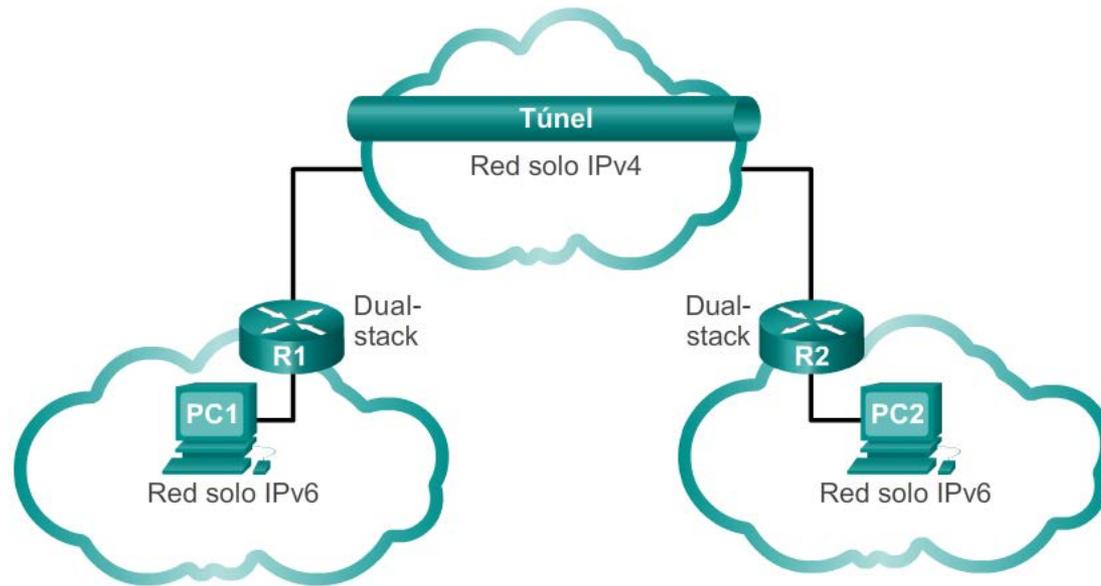


Problemas de IPv4

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración pueden dividirse en tres categorías:

N.º 2



Tunneling: método para transportar paquetes IPv6 a través de redes IPv4.

El paquete IPv6 se encapsula dentro de un paquete IPv4.

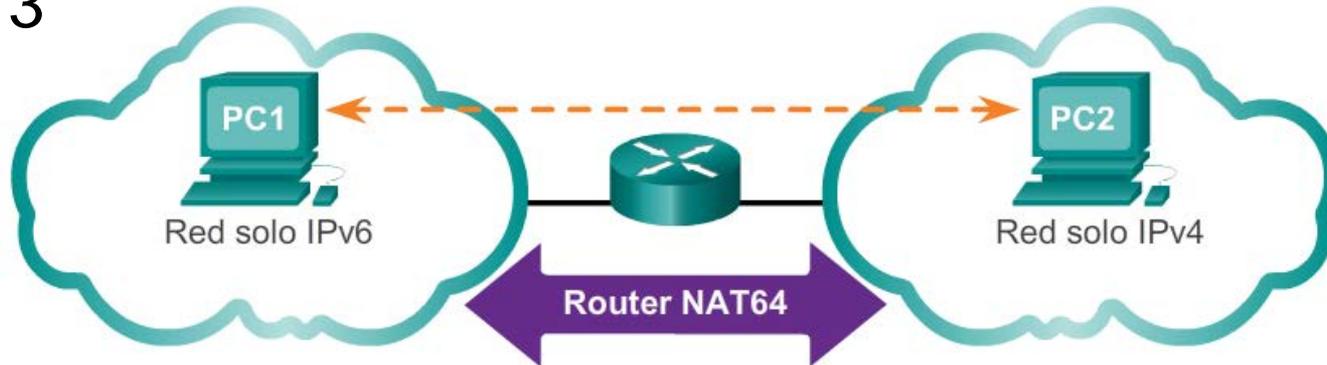


Problemas de IPv4

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración pueden dividirse en tres categorías:

N.º 3



Traducción: la traducción de direcciones de red 64 (NAT64) permite que los dispositivos con IPv6 habilitado se comuniquen con dispositivos con IPv4 habilitado mediante una técnica de traducción similar a la NAT para IPv4. Un paquete IPv6 se traduce en un paquete IPV4, y viceversa.



Direccionamiento IPv6

Sistema numérico hexadecimal

- El sistema hexadecimal es un sistema de base dieciséis.
- El sistema de numeración de base 16 utiliza los números del 0 al 9 y las letras de la A a la F.
- Se pueden representar cuatro bits (medio byte) con un único valor hexadecimal.

Representación de valores hexadecimales		
Hexadecimal	Decimal	Binario
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111



Direccionamiento IPv6

Representación de direcciones IPv6

- Tienen una longitud de 128 bits y se escriben como una cadena de valores hexadecimales.

2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200

FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

- “Hexteto” se utiliza para referirse a un segmento de **16** bits o cuatro valores hexadecimales.
- Se pueden escribir en minúscula o mayúscula.





Direccionamiento IPv6

Regla 1: Omisión de ceros iniciales

- La primera regla que permite reducir la notación de direcciones IPv6 es que se puede omitir cualquier 0 (cero) inicial en cualquier sección de 16 bits o hexteto.

Recomendado	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
Sin 0 inicial	2001: DB8: A:1000: 0: 0: 0: 100



Direccionamiento IPv6

Regla 2: Omitir todos los segmentos 0

- Los dos puntos dobles (::) pueden reemplazar cualquier cadena única y contigua de uno o más segmentos de 16 bits (hextetos) que estén compuestas solo por ceros.
- Los dos puntos dobles (::) se pueden utilizar solamente una vez en una dirección; de lo contrario, la dirección será ambigua.
- Esto se suele conocer como *formato comprimido*.
- Dirección incorrecta: 2001:0DB8::ABCD::1234. **X**



Direccionamiento IPv6

Regla 2: Omitir todos los segmentos 0

■ Ejemplos

N.º 1

Recomendado	2001:0DB8:0000:0000:ABCD:0000:0000:0100
Sin 0 inicial	2001: DB8: 0: 0:ABCD: 0: 0: 100
Comprimida	2001:DB8::ABCD:0:0:100
o	
Comprimida	2001:DB8:0:0:ABCD::100

Se puede utilizar solo un "::"

N.º 2

Recomendado	FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
Sin 0 inicial	FE80: 0: 0: 0: 123:4567:89AB:CDEF
Comprimida	FE80::123:4567:89AB:CDEF



Tipos de direcciones IPv6

Tipos de direcciones IPv6

Existen tres tipos de direcciones IPv6:

- **Unicast**
- **Multicast**
- **Anycast**

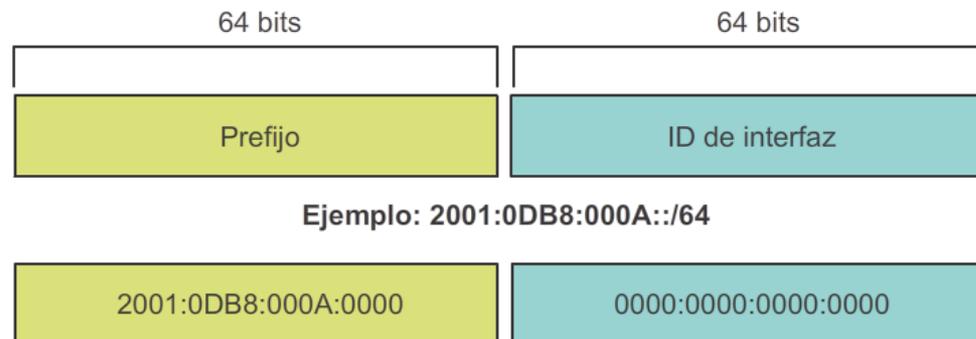
Nota: IPv6 no tiene direcciones de broadcast.



Tipos de direcciones IPv6

Duración de prefijo IPv6

- IPv6 no utiliza la notación decimal punteada de máscara de subred.
- La duración de prefijo indica la porción de red de una dirección IPv6 mediante el siguiente formato:
 - Dirección/duración de prefijo IPv6
 - La duración de prefijo puede ir de 0 a 128.
 - La duración de prefijo típica es /64.





Tipos de direcciones IPv6

Duración de prefijo IPv6

64bits - RED				64bits -HOST			
RIR	ISP	Cliente	Subredes				
LACNIC							
2001	0DB8 0DB9	ABCD	DB8A	0	0	0	0

2001:0DB8:ABCD:DB8A:0:0:0

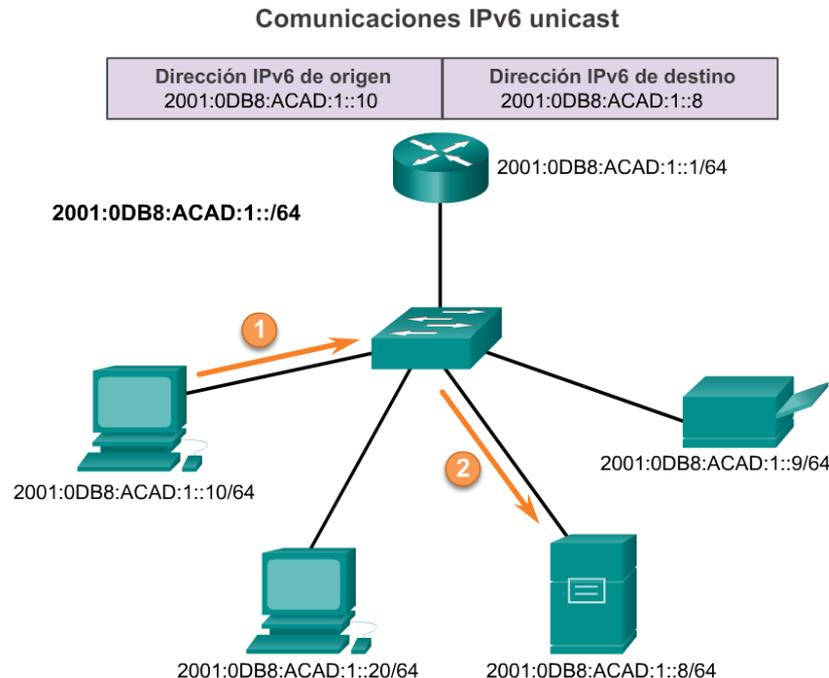


Direccionamiento IPv6

Direcciones IPv6 unicast

■ Unicast

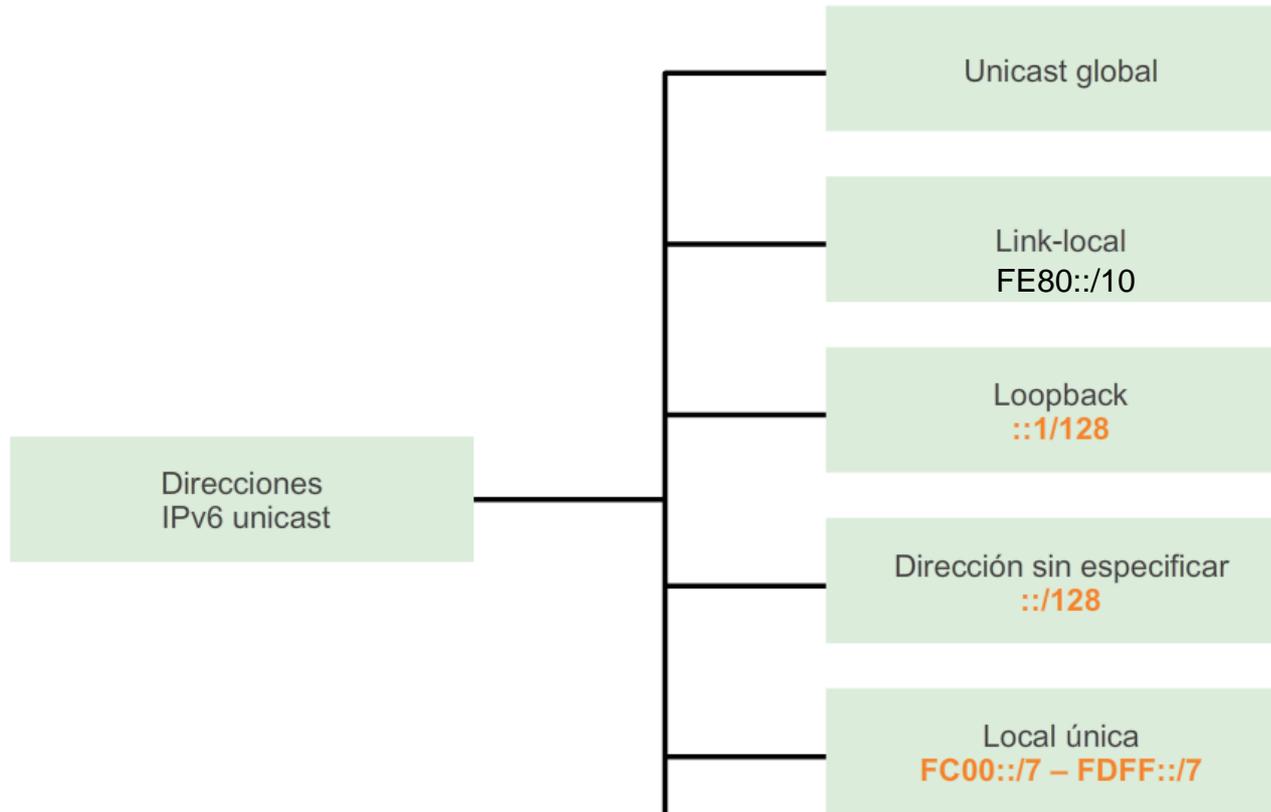
- Identifican de forma exclusiva una interfaz en un dispositivo con IPv6 habilitado.
- Un paquete que se envía a una dirección unicast es recibido por la interfaz que tiene asignada esa dirección.





Direccionamiento IPv6

Direcciones IPv6 unicast





Direccionamiento IPv6

Direcciones IPv6 unicast

■ Unicast global

- Similares a direcciones IPv4 públicas.
- Únicas globalmente.
- Direcciones enrutables de Internet.
- Pueden configurarse estáticamente o asignarse de forma dinámica.

■ Link-local

- Utilizada para comunicarse con los otros dispositivos en el mismo enlace local.
- Limitada a un único enlace: no se puede enrutar más allá del enlace.
- FE80::/10



Routing estático



Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



Routing estático

Alcance de redes remotas

Un router puede descubrir redes remotas de dos maneras:

- **Manualmente:** las redes **remotas** se introducen de forma manual en la tabla de rutas por medio de rutas estáticas.
- **Dinámicamente:** las rutas **remotas** se descubren de forma automática mediante un protocolo de routing dinámico.



Configuración de rutas estáticas IPv6

Comando `ipv6 route`

La mayoría de los parámetros son idénticos a la versión IPv4 del comando. Las rutas estáticas IPv6 también se pueden implementar como:

Ruta estática

- Estándar IPv6
- Predeterminada IPv6

```
Router(config)#ipv6 route ipv6-prefix/ipv6-mask
{ipv6-address | exit-intf}
```



Configuración de rutas estáticas IPv6

Opciones de siguiente salto

El siguiente salto se puede identificar mediante una dirección IPv6, una interfaz de salida, o ambas. El modo en que se especifica el destino genera uno de los siguientes tres tipos de ruta:

- Ruta IPv6 del **siguiente salto**:
Solo se especifica la dirección **IPv6** del siguiente salto.
- Ruta estática IPv6 **conectada directamente**:
Solo se especifica la **interfaz** de salida del router
- Ruta estática IPv6 **completamente especificada**:
Se especifican la dirección **IPv6** del siguiente salto y la **interfaz** de salida.



DESTINO?

ELEGIR RUTA CONOCIDA..

QUIERO LLEGAR A:-->
A EUROPA

RUTA CONOCIDA
ATLANTICO



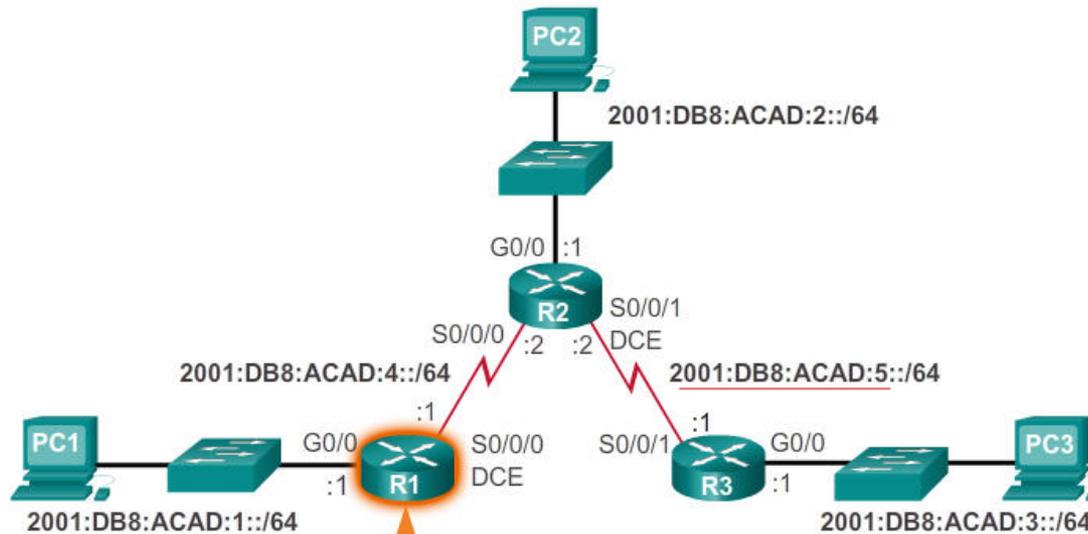
#ipv6 route Europa Atlántico



Configuración de rutas estáticas IPv6

Configuración de una ruta estática IPv6 de siguiente salto

Configuración de rutas estáticas IPv6 de siguiente salto



```

R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:2::/64 2001:DB8:ACAD:4::2
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:5::/64 2001:DB8:ACAD:4::2
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:3::/64 2001:DB8:ACAD:4::2
R1(config)#
    
```



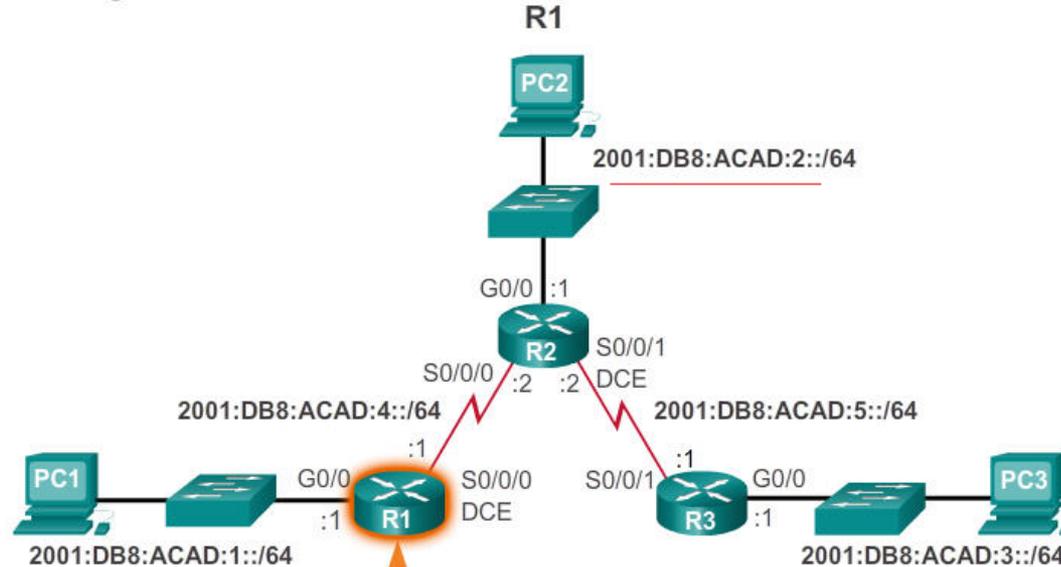
Ejemplo - rutas estaticas ipv6



Configuración de rutas estáticas IPv6

Configuración de una ruta estática IPv6 conectada directamente

Configuración de rutas estáticas IPv6 conectadas directamente en el R1



```

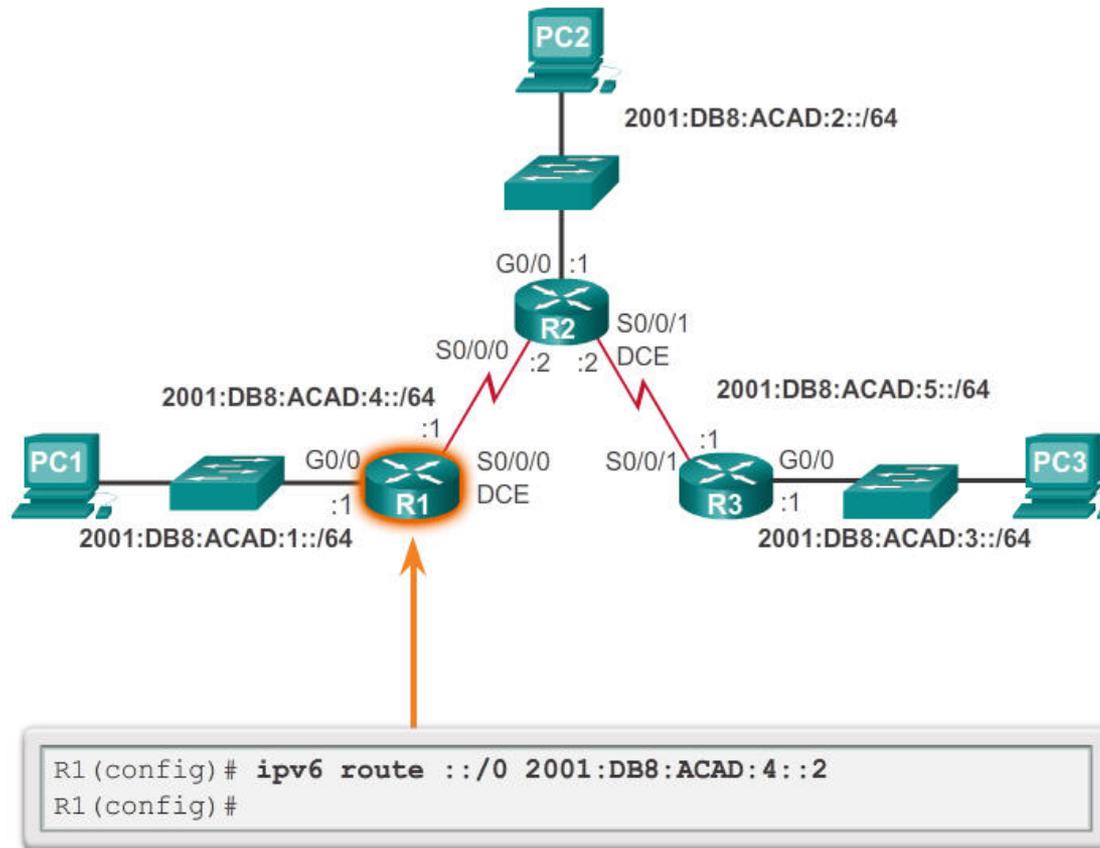
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:2::/64 s0/0/0
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:5::/64 s0/0/0
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:3::/64 s0/0/0
R1(config)#
R1#
    
```



Configuración de rutas predeterminadas IPv6

Configuración de una ruta estática predeterminada IPv6

Configuración de una ruta estática predeterminada IPv6





Configuración de rutas estáticas IPv6

Configuración de una ruta estática IPv6 completamente especificada

Configuración de rutas estáticas IPv6 completamente especificadas en el R1



```
R1(config)# ipv6 route 2001:db8:acad:2::/64 fe80::2
% Interface has to be specified for a link-local nexthop
R1(config)# ipv6 route 2001:db8:acad:2::/64 s0/0/0 fe80::2
R1(config)#
```



Routing dinámico



Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

La evolución de los protocolos de routing dinámico

- Los protocolos de routing dinámico se utilizan en el ámbito de las redes desde finales de la década de los ochenta.
- Las versiones más nuevas admiten la comunicación basada en IPv6.

Clasificación de los protocolos de routing

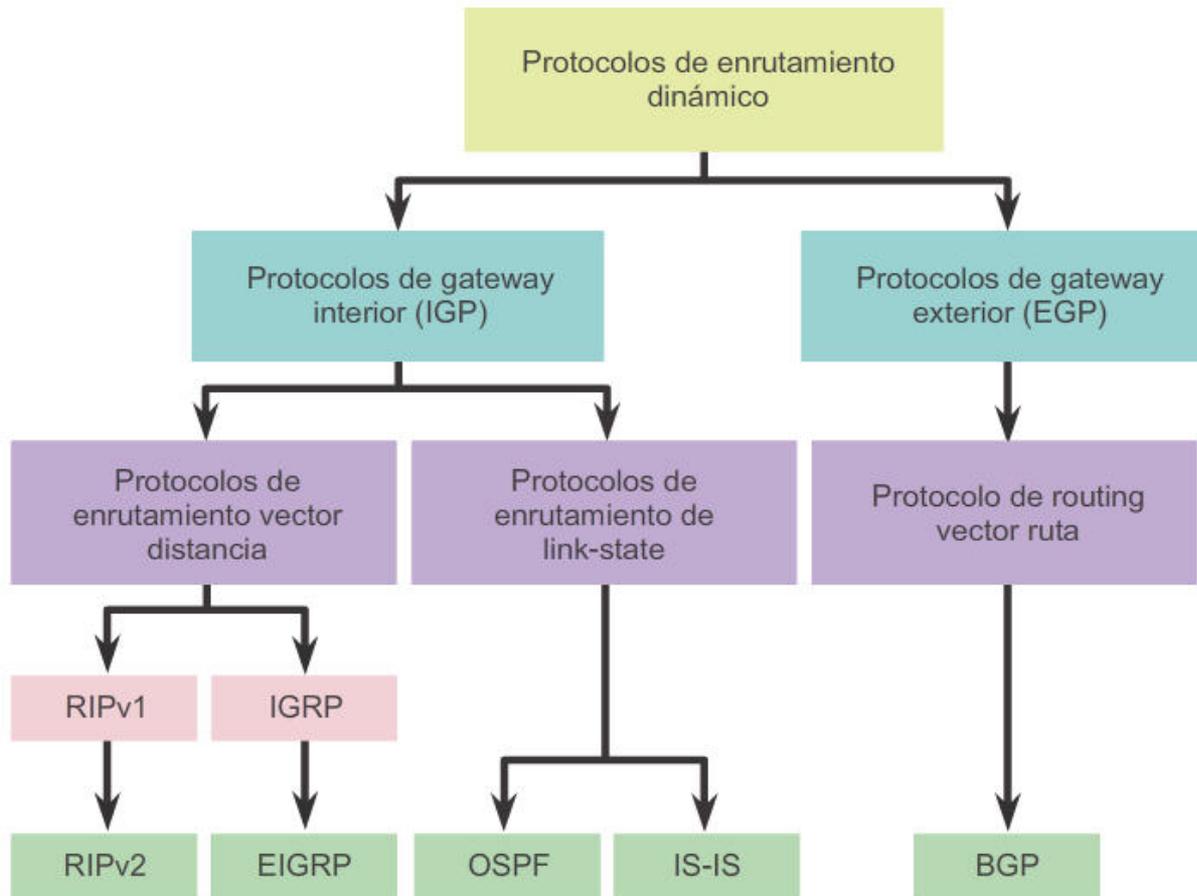
	Protocolos de gateway interior				Protocolos de gateway exterior
	Vector distancia		Estado de enlace		Vector ruta
IPv4	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGP-4
IPv6	RIPng	EIGRP para IPv6	OSPFv3	IS-IS para IPv6	BGP-MP



Tipos de protocolos de routing

Clasificación de los protocolos de routing

Clasificación de los protocolos de routing





Tipos de protocolos de routing

Protocolos vector distancia o de routing de estado de enlace

Los protocolos vector distancia utilizan routers como letreros a lo largo de la ruta hacia el destino final.

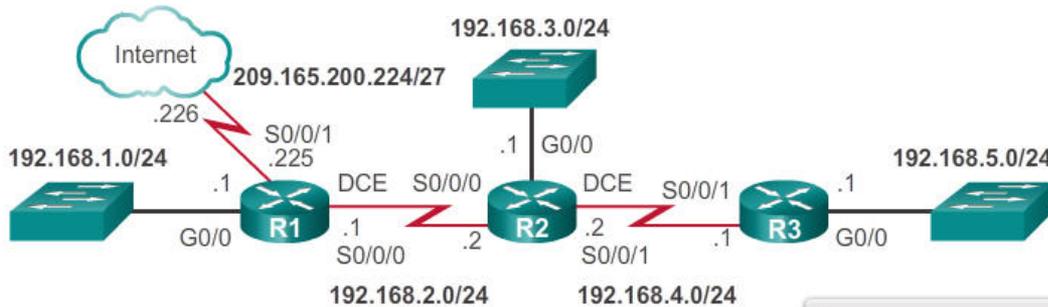
Un protocolo de routing de estado de enlace es parecido a tener un mapa completo de la topología de la red. Los letreros a lo largo de la ruta de origen a destino no son necesarios, debido a que todos los routers de estado de enlace usan un mapa de la red idéntico. Un router de estado de enlace usa la información de estado de enlace para crear un mapa de la topología y seleccionar la mejor ruta hacia todas las redes de destino en la topología.



Configuración del protocolo RIP

Propagación de rutas predeterminadas

Propagación de una ruta predeterminada en el R1



```

R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S0/0/1 209.165.200.226
R1(config)# router rip
R1(config-router)# default-information originate
R1(config-router)# ^Z
R1#
*Mar 10 23:33:51.801: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by
console
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 209.165.200.226 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.200.226, Serial0/0/1
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
L    192.168.2.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08,
Serial0/0/0
R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08,
Serial0/0/0
R    192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.2, 00:00:08,
Serial0/0/0
    209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    209.165.200.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
    
```



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

Propósito de los protocolos de routing dinámico

- **Protocolos de routing**
 - Los protocolos de routing se usan para facilitar el intercambio de información de routing entre los routers.
- **Entre los propósitos de los protocolos de routing dinámico se incluyen los siguientes:**
 - Descubrir redes remotas
 - Mantener la información de routing actualizada
 - Escoger el mejor camino hacia las redes de destino
 - Poder encontrar un mejor camino nuevo si la ruta actual deja de estar disponible



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

Propósito de los protocolos de routing dinámico

Los componentes principales de los protocolos de routing dinámico incluyen los siguientes:

- **Estructuras de datos:** por lo general, los protocolos de routing utilizan tablas o bases de datos para sus operaciones. Esta información se guarda en la RAM.
- **Mensajes del protocolo de routing:** los protocolos de routing usan varios tipos de mensajes para descubrir routers vecinos, intercambiar información de routing y realizar otras tareas para descubrir la red y conservar información precisa acerca de ella.
- **Algoritmo:** los protocolos de routing usan algoritmos para facilitar información de routing y para determinar la mejor ruta.



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

Propósito de los protocolos de routing dinámico

Los componentes principales de los protocolos de routing dinámico incluyen los siguientes:

- **Estructuras de datos:** por lo general, los protocolos de routing utilizan tablas o bases de datos para sus operaciones. Esta información se guarda en la RAM.
- **Mensajes del protocolo de routing:** los protocolos de routing usan varios tipos de mensajes para descubrir routers vecinos, intercambiar información de routing y realizar otras tareas para descubrir la red y conservar información precisa acerca de ella.
- **Algoritmo:** los protocolos de routing usan algoritmos para facilitar información de routing y para determinar la mejor ruta.



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

Función de los protocolos de routing dinámico

- Ventajas de los protocolos de routing dinámico
 - Comparten automáticamente la información acerca de las redes remotas.
 - Determinan la mejor ruta para cada red y agregan esta información a sus tablas de routing.
 - En comparación con el routing estático, los protocolos de routing dinámico requieren menos sobrecarga administrativa.
 - Ayudan al administrador de red a administrar el proceso prolongado que implica configurar y mantener las rutas estáticas.
- Desventajas de los protocolos de routing dinámico
 - Dedicar parte de los recursos de los routers al funcionamiento del protocolo, incluso el tiempo de CPU y el ancho de banda del enlace de red.
- En ocasiones, el routing estático es más adecuado.



Comparación entre routing dinámico y estático

Uso del routing estático

- Las redes generalmente utilizan una combinación de routing estático y dinámico.
- El routing estático tiene varios usos principales:
 - Facilitar el mantenimiento de la tabla de routing en redes más pequeñas que no se espera que crezcan significativamente.
 - Proporcionar routing hacia las redes de rutas internas y desde estas.
 - Una red con solo una ruta predeterminada hacia fuera y sin conocimiento de ninguna red remota.
 - Acceder a un único router predeterminado.
 - Se utiliza para representar una única ruta hacia cualquier red que no tiene una coincidencia en la tabla de routing.



Funcionamiento del protocolo de routing dinámico

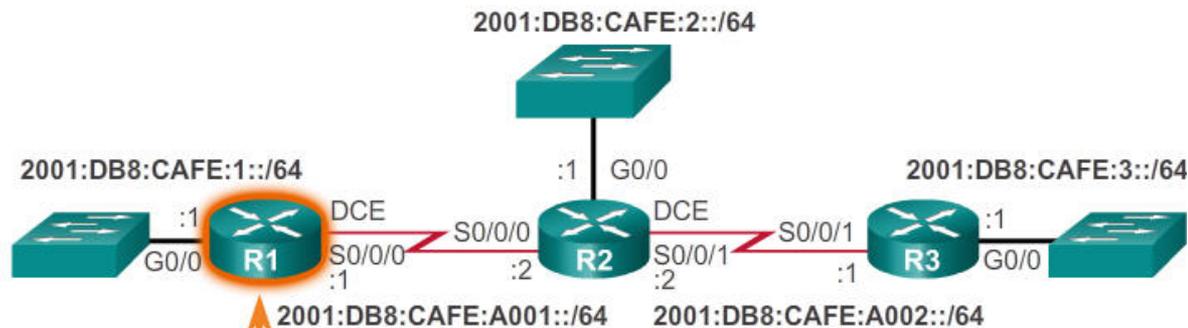
En general, las operaciones de un protocolo de routing dinámico pueden describirse de la siguiente manera:

1. El router envía y recibe mensajes de routing en sus interfaces.
2. El router comparte mensajes de routing e información de routing con otros routers que están usando el mismo protocolo de routing.
3. Los routers intercambian información de routing para obtener información sobre redes remotas.
4. Cuando un router detecta un cambio de topología, el protocolo de routing puede anunciar este cambio a otros routers.



Configuración del protocolo RIPng Anuncio de redes IPv6

Habilitación de RIPng para IPv6 en las interfaces del R1



RIPng se basa en RIPv2, con una limitación de 15 saltos y la distancia administrativa de 120.

```

R1 (config) # ipv6 unicast-routing
R1 (config) # ipv6 router rip RIP-AS
R1 (config) # interface gigabitethernet 0/0
R1 (config-if) # ipv6 rip RIP-AS enable
R1 (config-if) # exit
R1 (config) #
R1 (config) # interface serial 0/0/0
R1 (config-if) # ipv6 rip RIP-AS enable
R1 (config-if) # no shutdown
R1 (config-if) #
    
```



Configuración del protocolo RIPng

Análisis de la configuración de RIPng

Verificación de rutas RIPng en el R1

```

R1# show ipv6 route rip
IPv6 Routing Table - default - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user
Static route
    B - BGP, R - RIP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2
    IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP,
    EX - EIGRP external, ND - ND Default,
    NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect,
    O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1,
    OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1,
    ON2 - OSPF NSSA ext 2
R   2001:DB8:CAFE:2::/64 [120/2]
    via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R   2001:DB8:CAFE:3::/64 [120/3]
    via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R   2001:DB8:CAFE:A002::/64 [120/2]
    via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R1#
  
```



Links

- <https://informatica.ucm.es/i-semana-de-la-informatica>
- <http://www.tecsup.edu.pe/home/>
- <https://www.netacad.com/group/landing/>

Cisco | Networking Academy[®]

Mind Wide Open[™]

Ingrid Ccoyllo Sulca

Instructora CCSI - CCNA
Profesora TC TECSUP

iccoyllo@tecsup.edu.pe