



## Capítulo 8: Direccionamiento IP



**Introducción a redes**

**Ing. Aníbal Coto Cortés**

Cisco | Networking Academy®  
Mind Wide Open™



# Capítulo 8

8.0 Introducción

8.1 Direcciones de red IPv4

8.2 Direcciones de red IPv6

8.3 Verificación de la conectividad

8.4 Resumen



# Capítulo 8: Objetivos

En este capítulo, podrá hacer lo siguiente:

- Describir la estructura de una dirección IPv4.
- Describir el propósito de la máscara de subred.
- Comparar las características y los usos de las direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast.
- Explicar la necesidad de direccionamiento IPv6.
- Describir la representación de una dirección IPv6.
- Describir los tipos de direcciones de red IPv6.
- Configurar direcciones unicast globales.



## Direccionamiento IP

# Introducción

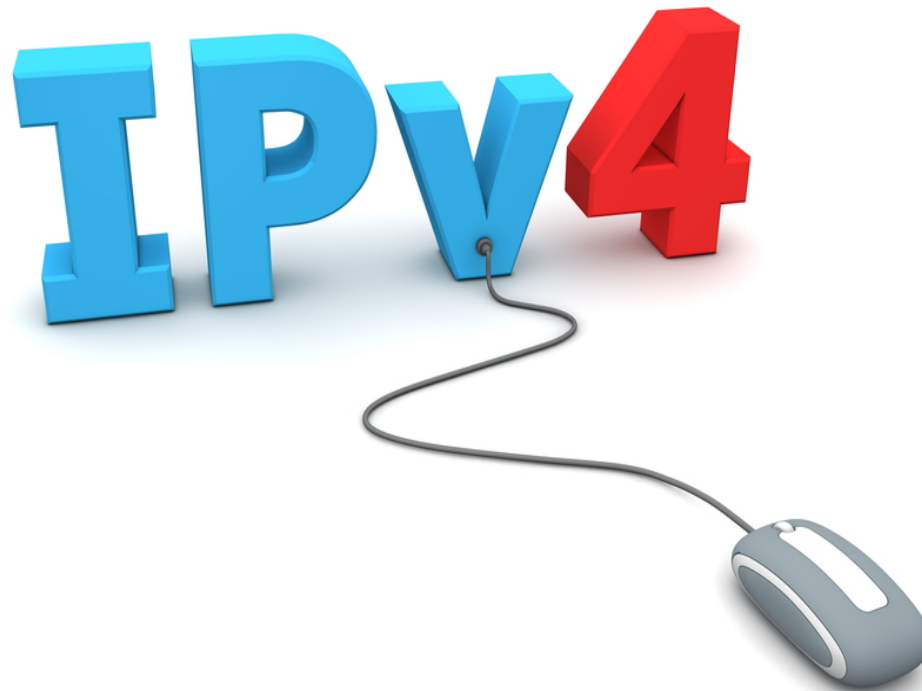
En este capítulo, podrá hacer lo siguiente (continuación):

- Describir las direcciones multicast.
- Describir la función de ICMP en una red IP (incluidos IPv4 e IPv6).
- Utilizar las utilidades ping y traceroute para probar la conectividad de la red.



## 8.1

# Direcciones de red IPv4





# Estructura de la dirección IPv4

## Notación binaria

- La notación binaria se refiere al hecho de que las PC se comunican mediante ceros y unos.
- La conversión de valores binarios a decimales requiere la comprensión de los fundamentos matemáticos de un sistema de numeración denominado “notación de posición”.

### Notación de posición

192

	Centenas	Decenas	Unidades
Raíz	10	10	10
Exponente	2	1	0
Valor de posición	100	10	1
Identificador numérico	1	9	2
Valor numérico	$1 \times 100 = 100$	$9 \times 10 = 90$	$2 \times 1 = 2$

$100 + 90 + 2$



# Estructura de la dirección IPv4

## Sistema de numeración binario

192	.	168	.	10	.	10
11000000		10101000		00001010		00001010

192.168.10.10 es una dirección IP asignada a una PC.

Dirección en formato decimal punteado

Octetos

Dirección de 32 bits

Raíz	2	2	2	2	2	2	2	2
Exponente	7	6	5	4	3	2	1	0
Valores de bits de octeto	128	64	32	16	8	4	2	1
Dirección binaria	1	1	0	0	0	0	0	0
Valores de bits binarios	128	64	0	0	0	0	0	0

**Sume los valores de bits binarios.**
  
 $128 + 64 = 192$



## Estructura de la dirección IPv4

# Conversión de una dirección binaria en decimal

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1





## Estructura de la dirección IPv4

# Conversión de decimal en binario

Convertir de decimal a binario

192.168.10.10

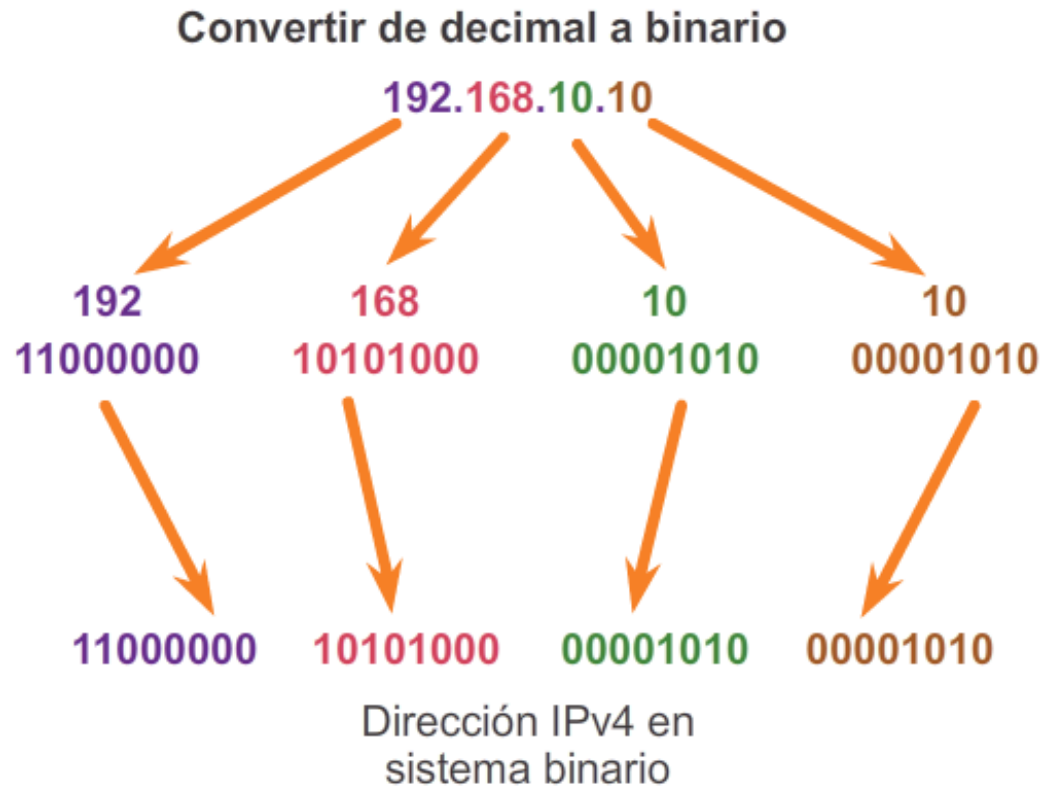
11000000 10101000

	128	64	32	16	8	4	2	1
168 > 128, colocar un 1 en la posición 128 128 -128 restar 128	1							
40 < 64, colocar un 0 en la posición 64 no restar	1	0						
40 > 32, colocar un 1 en la posición 32 -32 restar 32	1	0	1					
8 < 16, colocar un 0 en la posición 16 no restar	1	0	1	0				
8 = 8, colocar un 1 en la posición 8 restar 8	1	0	1	0	1			
0 colocar un 0 en todas las posiciones restantes Listo. Resultado	1	0	1	0	1	0	0	0



## Estructura de la dirección IPv4

# Conversión de decimal en binario





## Máscara de subred IPv4

### Porción de red y porción de host de una dirección IPv4

	Porción de red			Porción de host	
Dirección IPv4	192	.	168	.	10
	11000000	10101000	00001010	00001010	
Máscara de subred	255	.	255	.	0
	11111111	11111111	11111111	00000000	

- Para definir las porciones de red y de host de una dirección, los dispositivos utilizan un patrón de 32 bits separado conocido como “máscara de subred” (*netmask*).
- La máscara de subred no contiene realmente las porciones de red y de host de la dirección IPv4, sino que tan solo indica dónde buscar estas porciones en una dirección IPv4 determinada.



## Máscara de subred IPv4

# Porción de red y porción de host de una dirección IPv4

## Máscaras de subred válidas

Valor de subred	Valor de bit							
	128	64	32	16	8	4	2	1
255	1	1	1	1	1	1	1	1
254	1	1	1	1	1	1	1	0
252	1	1	1	1	1	0	0	0
248	1	1	1	1	0	0	0	0
240	1	1	1	0	0	0	0	0
224	1	1	0	0	0	0	0	0
192	1	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0
0								



## Máscara de subred IPv4

# Análisis de la duración de prefijo

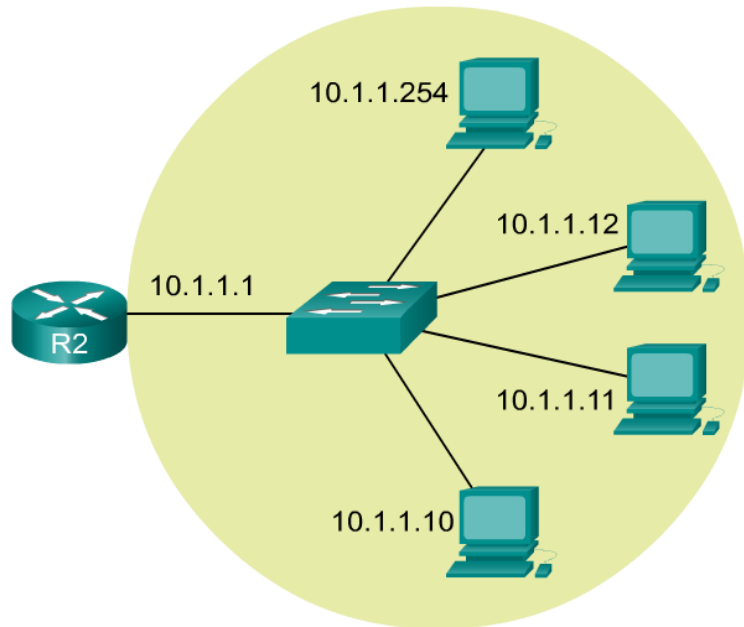
Decimal punteada		Bits importantes mostrados en sistema binario
<b>Dirección de red</b>	<b>10.1.1.0/24</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.254	10.1.1.11111110
Dirección de broadcast	10.1.1.255	10.1.1.11111111
Cantidad de hosts: $2^8 - 2 = 254$ hosts		
<b>Dirección de red</b>	<b>10.1.1.0/25</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.126	10.1.1.01111110
Dirección de broadcast	10.1.1.127	10.1.1.01111111
Cantidad de hosts: $2^7 - 2 = 126$ hosts		
<b>Dirección de red</b>	<b>10.1.1.0/26</b>	<b>10.1.1.00000000</b>
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.62	10.1.1.00111110
Dirección de broadcast	10.1.1.63	10.1.1.00111111
Cantidad de hosts: $2^6 - 2 = 62$ hosts		



## Máscara de subred IPv4

# Direcciones IPv4 de red, de host y de broadcast

Red 10.1.1.0/24



Porción de red

Porción de host

10	1	1	0
00001010	00000001	00000001	00000000

10	1	1	10
00001010	00000001	00000001	00001010

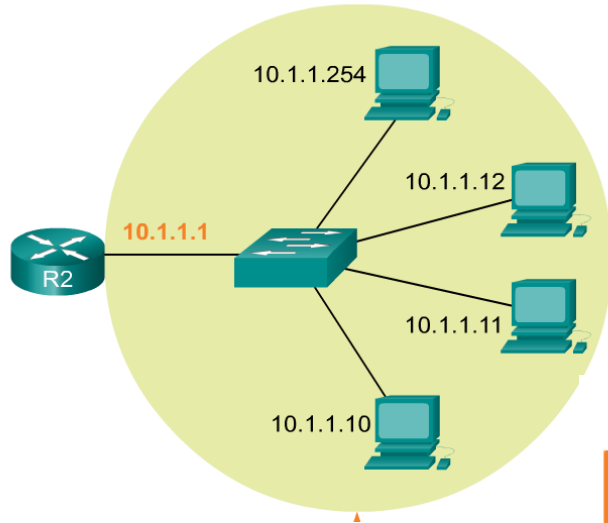
10	1	1	255
00001010	00000001	00000001	11111111



## Máscara de subred IPv4

# Primera y última dirección de host

Primera dirección de host



Porción de red

Porción de host

10	1	1	1
00001010	00000001	00000001	00000001

10	1	1	254
00001010	00000001	00000001	11111110



## Máscara de subred IPv4

# Operación AND bit a bit

Dirección IPv4

1 1 0 0 0 0 0 0    1 0 1 0 1 0 0 0    0 0 0 0 1 0 1 0

0 0 0 0 1 0 1 0

Máscara de subred

1 1 1 1 1 1 1 1    1 1 1 1 1 1 1 1    1 1 1 1 1 1 1 1

0 0 0 0 0 0 0 0

Dirección de red

1 1 0 0 0 0 0 0    1 0 1 0 1 0 0 0    0 0 0 0 1 0 1 0

0 0 0 0 0 0 0 0

1 AND 1 = 1    1 AND 0 = 0    0 AND 1 = 0    0 AND 0 = 0

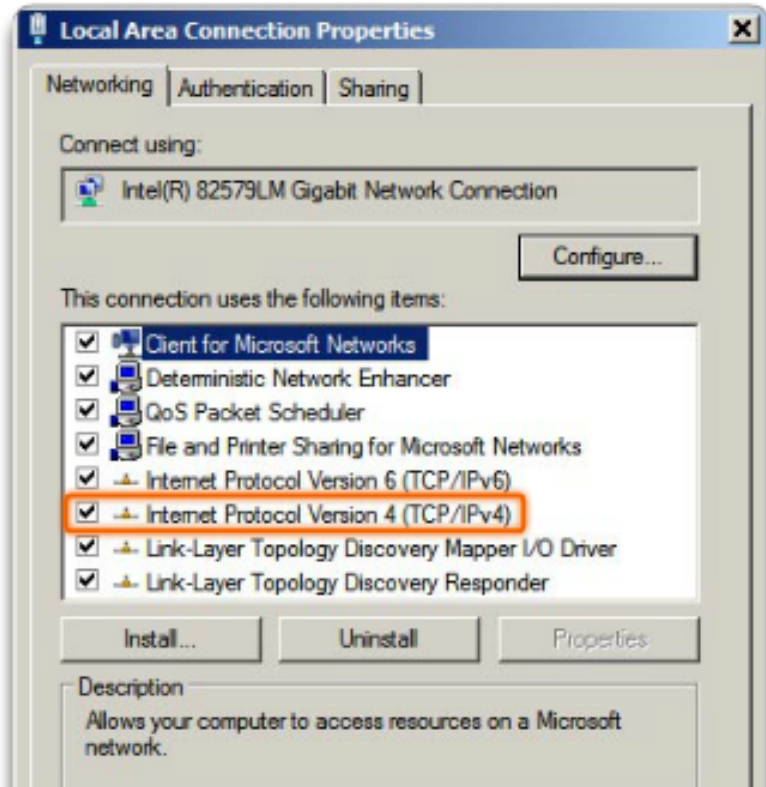




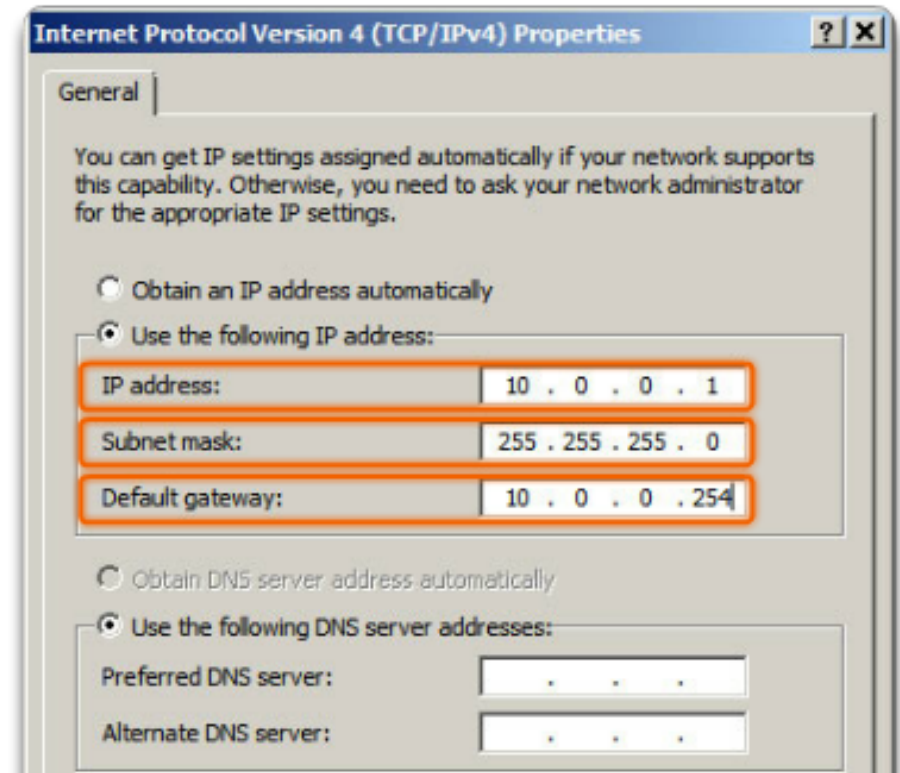
Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

# Asignación de una dirección IPv4 estática a un host

## Propiedades de la interfaz LAN



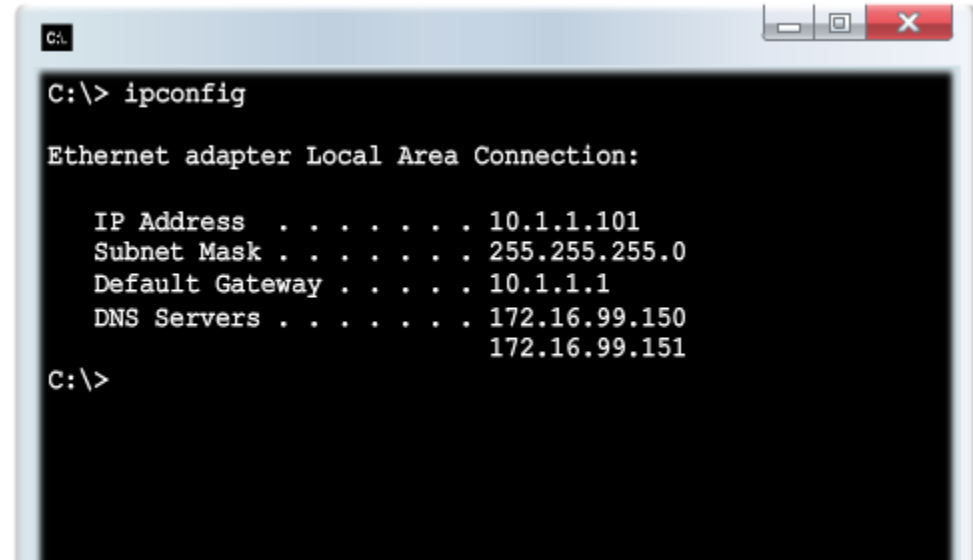
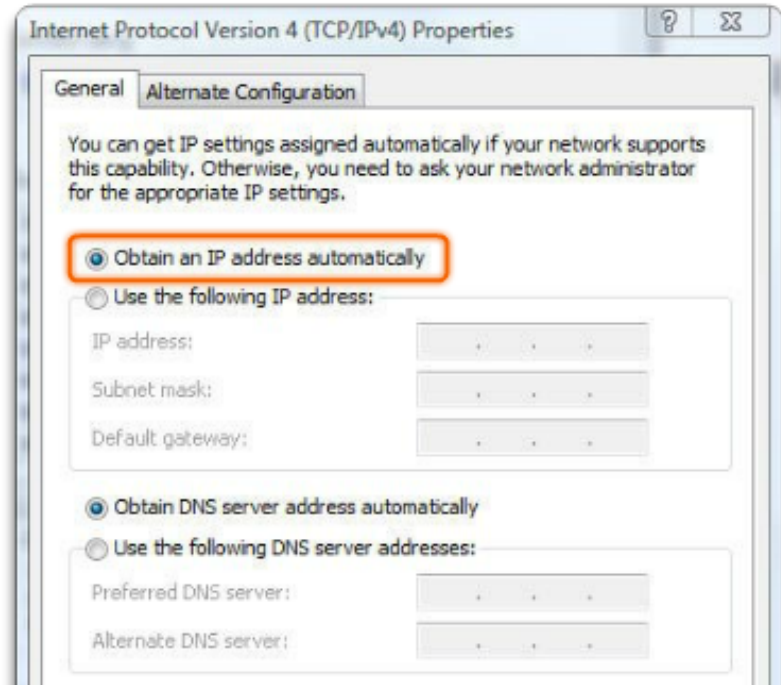
## Configuración de una dirección IPv4 estática





## Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

# Asignación de una dirección IPv4 dinámica a un host



## Verificación

DHCP, el método preferido de “concesión” de direcciones IPv4 a hosts en redes grandes, reduce la carga sobre el personal de soporte de red y prácticamente elimina los errores de entrada.

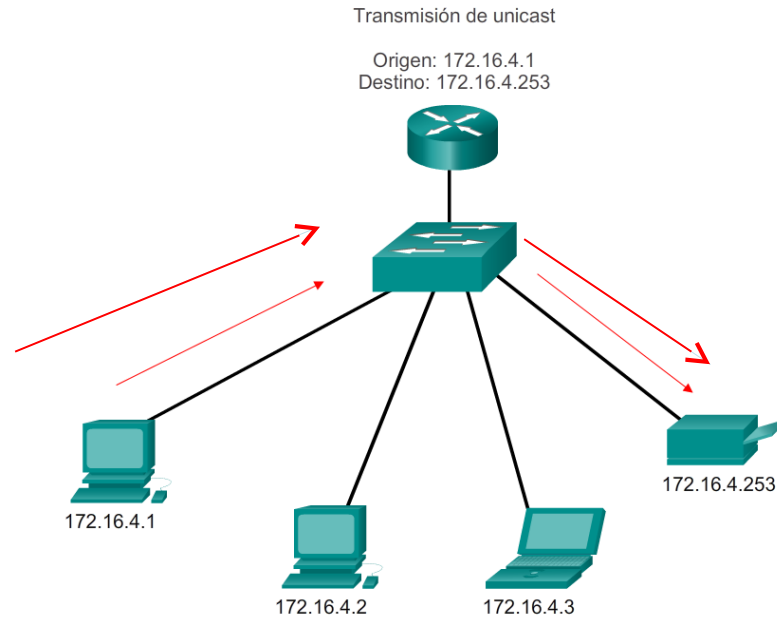


# Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

## Transmisión de unicast

En una red IPv4, los hosts pueden comunicarse de tres maneras diferentes:

1. **Unicast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a un host individual.



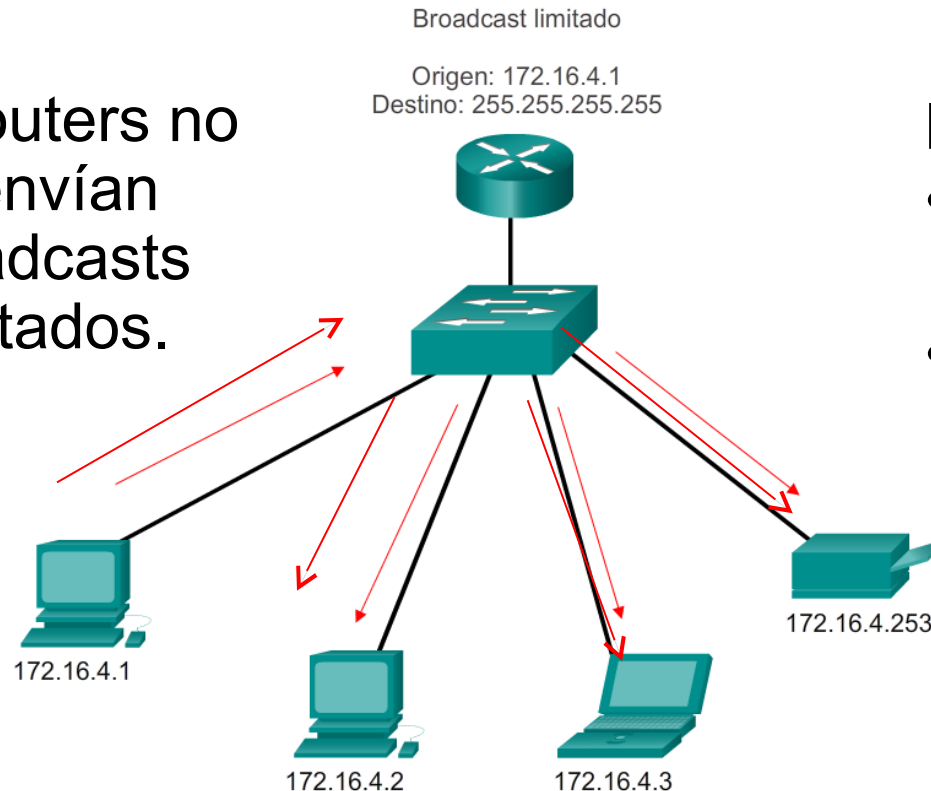


## Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

# Transmisión de broadcast

- Broadcast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a todos los hosts en la red.

Los routers no reenvían broadcasts limitados.



Broadcast dirigido

- Destino  
172.16.4.255
- Hosts dentro de la red 172.16.4.0/24



# Transmisión de multicast

- **3- Multicast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a un grupo seleccionado de hosts, posiblemente en redes distintas.
- Reduce el tráfico.
- Se reserva para direccionamiento de grupos multicast: 224.0.0.0 a 239.255.255.255.
- Link-local: 224.0.0.0 a 224.0.0.255 (ejemplo: información de enrutamiento que se intercambia mediante protocolos de enrutamiento).
- Direcciones agrupadas globalmente: 224.0.1.0 a 238.255.255.255 (ejemplo: la dirección 224.0.1.1 se reservó para el protocolo de hora de red).



## Tipos de direcciones IPv4

# Direcciones IPv4 públicas y privadas

## Los bloques de direcciones privadas son los siguientes:

- Los hosts que no requieren acceso a Internet pueden utilizar direcciones privadas.
- 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)
- 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)
- 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)

## Direcciones de espacio de direcciones compartido

- No son completamente enrutables.
- Previstas solamente para su uso en redes de proveedores de servicios.
- El bloque de direcciones es 100.64.0.0/10.



## Tipos de direcciones IPv4

# Uso especial de direcciones IPv4

- **Direcciones de red y de broadcast:** no es posible asignar a hosts la primera ni la última dirección de cada red.
- **Dirección de loopback:** 127.0.0.1 es una dirección especial que los hosts utilizan para dirigir tráfico a sí mismos (las direcciones de 127.0.0.0 a 127.255.255.255 están reservadas).
- **Dirección link-local:** las direcciones de 169.254.0.0 a 169.254.255.255 (169.254.0.0/16) se puede asignar automáticamente al host local.
- **Direcciones TEST-NET:** las direcciones de 192.0.2.0 a 192.0.2.255 (192.0.2.0/24) se reservan para fines de enseñanza y aprendizaje, y se utilizan en ejemplos de documentos y de redes.
- **Direcciones experimentales:** las direcciones de 240.0.0.0 a 255.255.255.254 se indican como reservadas.





## Tipos de dirección IPv4

# Direccionamiento con clase antigua

### Clases de direcciones IP

Clase de dirección	Rango del 1er octeto (decimal)	Bits del primer octeto (los bits verdes no cambian)	Red (N) y Host (H) partes de la dirección	Máscara de subred predeterminada (decimal y binaria)	Cantidad de redes y hosts posibles por red
A	1-127**	0000000001111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 redes ( $2^7$ ) 16777214 hosts por red ( $2^{24}-2$ )
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16384 redes ( $2^{14}$ ) 65534 hosts por red ( $2^{16}-2$ )
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2097150 redes ( $2^{21}$ ) 254 hosts por red ( $2^8-2$ )
D	224-239	11100000-11101111	No disponible (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	No disponible (experimental)		

**Nota:** una combinación de todos ceros (0) o de todos unos (1) constituye direcciones de host no válidas.





## Tipos de dirección IPv4

# Direccionamiento con clase antigua

## Direccionamiento sin clase

- El nombre formal es “enrutamiento entre dominios sin clase” (CIDR, pronunciado “cider”).
- Creó un nuevo conjunto de estándares que permitía que los proveedores de servicios asignaran direcciones IPv4 en cualquier límite de bits de dirección (duración de prefijo) en lugar de solo con una dirección de clase A, B o C.

## Tipos de dirección IPv4

# Asignación de direcciones IP

Registros regionales de Internet (RIR)

Los principales registros son:

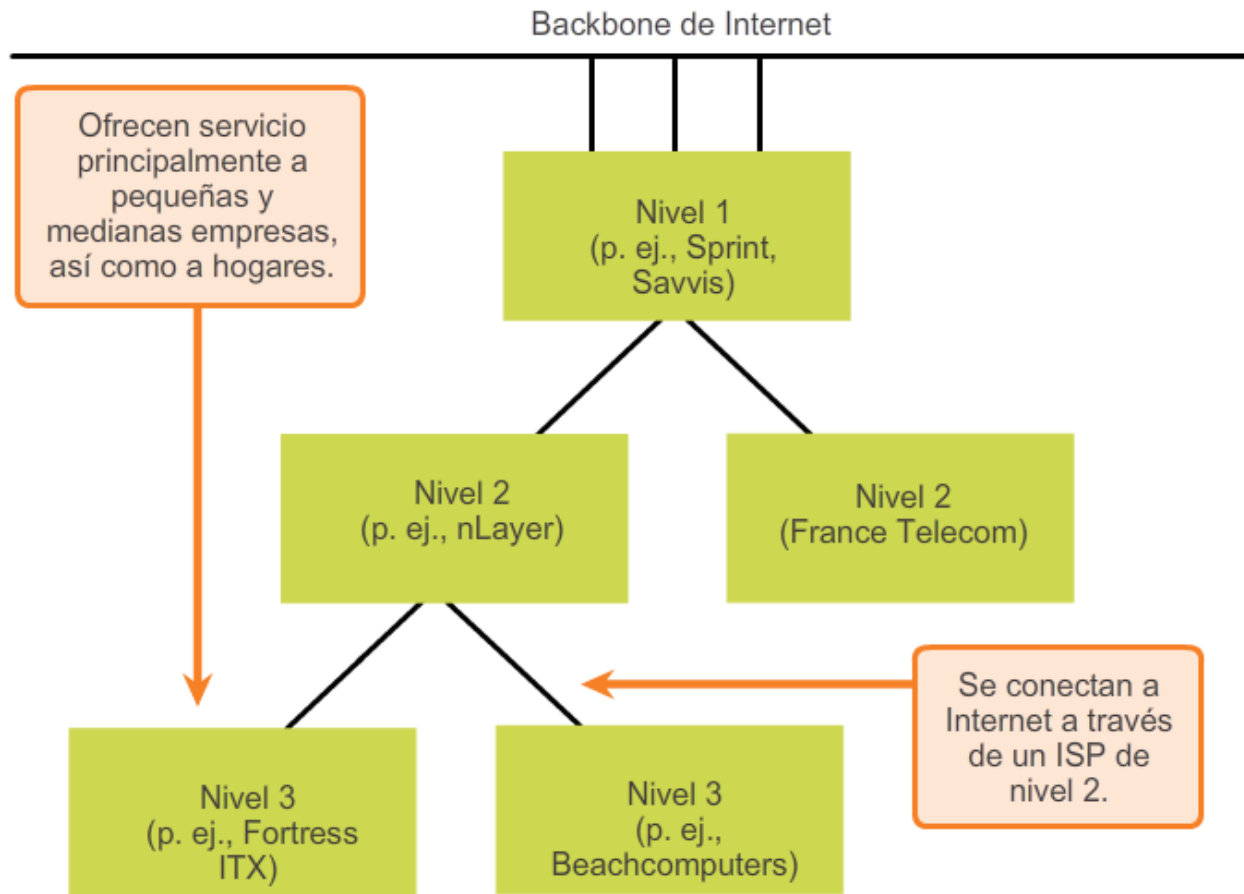




## Tipos de dirección IPv4

# Asignación de direcciones IP

### Los tres niveles de ISP: nivel 3





## 8.2

# Direcciones de red IPv6



## Problemas de IPv4

# La necesidad de IPv6

- IPv6 está diseñado para ser el sucesor de IPv4.
- El agotamiento del espacio de direcciones IPv4 fue el factor que motivó la migración a IPv6.
- Las proyecciones indican que se acabarán las direcciones IPv4 de los cinco RIR entre 2015 y 2020.
- Con una creciente población de Internet, un espacio limitado de direcciones IPv4, problemas con la NAT y con Internet de las cosas, llegó el momento de iniciar la transición a IPv6.



## Problemas de IPv4

# La necesidad de IPv6

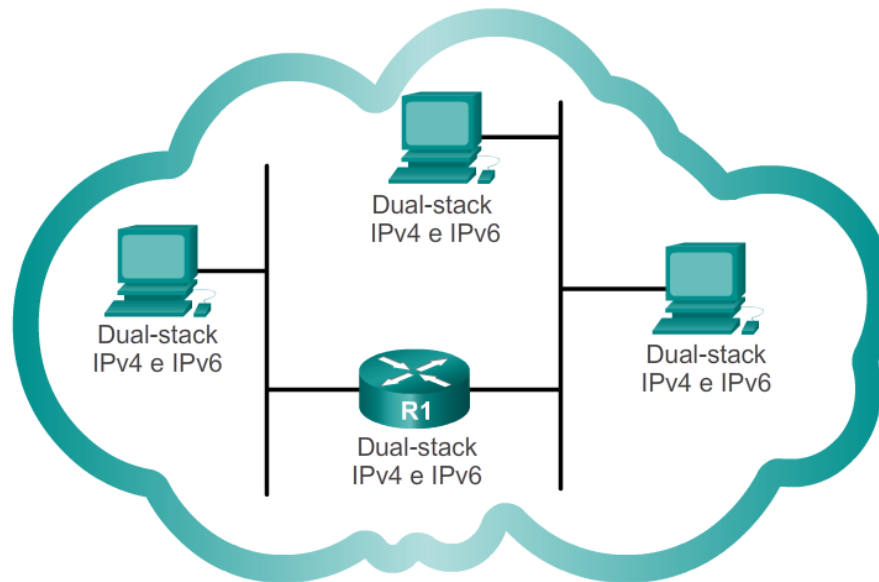
- IPv4 tiene un máximo teórico de 4300 millones de direcciones, más las direcciones privadas en combinación con NAT.
- IPv6 tiene un mayor espacio de direcciones de 128 bits, que proporciona 340 sextillones de direcciones.
- IPv6 resuelve las limitaciones de IPv4 e incluye mejoras adicionales, como ICMPv6.

## Problemas de IPv4

# Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración pueden dividirse en tres categorías:

N.º 1

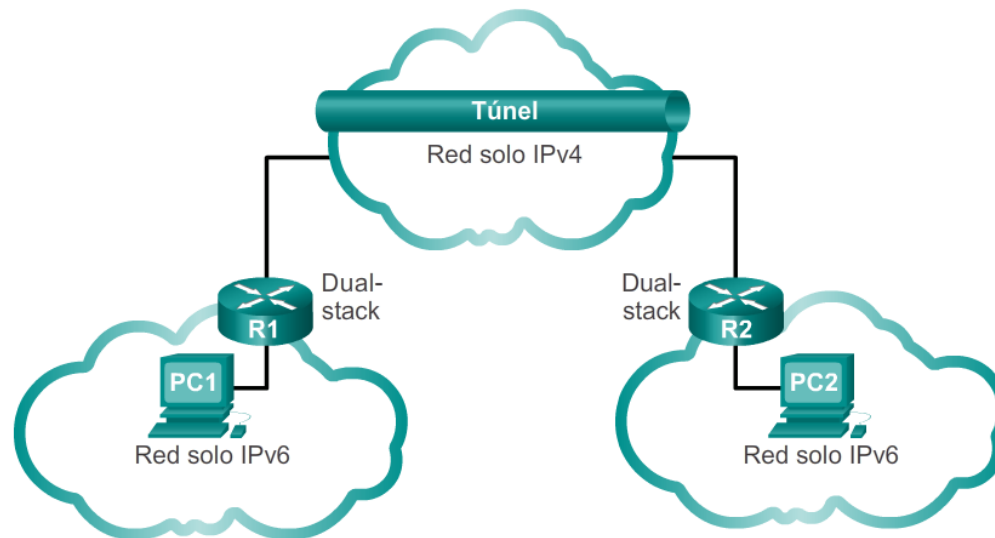


**Dual-stack:** permite que IPv4 e IPv6 coexistan en la misma red. Los dispositivos ejecutan stacks de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea.

# 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.



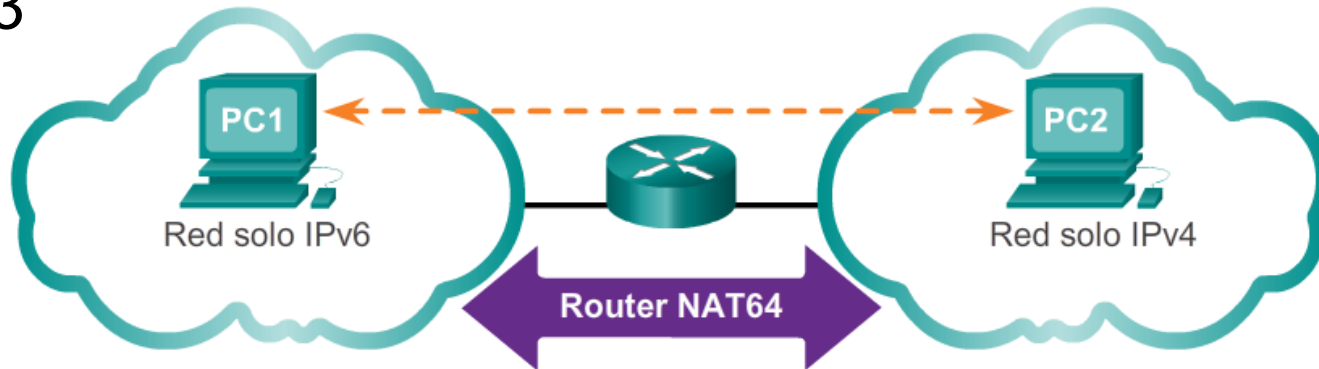


## Problemas de IPv4

# 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.



# 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

- Observe los patrones de bits binarios que coinciden con los valores decimales y hexadecimales.

Conversión de octetos binarios a valores hexadecimales		
Hexadecimal	Decimal	Binario
00	0	00000000
01	1	00000001
02	2	0000 0010
03	3	0000 0011
04	4	0000 0100
05	5	0000 0101
06	6	0000 0110
07	7	0000 0111
08	8	0000 1000
0A	10	00001010
0F	15	0000 1111
10	16	0001 0000
20	32	0010 0000
40	64	0100 0000
80	128	10000000
C0	192	11000000
EC	202	1100 1010
F0	240	11110000
FF	255	11111111



# Representación de direcciones IPv6

- Tienen una longitud de 128 bits y se escriben como una cadena de valores hexadecimales.
- En IPv6, 4 bits representan un único dígito hexadecimal. Una dirección IPv6 consta de 32 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.
- 01AB puede representarse como 1AB.
- 09F0 puede representarse como 9F0.
- 0A00 puede representarse como A00.
- 00AB puede representarse como AB.

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



# 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 sería ambigua.
- Esto se suele conocer como *formato comprimido*.
- Dirección incorrecta: 2001:0DB8::ABCD::1234.



## 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.

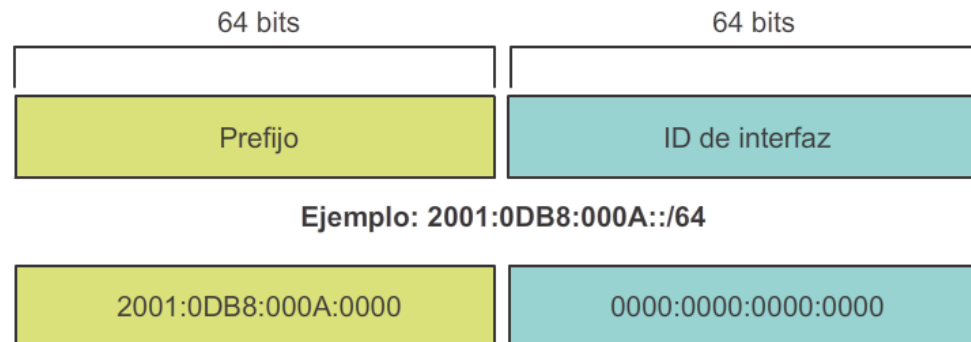




## Tipos de direcciones IPv6

# 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.



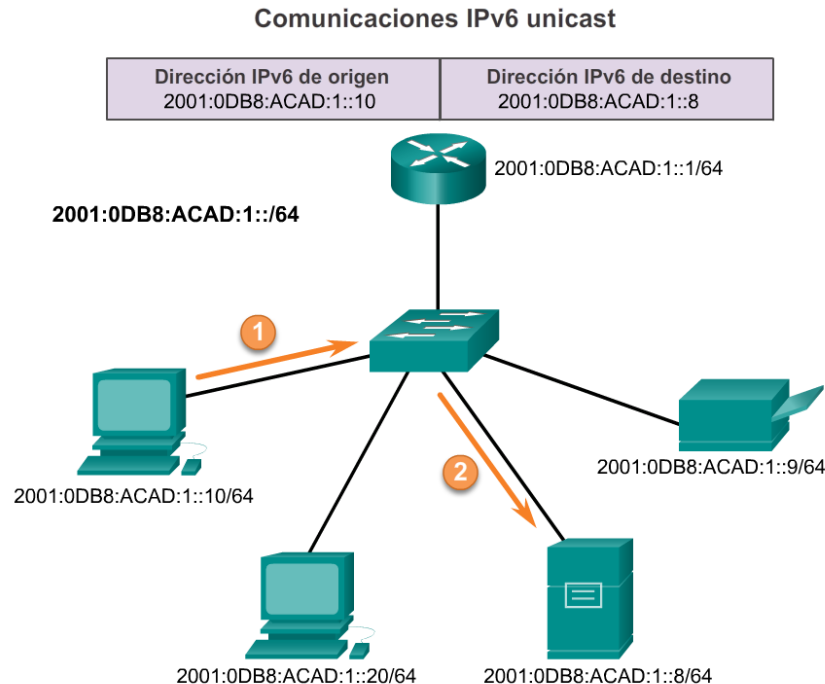


## Direccionamiento IPv6

# Direcciones IPv6 unicast

### ■ Unicast

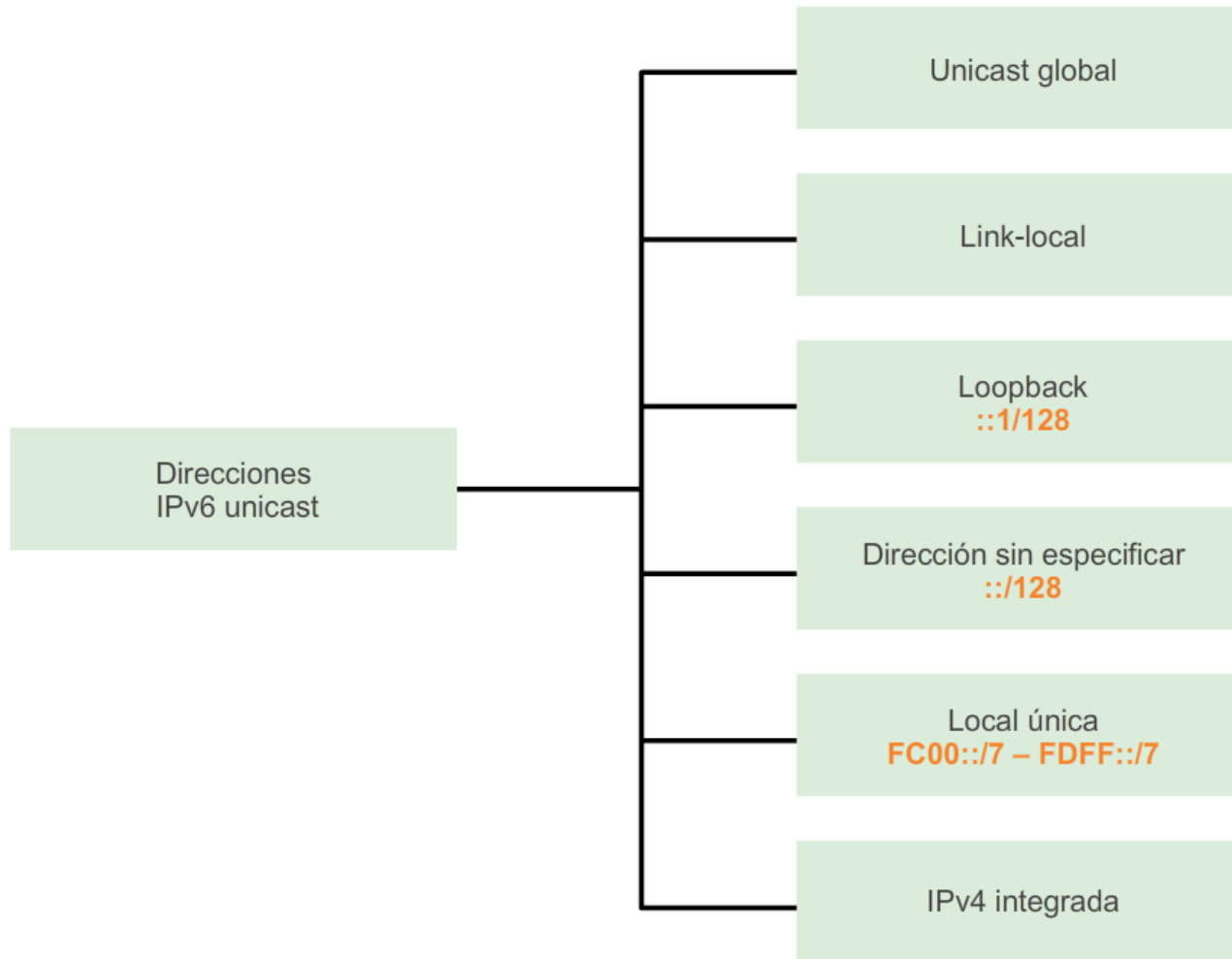
- Identifican de forma exclusiva una interfaz en un dispositivo con IPv6 habilitado.
- Un paquete que se envía a una dirección unicast es recibido por la interfaz que tiene asignada esa dirección.





## 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.



## Direccionamiento IPv6

# Direcciones IPv6 unicast

### ■ Loopback

- Utilizada por los host para enviarse paquetes a sí mismos; no se puede asignar a una interfaz física.
- Hacer ping a la dirección de loopback IPv6 permite probar la configuración de TCP/IP en el host local.
- Formada por todos ceros, excepto el último bit, representado como `::1/128` o, simplemente, `::1`.

### ■ Dirección sin especificar

- La dirección formada por todos ceros se representa como `::/128` o simplemente `::`
- No puede asignarse a una interfaz y solo se utiliza como dirección de origen.
- Las direcciones sin especificar se utilizan como direcciones de origen cuando el dispositivo aún no tiene una dirección IPv6 permanente o cuando el origen del paquete es irrelevante para el destino.



## Direccionamiento IPv6

# Direcciones IPv6 unicast

### ■ Local única

- Similares a las direcciones privadas para IPv4.
- Se utilizan para el direccionamiento local dentro de un sitio o entre una cantidad limitada de sitios.
- Están en el rango de FC00::/7 a FDFF::/7

### ■ IPv4 integrada (no se incluye en este curso)

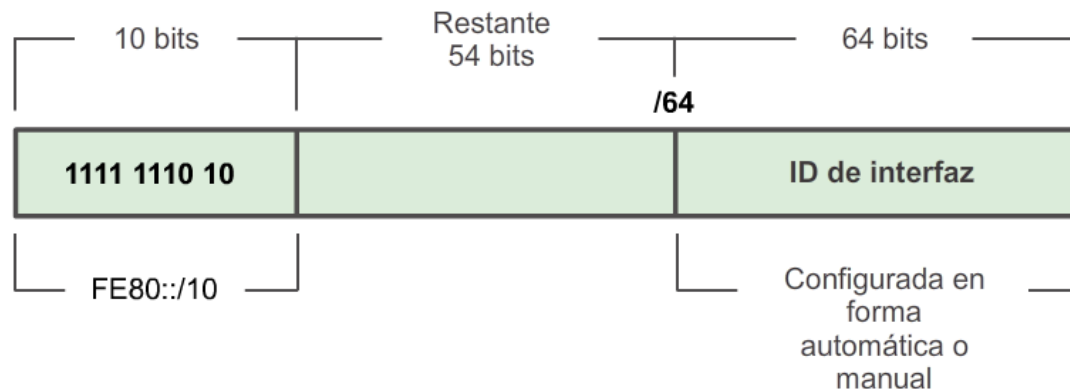
- Se utiliza para facilitar la transición de IPv4 a IPv6.



## Tipos de direcciones IPv6

# Direcciones IPv6 unicast link-local

- Toda interfaz de red con IPv6 habilitado DEBE tener una dirección link-local.
- Permiten que un dispositivo se comuniquen con otros dispositivos con IPv6 habilitado en el mismo enlace y solo en ese enlace (subred).
- Están en el rango de FE80::/10. Los primeros 10 bits son 1111 1110 10xx xxxx.
- 1111 1110 10**00 0000** (FE80) - 1111 1110 10**11 1111** (FEBF)



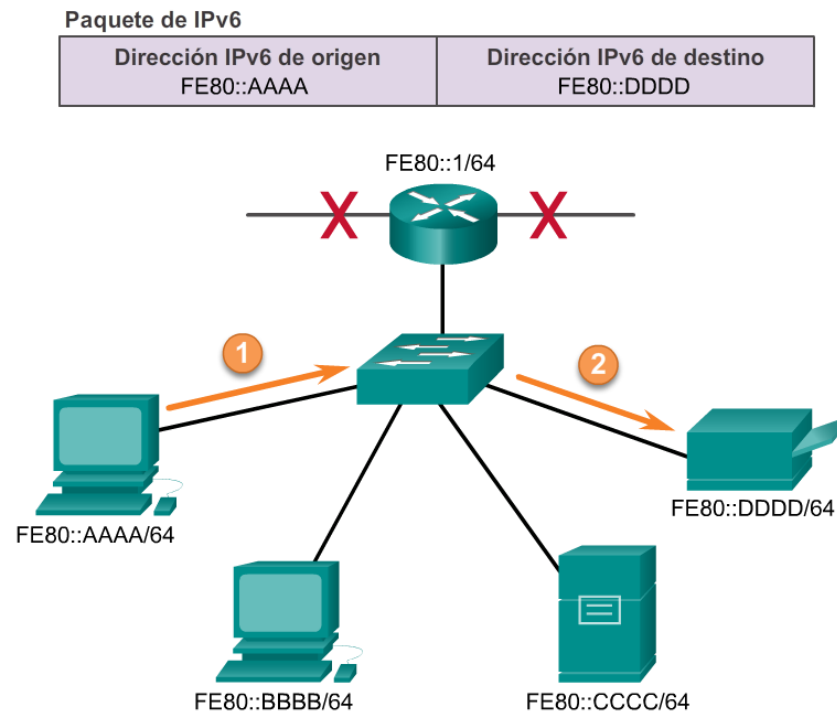


## Tipos de direcciones IPv6

# Direcciones IPv6 unicast link-local

- Los paquetes con una dirección link-local de origen o de destino no se pueden enrutar más allá del enlace en el cual se originó el paquete.

Comunicaciones de enlace local de IPv6







## Direcciones IPv6 unicast

# Estructura de una dirección IPv6 unicast global

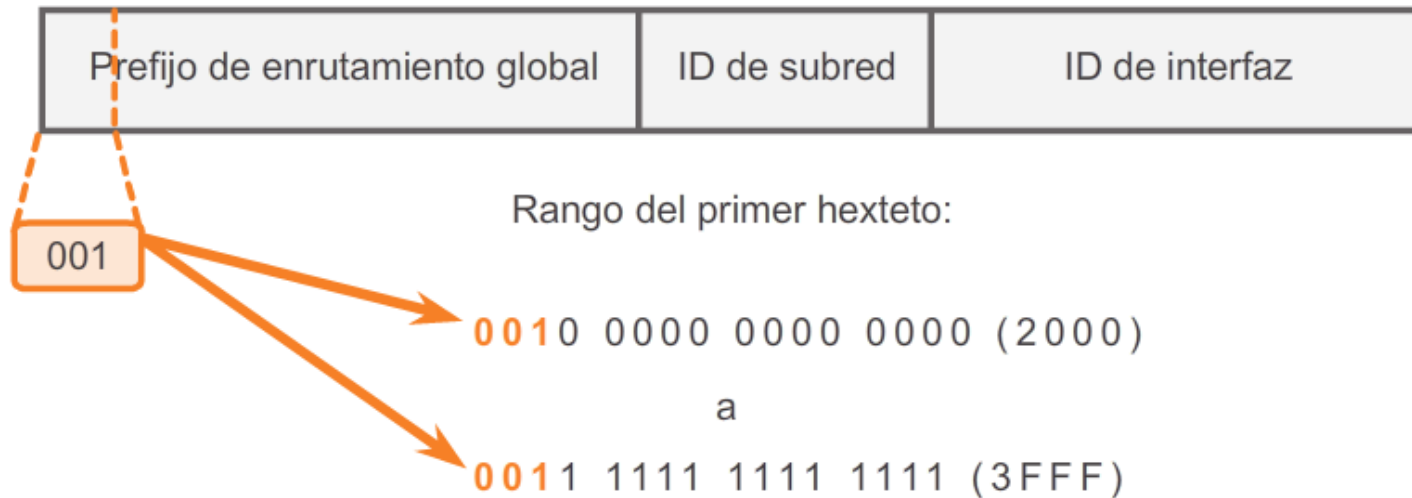
- Las direcciones IPv6 unicast globales son globalmente únicas y enrutables en Internet IPv6.
- Equivalen a las direcciones IPv4 públicas.
- La ICANN asigna bloques de direcciones IPv6 a los cinco RIR.
- Actualmente, solo se asignan direcciones unicast globales con los tres primeros bits de 001 o 2000::/3.



## Direcciones IPv6 unicast

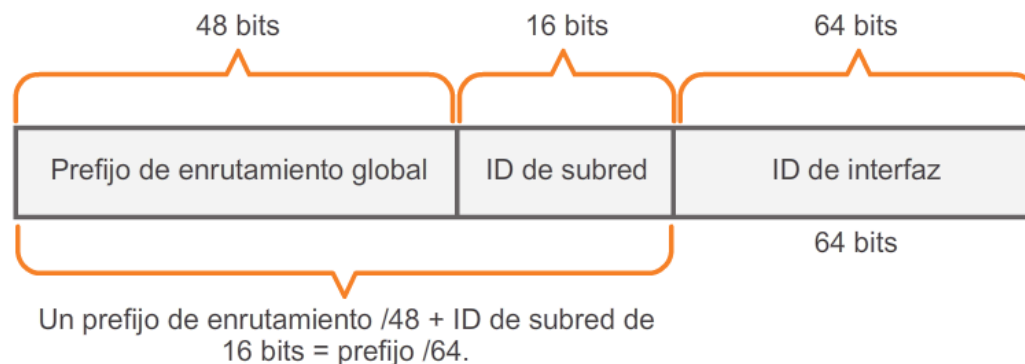
# Estructura de una dirección IPv6 unicast global

- Actualmente, solo se asignan direcciones unicast globales con los tres primeros bits de 001 o 2000::/3.



# Estructura de una dirección IPv6 unicast global

- Una dirección unicast global consta de tres partes:



- Prefijo de enrutamiento global:** porción de prefijo, o de red, de la dirección que asigna el proveedor (por ejemplo, un ISP) a un cliente o a un sitio. En la actualidad, los RIR asignan a los clientes el prefijo de enrutamiento global /48.
- 2001:0DB8:ACAD::/48 tiene un prefijo que indica que los primeros 48 bits (2001:0DB8:ACAD) son la porción de prefijo o de red.

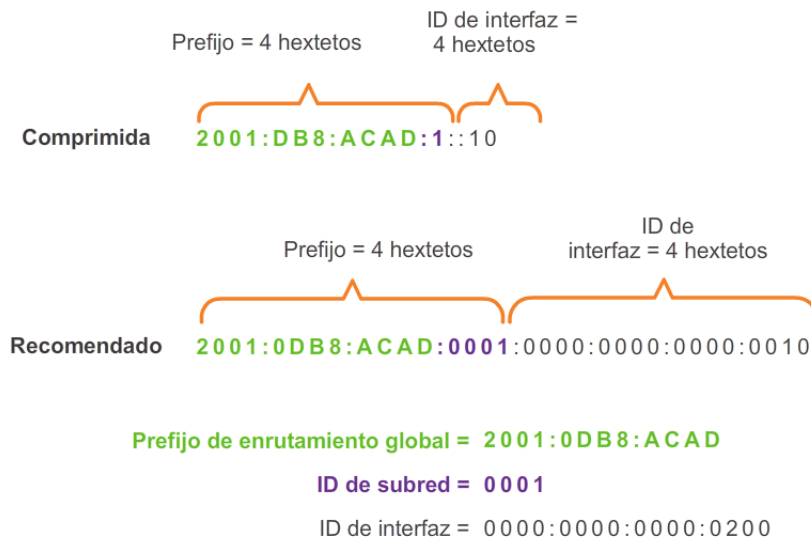
# Estructura de una dirección IPv6 unicast global

## ■ ID de subred

- Utilizada por organizaciones para identificar subredes dentro de su ubicación.

## ■ ID de interfaz

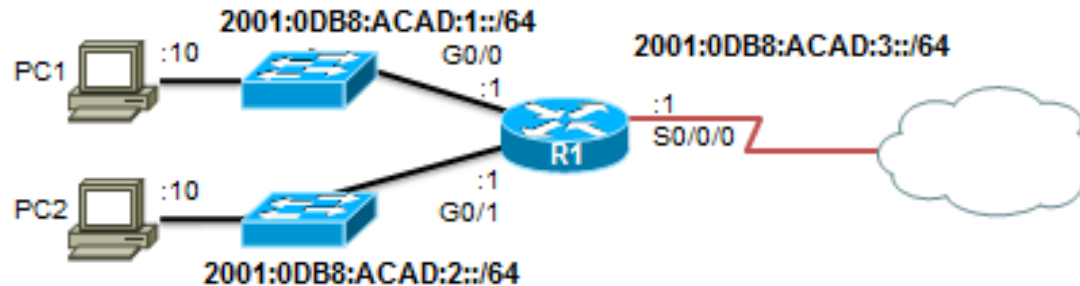
- Equivale a la porción de host de una dirección IPv4.
- Se utiliza debido a que un único host puede tener varias interfaces, y cada una de estas puede tener una o más direcciones IPv6.





## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración estática de una dirección unicast global



```
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
R1(config-if)#clock rate 56000
R1(config-if)#no shutdown
```



## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración estática de una dirección IPv6 unicast global

**Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6) Properties** [?] [X]

**General**

You can get IPv6 settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IPv6 settings.

☐ Obtain an IPv6 address automatically  
☒ Use the following IPv6 address:

IPv6 address:   
 Subnet prefix length:   
 Default gateway:

☐ Obtain DNS server address automatically  
☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server:   
 Alternate DNS server:

☐ Validate settings upon exit

Advanced...

OK Cancel



## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración dinámica de una dirección unicast global mediante SLAAC

## Configuración automática de dirección sin estado (SLAAC)

- Es un método que permite que un dispositivo obtenga su prefijo, duración de prefijo y gateway predeterminado de un router IPv6.
- No se necesita un servidor de DHCPv6.
- Depende de los mensajes de anuncio de router (RA) de ICMPv6.

## Router IPv6

- Reenvía paquetes IPv6 entre redes.
- Puede configurarse con rutas estáticas o con un protocolo de enrutamiento dinámico IPv6.
- Envía mensajes RA ICMPv6.



## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración dinámica de una dirección unicast global mediante SLAAC

El comando **IPv6 unicast routing** habilita el enrutamiento IPv6.

El mensaje de RA puede contener una de las siguientes tres opciones:

- SLAAC solamente: utiliza la información incluida en el mensaje de RA.
- SLAAC y DHCPv6: utiliza la información contenida en el mensaje de RA y obtiene otra información del servidor de DHCPv6, DHCPv6 sin estado (por ejemplo, DNS).
- DHCPv6 solamente: el dispositivo no debe utilizar la información en el RA, DHCPv6 con estado.

Los routers envían mensajes de RA de ICMPv6 utilizando la dirección link-local como dirección IPv6 de origen.

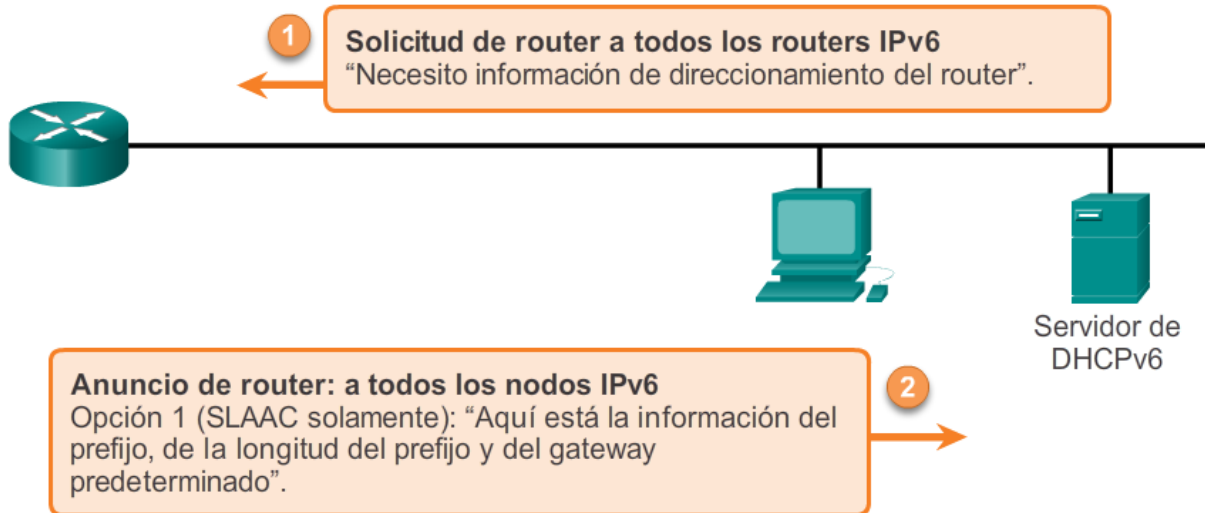




# Direcciones IPv6 unicast

## Configuración dinámica de una dirección unicast global mediante SLAAC

### Mensajes de solicitud y de anuncio de router



### Opciones de anuncio de router

**Opción 1 (SLAAC solamente):** "Soy todo lo que necesita (prefijo, longitud de prefijo, gateway predeterminado)".

**Opción 2 (SLAAC y DHCPv6):** "Aquí está mi información, pero necesita más datos, como las direcciones DNS de un servidor de DHCPv6".

**Opción 3 (DHCPv6 solamente):** "No puedo ayudarlo. Solicite toda la información a un servidor de DHCPv6".



## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración dinámica de una dirección unicast global mediante DHCPv6

Protocolo de configuración dinámica de host para IPv6 (DHCPv6)

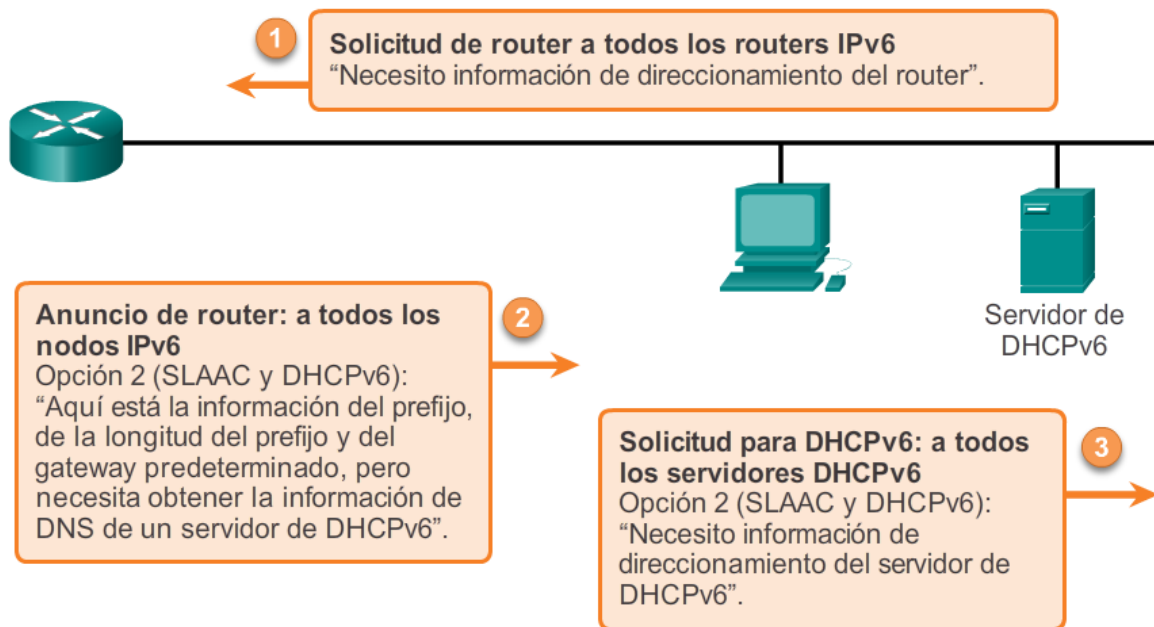
- Similar a IPv4.
- Recibir de manera automática la información de direccionamiento, incluidas una dirección unicast global, la duración de prefijo, la dirección de gateway predeterminado y las direcciones de servidores DNS, mediante los servicios de un servidor de DHCPv6.
- Los dispositivos pueden recibir la información de direccionamiento IPv6 en forma total o parcial de un servidor de DHCPv6 en función de si en el mensaje de RA de ICMPv6 se especificó la opción 2 (SLAAC y DHCPv6) o la opción 3 (DHCPv6 solamente).
- El host puede optar por omitir el contenido del mensaje de RA del router y obtener su dirección IPv6 y otra información directamente de un servidor de DHCPv6.



## Direcciones IPv6 unicast

# Configuración dinámica de una dirección unicast global mediante DHCPv6

### Mensajes de solicitud y de anuncio de router



**Nota:** un RA con la opción 3 (DHCPv6 solamente) habilitada requerirá que el cliente obtenga toda la información del servidor de DHCPv6.



## Direcciones IPv6 unicast

# Proceso EUI-64 o generadas aleatoriamente

## Proceso EUI-64

- Este proceso utiliza la dirección MAC de Ethernet de 48 bits de un cliente e introduce otros 16 bits en medio de la dirección MAC de 48 bits para crear una ID de interfaz de 64 bits.
- La ventaja es que se puede utilizar la dirección MAC de Ethernet para determinar la ID de interfaz; fácil seguimiento.

Las ID de interfaz EUI-64 se representan en sistema binario y constan de tres partes:

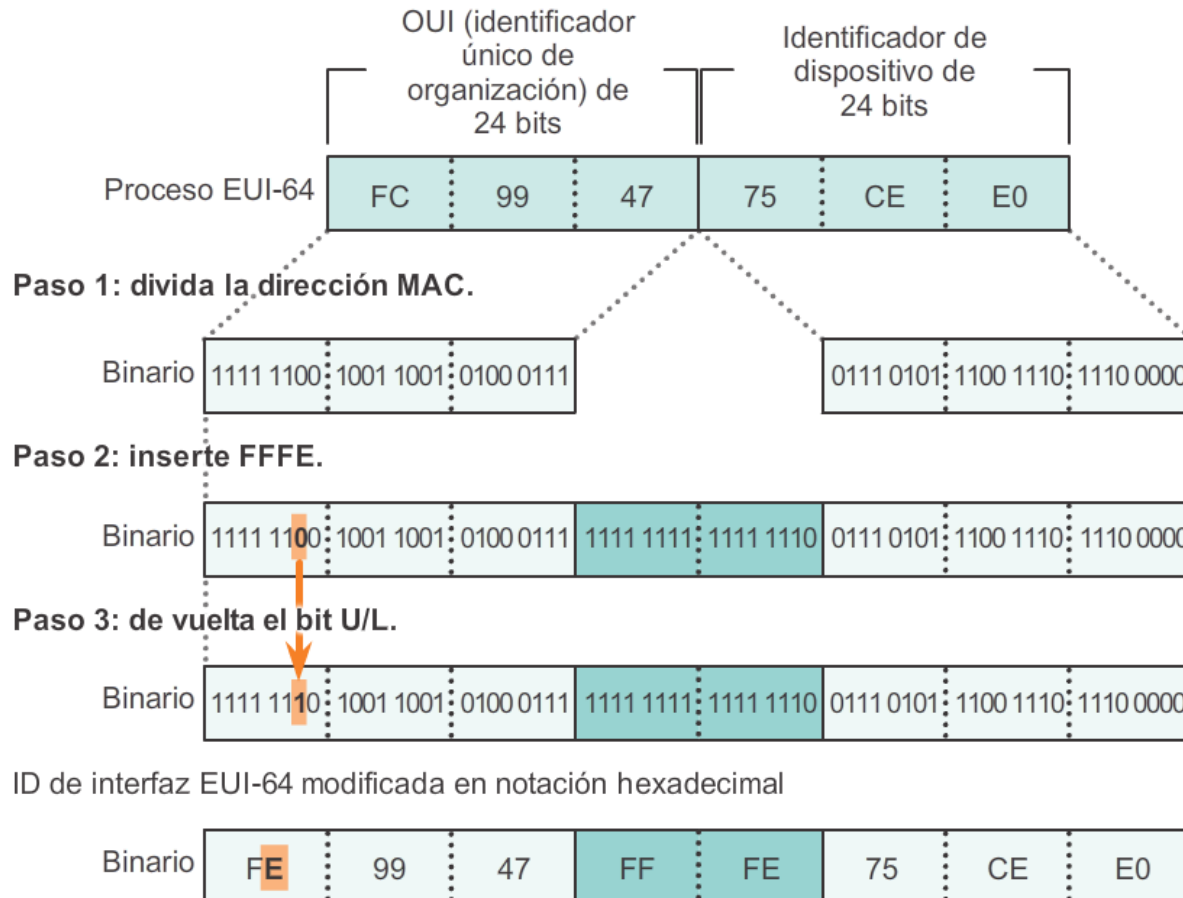
- OUI de 24 bits de la dirección MAC del cliente, pero el séptimo bit (el bit universal/local) se invierte (el 0 se convierte en 1)
- Valor de 16 bits FFFE introducido
- Identificador de dispositivo de 24 bits de la dirección MAC del cliente



## Direcciones IPv6 unicast

# Proceso EUI-64 o generadas aleatoriamente

### Proceso EUI-64





## Direcciones IPv6 unicast

# Proceso EUI-64 o generadas aleatoriamente

```

R1#show interface gigabitethernet 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4775.c3e0
(bia fc99.4775.c3e0)
<Output Omitted>

R1#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0 [up/up]
  FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
  2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/1 [up/up]
  FE80::FE99:47FF:FE75:C3E1
  2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/0/0 [up/up]
  FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
  2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/0/1 [administratively down/down]
  unassigned
R1#
  
```

Direcciones link-local que utilizan EUI-64



Direcciones IPv6 unicast

## Proceso EUI-64 o generadas aleatoriamente

### ID de interfaz generadas aleatoriamente

- Según el sistema operativo, un dispositivo puede utilizar una ID de interfaz generada aleatoriamente en lugar de utilizar la dirección MAC y el proceso EUI-64.
- A partir de Windows Vista, Windows utiliza una ID de interfaz generada aleatoriamente en lugar de una creada con EUI-64.
- Windows XP y los sistemas operativos Windows anteriores utilizaban EUI-64.



## Direcciones IPv6 unicast

# Direcciones dinámicas link-local

## Dirección link-local

- Después de que se asigna una dirección unicast global a una interfaz, el dispositivo con IPv6 habilitado genera la dirección link-local automáticamente.
- Debe haber una dirección link-local que permita que un dispositivo se comuniquen con otros dispositivos con IPv6 habilitado en la misma subred.
- Utiliza la dirección link-local del router local como su dirección IPv6 de *gateway* predeterminado.
- Los routers intercambian mensajes de protocolo de enrutamiento dinámico mediante direcciones link-local.
- Las tablas de enrutamiento de los routers utilizan la dirección link-local para identificar el router de siguiente salto al reenviar paquetes IPv6.

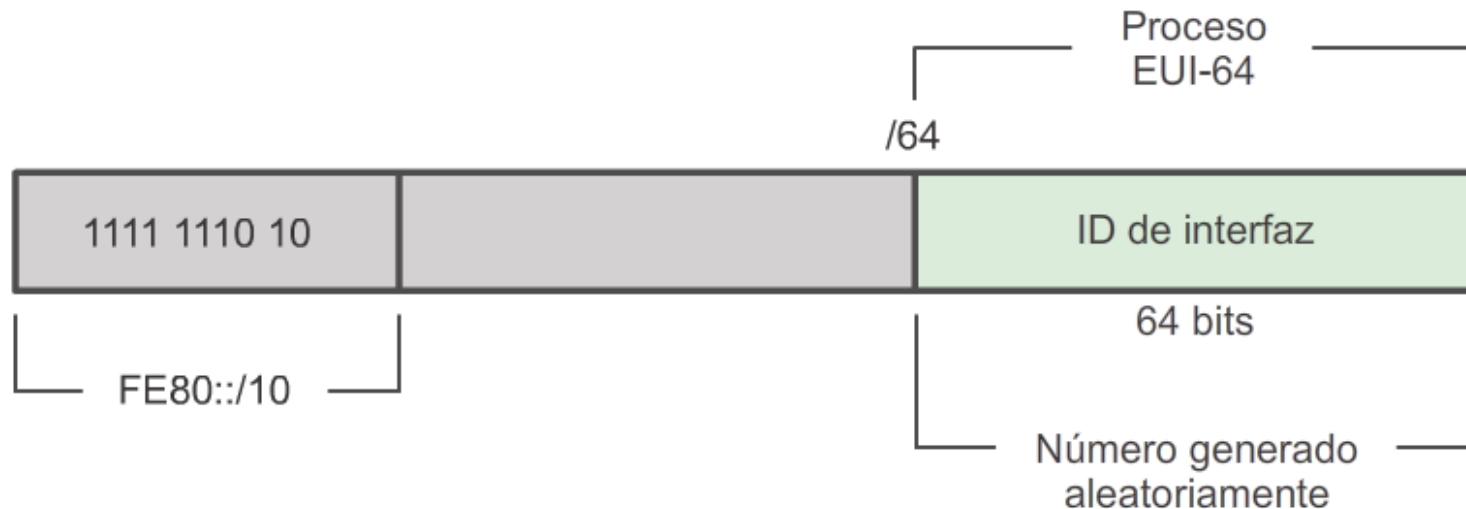




# Direcciones dinámicas link-local

## Se asigna en forma dinámica

- La dirección link-local se crea de forma dinámica mediante el prefijo FE80::/10 y la ID de interfaz.





# Direcciones estáticas link-local

## Configuración de link-local

```
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 ?
    link-local    Use link-local address

R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#
```



## Direcciones IPv6 unicast

# Direcciones estáticas link-local

## Configuración de link-local

```

R1#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0      [up/up]
    FE80::1
    2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/1      [up/up]
    FE80::1
    2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/0/0             [up/up]
    FE80::1
    2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/0/1             [administratively down/down]
    unassigned
R1#
  
```

Direcciones link-local  
configuradas estáticamente

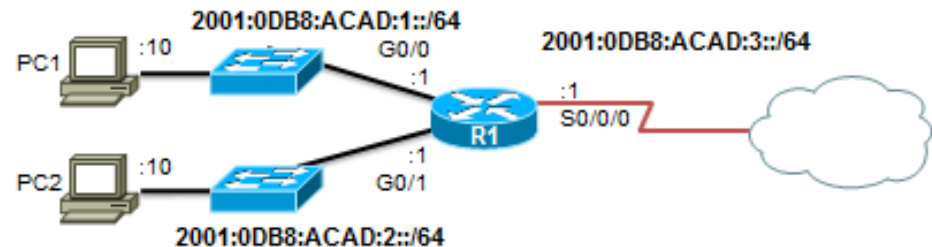


## Direcciones IPv6 unicast globales

# Verificación de la configuración de la dirección IPv6

Cada interfaz tiene dos direcciones IPv6:

1. La dirección unicast global que se configuró.
2. Una que comienza con FE80 se agrega automáticamente; dirección unicast link-local.



```

R1#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0    [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/1    [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E1
2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/0/0           [up/up]
FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/0/1           [administratively down/down]
unassigned
R1#
    
```



## Direcciones IPv6 unicast globales

# Verificación de la configuración de la dirección IPv6

```
R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static

<output omitted>

C   2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, directly connected
L   2001:DB8:ACAD:1::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, receive
C   2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, directly connected
L   2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, receive
C   2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]
    via Serial0/0/0, directly connected
L   2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
    via Serial0/0/0, receive
L   FF00::/8 [0/0]
    via Null0, receive
R1#
```



## Direcciones IPv6 multicast

# Direcciones IPv6 multicast asignadas

- Las direcciones IPv6 multicast tienen el prefijo FFxx::/8.
- Existen dos tipos de direcciones IPv6 multicast:
  - Dirección multicast asignada
  - Dirección multicast de nodo solicitado



## Direcciones IPv6 multicast

# Direcciones IPv6 multicast asignadas

Dos grupos comunes de direcciones multicast IPv6 asignadas incluyen los siguientes:

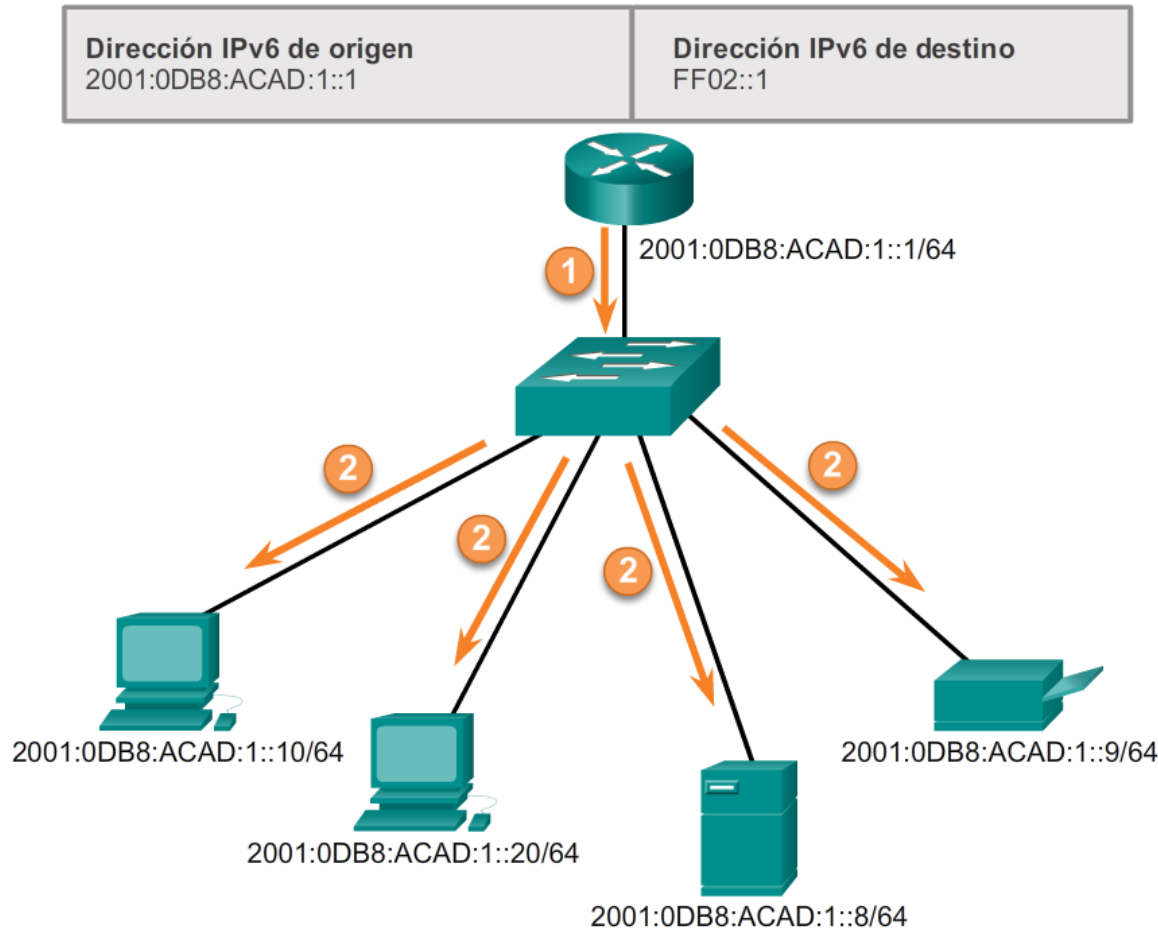
- **Grupo multicast de todos los nodos FF02::1 :**
  - Se incorporan todos los dispositivos con IPv6 habilitado.
  - Tiene el mismo efecto que la dirección IPv4 de broadcast.
- **Grupo multicast de todos los routers FF02::2 :**
  - Se incorporan todos los routers IPv6.
  - Un router se convierte en un miembro de este grupo cuando se habilita como router IPv6 mediante el comando de configuración global **ipv6 unicast-routing**.
  - Los paquetes que se envían a este grupo son recibidos y procesados por todos los routers IPv6 en el enlace o en la red.



## Direcciones IPv6 multicast

# Direcciones IPv6 multicast asignadas

### Comunicaciones IPv6 multicast de todos los nodos



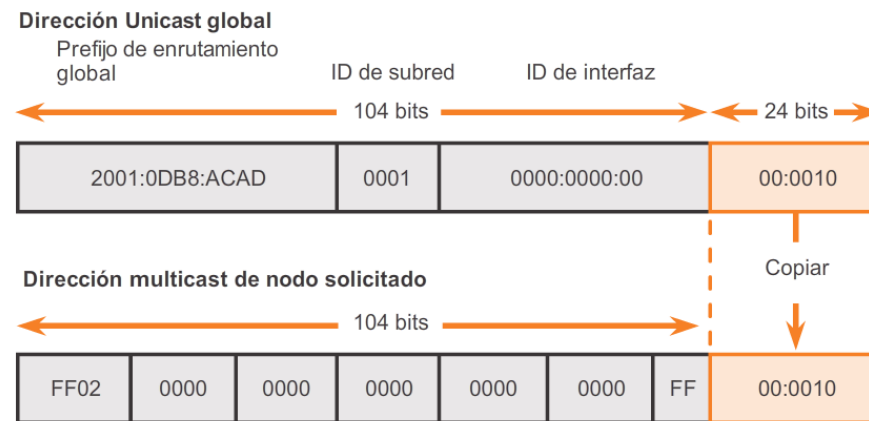




## Direcciones IPv6 multicast

# Direcciones IPv6 multicast de nodo solicitado

- Similares a las direcciones multicast de todos los nodos. Coincide solo con los últimos 24 bits de la dirección IPv6 unicast global de un dispositivo.



Dirección IPv6 unicast global: 2001:0DB8:ACAD:0001:0000:0000:0000:0010

Dirección IPv6 multicast de nodo solicitado: FF02::0:0000:0000:0010

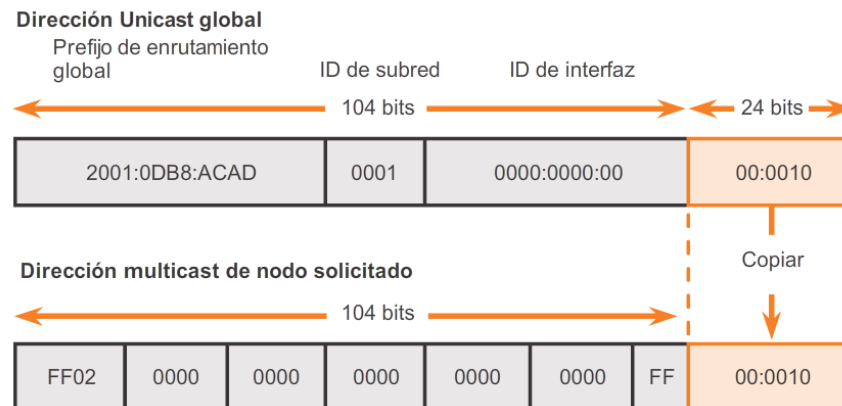
- Se crean de forma automática cuando se asignan las direcciones unicast global o unicast link-local.
- Se crean combinando un prefijo especial FF02:0:0:0:0:FF00::/104 con los 24 bits del extremo derecho de su dirección unicast.



## Direcciones IPv6 multicast

# Direcciones IPv6 multicast de nodo solicitado

- La dirección multicast de nodo solicitado consta de dos partes:
- Prefijo multicast FF02:0:0:0:0:FF00::/104**: los primeros 104 bits de la dirección multicast de todos los nodos solicitados.
- 24 bits menos significativos**: copiados de los 24 bits del extremo derecho de la dirección unicast global o unicast link-local del dispositivo.



**Dirección IPv6 unicast global:** 2001:0DB8:ACAD:0001:0000:0000:0000:0010

**Dirección IPv6 multicast de nodo solicitado:** FF02::0:FF00:0010



## 8.3

# Verificación de conectividad



## ICMP

# Mensajes de ICMPv4 e ICMPv6

- Los mensajes ICMP comunes a ICMPv4 y a ICMPv6 incluyen lo siguiente:
  - Confirmación de host
  - Destino o servicio inaccesible
  - Tiempo superado
  - Redireccionamiento de ruta
- Si bien IP no es un protocolo confiable, la suite TCP/IP se ocupa de que los mensajes se envíen mediante los servicios de ICMP en caso de que se produzcan determinados errores.



## ICMP

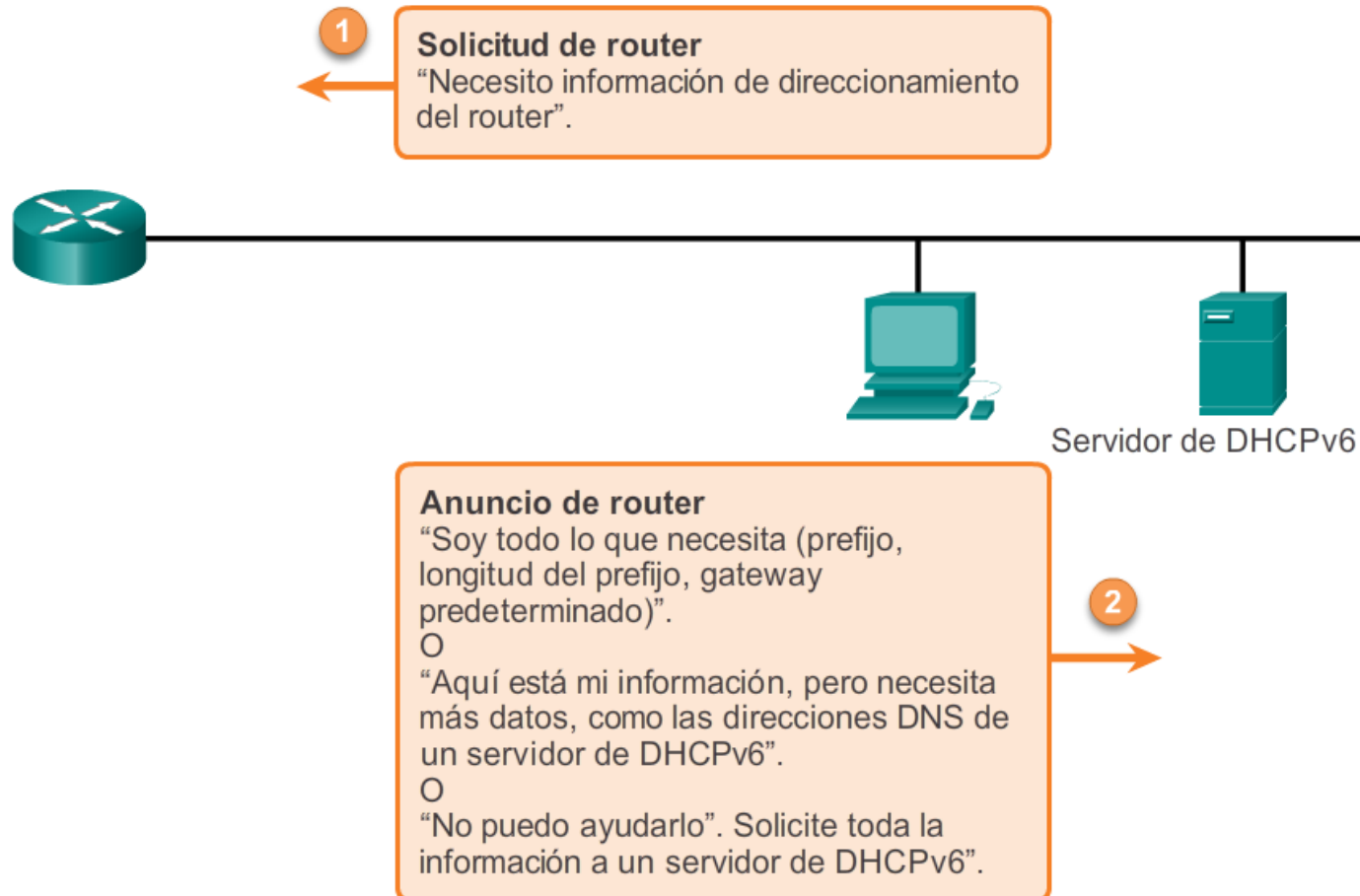
# Mensajes ICMPv6 de solicitud y de anuncio de router

- ICMPv6 incluye cuatro nuevos protocolos como parte del protocolo ND o NDP (Neighbor Discovery Protocol, protocolo de descubrimiento de vecinos):
  - Mensaje de solicitud de router
  - Mensaje de anuncio de router
  - Mensaje de solicitud de vecino
  - Mensaje de anuncio de vecino
- **Mensajes de solicitud y de anuncio de router:** se envían entre los hosts y los routers.
- **Mensaje de solicitud de router (RS):** se envía como mensaje IPv6 multicast de todos los routers.
- **Mensaje de anuncio de router (RA):** los routers envían mensajes de RA para proporcionar información de direccionamiento.



# ICMP

## Mensajes ICMPv6 de solicitud y de anuncio de router





## ICMP

# Mensajes ICMPv6 de solicitud y de anuncio de vecino

Dos tipos de mensaje adicionales

- Mensajes de solicitud de vecino (NS)
- Mensajes de anuncio de vecino (NA)

Se utilizan para lo siguiente:

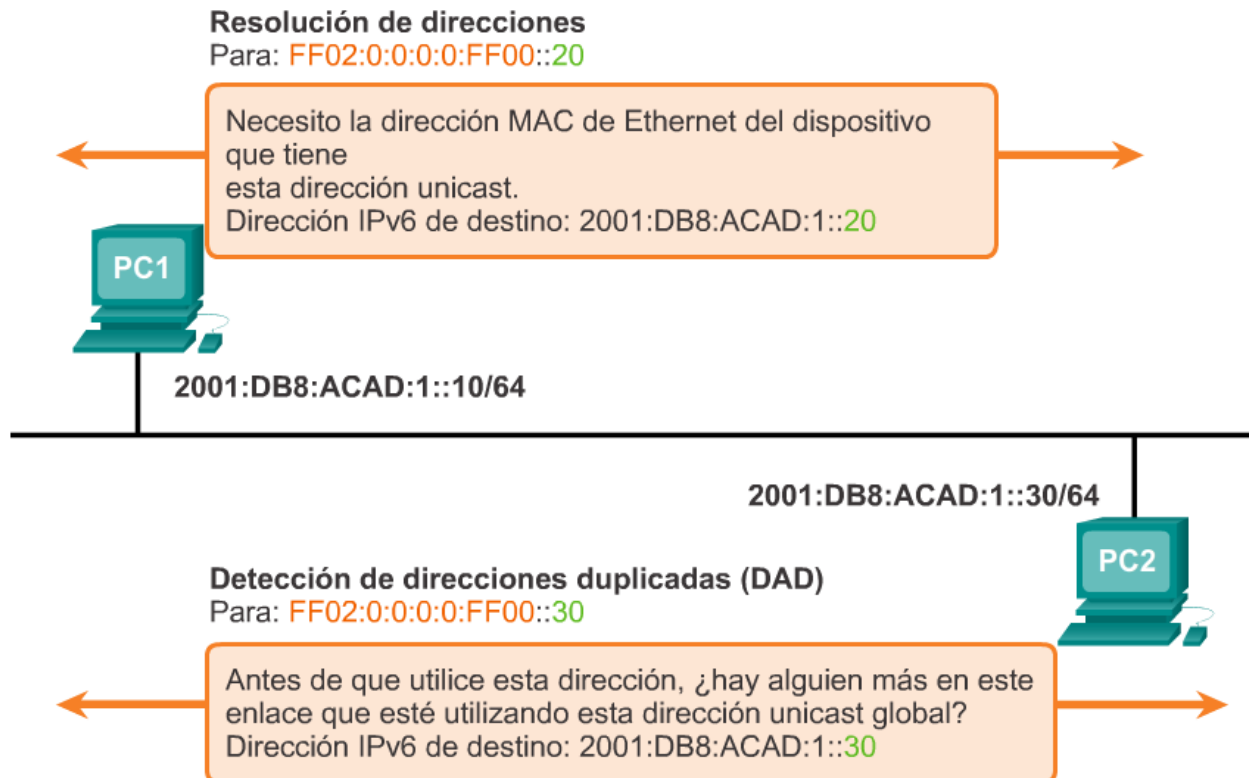
- Resolución de direcciones
  - Se utiliza cuando un dispositivo en la LAN conoce la dirección IPv6 unicast de un destino, pero no conoce la dirección MAC de Ethernet.
- Detección de direcciones duplicadas (DAD)
  - Se lleva a cabo en la dirección para asegurarse de que sea única.
  - El dispositivo envía un mensaje de NS con su propia dirección IPv6 como la dirección IPv6 objetivo.



# ICMP

## Mensajes ICMPv6 de solicitud y de anuncio de vecino

### Protocolo de descubrimiento de vecinos de ICMPv6







## Prueba y verificación

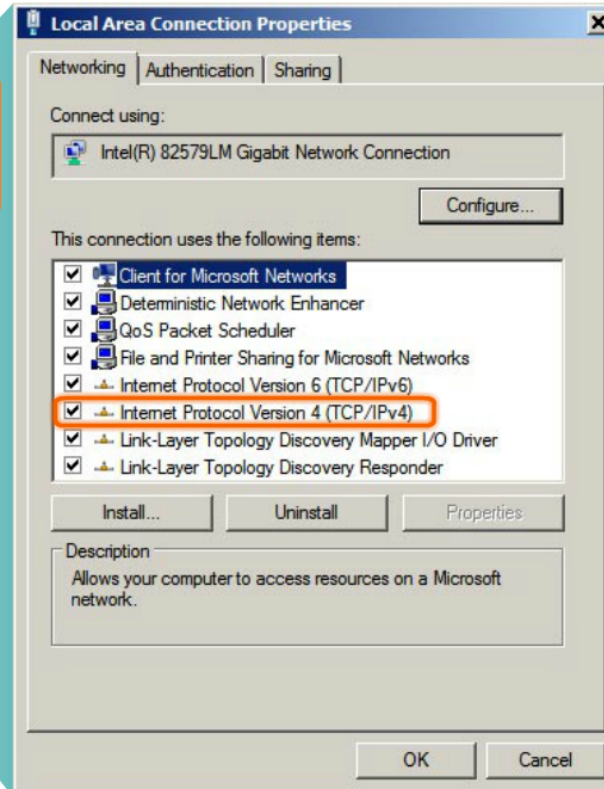
# Ping para prueba del stack local

### Prueba del stack de TCP/IP local

Hacer ping al host local confirma que TCP/IP se encuentra instalado en el host local y funciona.

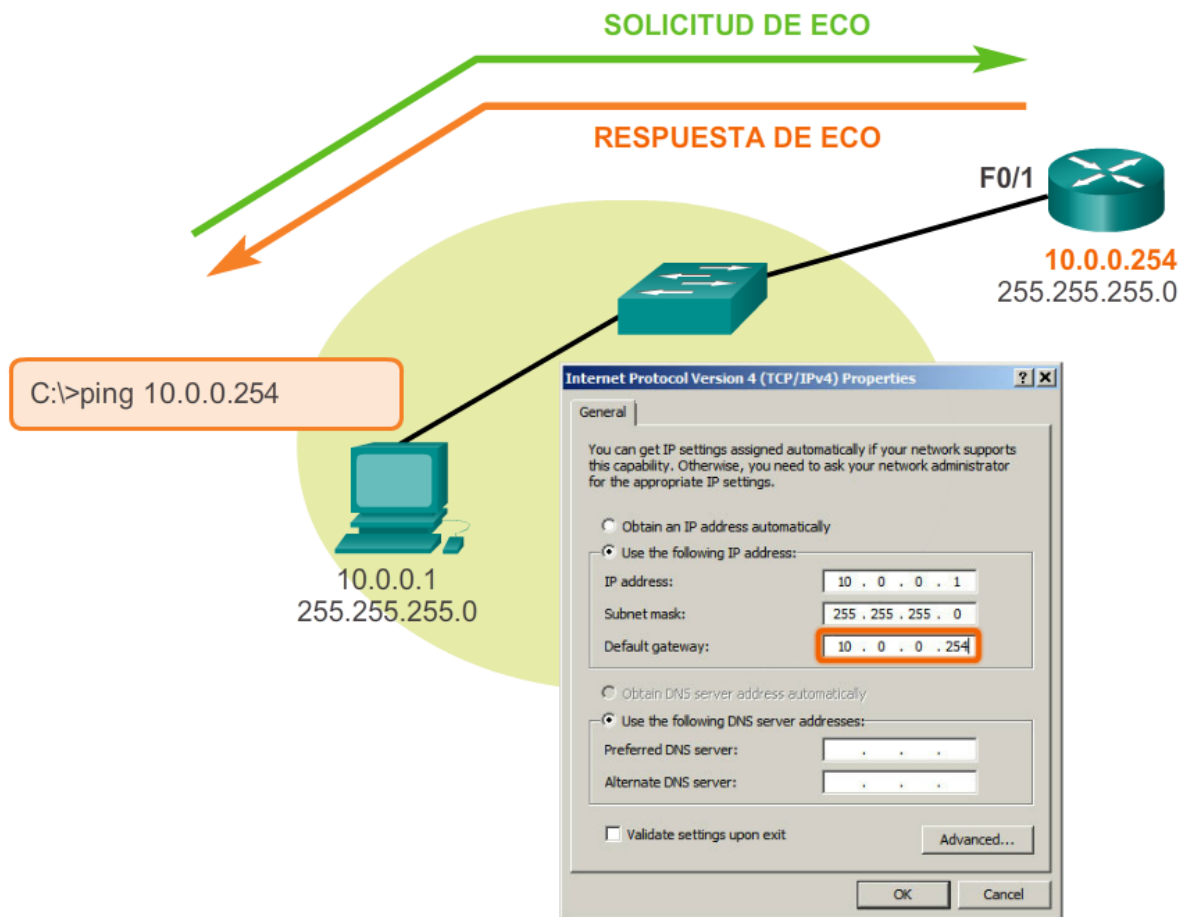
C:\>ping  
127.0.0.1

Hacer ping a **127.0.0.1** causa que un dispositivo se haga ping a sí mismo.



# Ping para prueba de conectividad a la LAN local

## Prueba de conectividad IPv4 a la red local

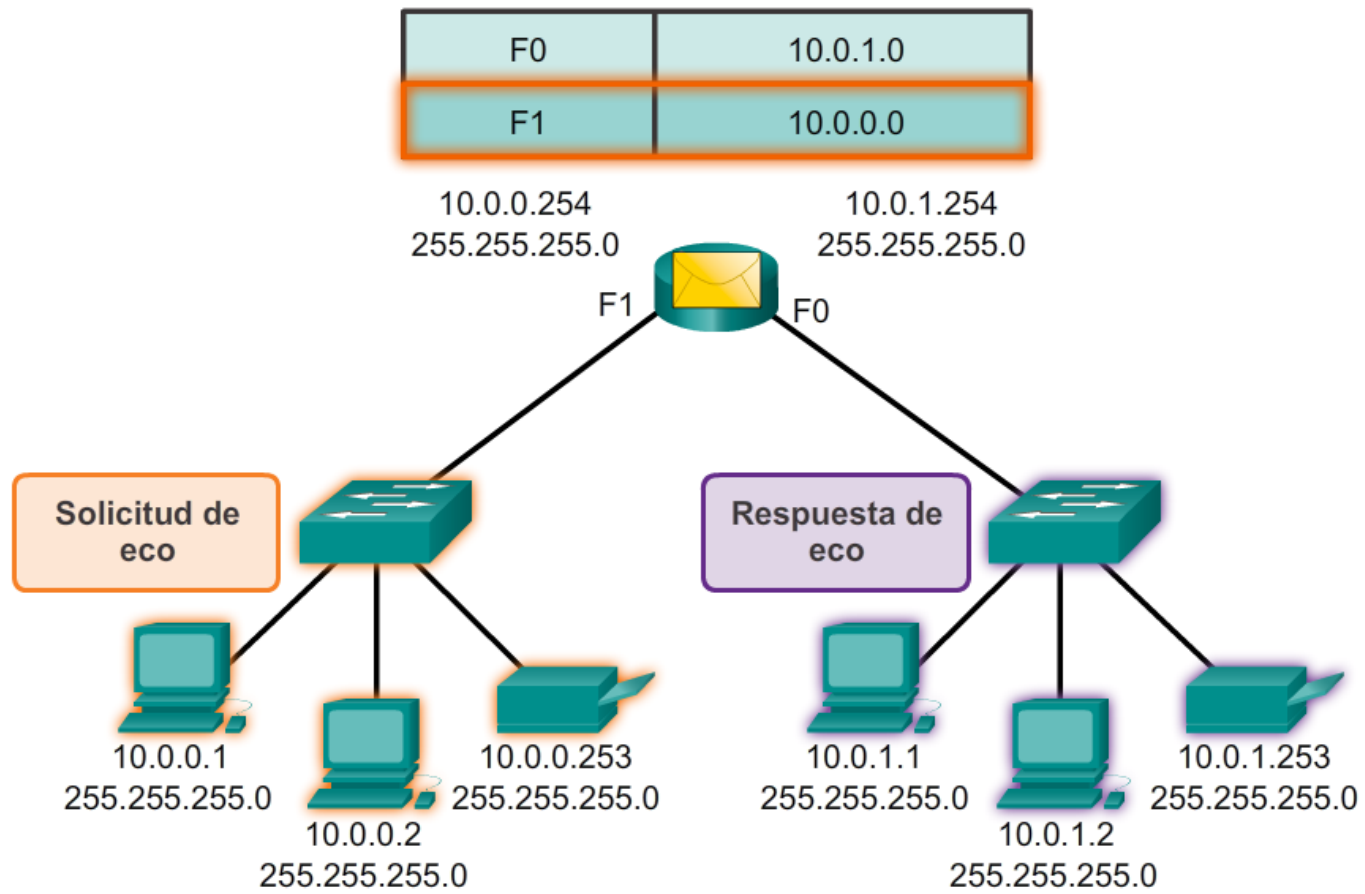




# Prueba y verificación

## Ping para prueba de conectividad a dispositivo remoto

Prueba de conectividad a una LAN remota  
Ping a un host remoto





## Prueba y verificación

# Traceroute, prueba de la ruta

### Traceroute (tracert)

- Genera una lista de saltos que se alcanzaron correctamente a lo largo de la ruta.
- Proporciona información importante para propósitos de verificación y resolución de problemas.
- Si los datos llegan al destino, el rastreo indica la interfaz de cada router que aparece en la ruta entre los hosts.
- Si se produce un error en los datos en algún salto a lo largo del camino, la dirección del último router que respondió al rastreo puede indicar dónde se encuentra el problema o las restricciones de seguridad.
- Proporciona los tiempos de ida y vuelta para cada salto a lo largo de la ruta e indica si un salto no responde.



## Direccionamiento IP

# Resumen

- Las direcciones IP son jerárquicas y tienen porciones de red, subred y host. Una dirección IP puede representar una red completa, un host específico o la dirección de broadcast de la red.
- La máscara de subred o el prefijo se utilizan para determinar la porción de red de una dirección IP. Una vez implementada, una red IP debe ser probada para verificar su conectividad y rendimiento operativo.
- El DHCP permite la asignación automática de información de direccionamiento, como una dirección IP, una máscara de subred, un gateway predeterminado y otra información de configuración.



## Direccionamiento IP

# Resumen

- Los hosts IPv4 pueden comunicarse de una de tres maneras diferentes: por unicast, broadcast y multicast.
- Los bloques de direcciones IPv4 privadas son los siguientes: 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 y 192.168.0.0/16.
- La migración a IPv6 está motivada por el agotamiento del espacio de direcciones IPv4. Cada dirección IPv6 tiene 128 bits, en comparación con los 32 bits que poseen las direcciones IPv4. La duración de prefijo se utiliza para indicar la porción de red de una dirección IPv6 mediante el siguiente formato: dirección IPv6/duración de prefijo.



## Direccionamiento IP

# Resumen

- Hay tres tipos de direcciones IPv6: unicast, multicast y anycast.
- Una dirección IPv6 link-local permite que un dispositivo se comunique con otros dispositivos con IPv6 habilitado en el mismo enlace y solo en ese enlace (subred). Los paquetes con una dirección link-local de origen o de destino no se pueden enrutar más allá del enlace en el cual se originó el paquete. Las direcciones IPv6 link-local están en el rango de FE80::/10.
- El protocolo ICMP está disponible tanto para IPv4 como para IPv6.

# Cisco | Networking Academy<sup>®</sup>

Mind Wide Open<sup>™</sup>