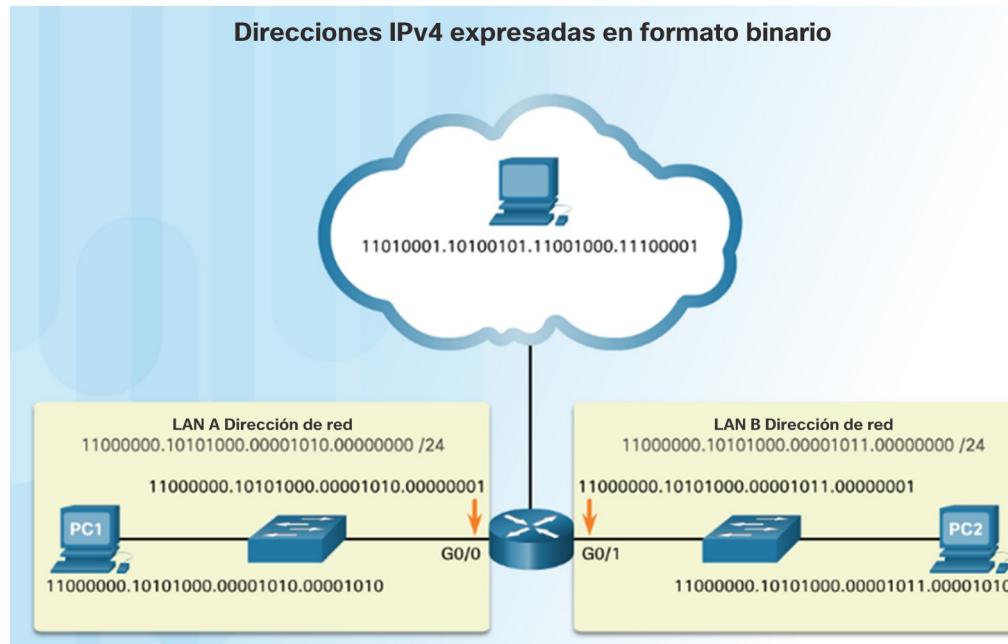


# 7.1 Direcciones de red IPv4

# Conversión entre notación binaria y decimal

## Direcciones IPv4

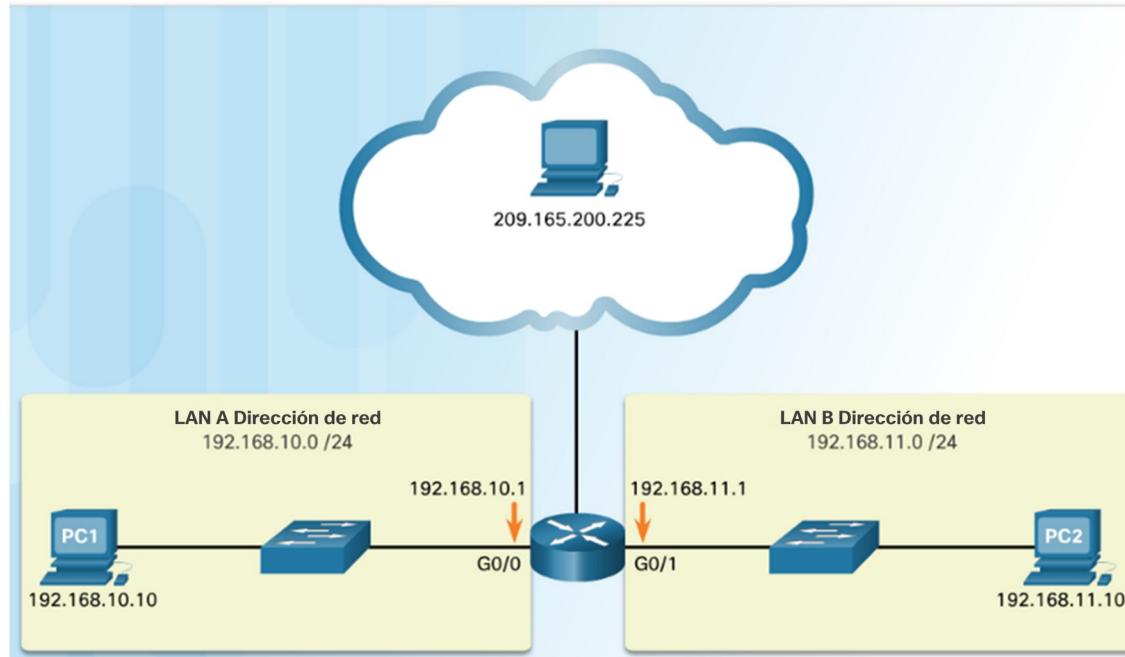
- El sistema numérico binario consta de los números 0 y 1, denominados bits.
  - Las direcciones IPv4 se expresan en 32 bits binarios divididos en 4 octetos de 8 bits.



## Conversión entre notación binaria y decimal

# Direcciones IPv4 (continuación)

- En general, las direcciones IPv4 se expresan en notación decimal punteada.



# Notación de posición

- La primera fila identifica la base numérica o la base. El número decimal es 10. El binario se basa en 2; por lo tanto, la raíz será 2.
- En la segunda fila, se expresa la posición de los números a partir de 0. A su vez, estos números representan el valor exponencial que se usa para calcular el valor de posición (cuarta fila).
- La tercera fila calcula el valor de posición al aumentar la base con el valor exponencial de la posición. Nota:  $n^0$  es siempre = 1.
- El valor de posición se enumera en la cuarta fila.

Notación de posición decimal				
Base	10	10	10	10
Posición en número	3	2	1	0
Cálculo	$(10^3)$	$(10^2)$	$(10^1)$	$(10^0)$
Valor de posición	1000	100	10	1

## Aplicación de la notación de posición decimal

	Millares	Centenas	Decenas	Unidades
Valor de posición	1000	100	10	1
Número decimal (1234)	1	2	3	4
Cálculo	$1 \times 1000$	$2 \times 100$	$3 \times 10$	$4 \times 1$
Súmelos...	1000	+ 200	+ 30	+ 4
Resultado	1.234			

## Conversión entre notación binaria y decimal

### Notación de posición (continuación)

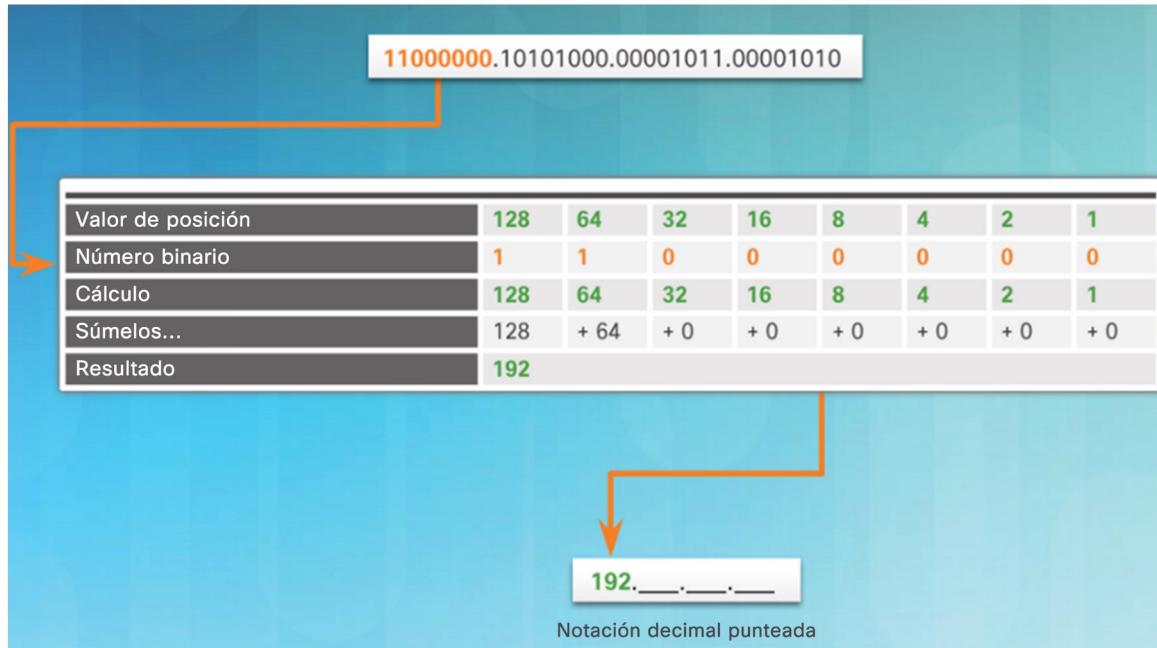
Notación de posición binaria								
Base	2	2	2	2	2	2	2	2
Posición en número	7	6	5	4	3	2	1	0
Cálculo	$(2^7)$	$(2^6)$	$(2^5)$	$(2^4)$	$(2^3)$	$(2^2)$	$(2^1)$	$(2^0)$
Valor de posición	128	64	32	16	8	4	2	1

- Aplicación de la notación de posición binaria.

Valor de posición	128	64	32	16	8	4	2	1
Número binario (11000000)	1	1	0	0	0	0	0	0
Cálculo	1 x 128	1 x 64	0 x 32	0 x 16	0 x 8	0 x 4	0 x 2	0 x 1
Súmelos...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Resultado	192							

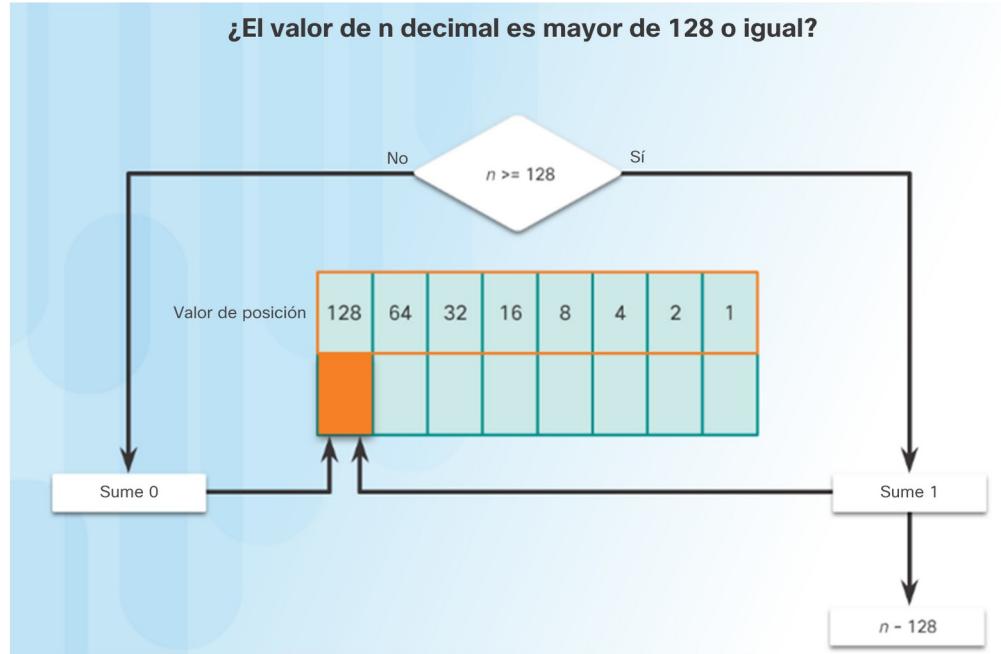
# Conversiones de sistema binario a decimal

- Para convertir una dirección IPv4 binaria a decimal, escriba el número binario de 8 bits de cada octeto debajo del valor de posición de la fila 1 y luego calcule para obtener el decimal.



# Conversión de sistema decimal a binario

- Para convertir una dirección IPv4 decimal a binario, utilice la tabla de posición, pero antes compruebe si el número es mayor a 128 bits. Si no lo es, un 0 se coloca en esta posición. Si lo es, un 1 se coloca en esta posición.
- Del número original, se resta 128 y el resto se comprueba con la siguiente posición (64). Si es inferior a 64, un 0 se coloca en esta posición. Si es mayor, un 1 se coloca en esta posición y se resta 64.
- El proceso se repite hasta que se han ingresado todos los valores de posición.



## Conversión entre notación binaria y decimal

# Ejemplos de conversión de sistema decimal a binario

Por ejemplo: 192.168.10.11

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0

11000000 . \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

Por ejemplo: 192.168.10.11

Valor de posición

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	1	0	1	0

11000000 . 10101000 . 00001010 . \_\_\_\_\_

Por ejemplo: 192.168.10.11

Valor de posición

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	1	0	0	0

11000000 . 10101000 . \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

Por ejemplo: 192.168.10.11

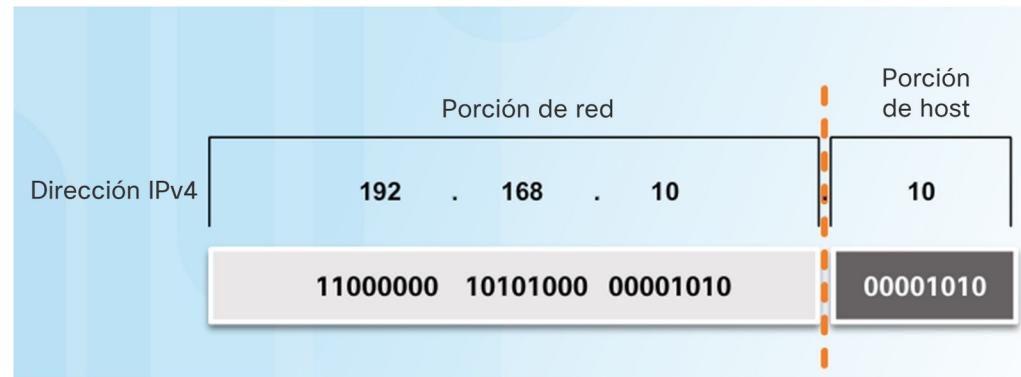
Valor de posición

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	1	0	1

11000000 . 10101000 . 00001010 . 00001011

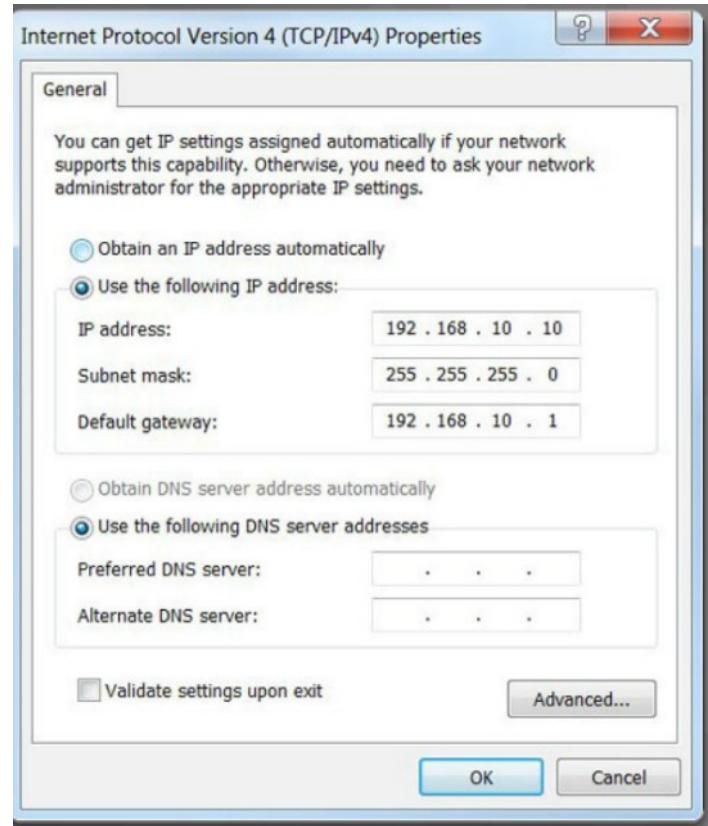
# Porciones de red y de host

- Una dirección IPv4 es jerárquica.
  - Consta de una porción de red y una porción de host.
- La porción de red de todos los dispositivos en la misma red debe ser idéntica.
- La máscara de subred permite a los dispositivos identificar la porción de red y la porción de host.



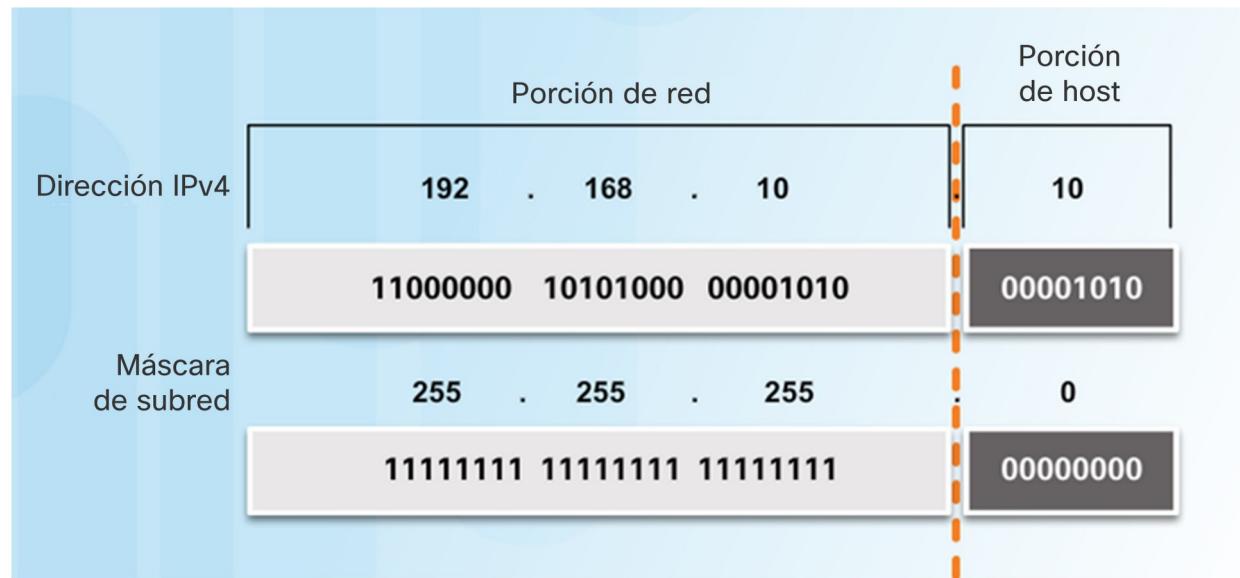
# La máscara de subred

- En un host, se deben configurar tres direcciones IPv4:
  - dirección IPv4 única del host;
  - máscara de subred: identifica la porción de red/host de la dirección IPv4;
  - gateway predeterminado: dirección IP de la interfaz de router local.



# La máscara de subred (continuación)

- La dirección IPv4 es comparada con la máscara de subred bit por bit, de izquierda a derecha.
- Un 1 en la máscara de subred indica que el bit correspondiente en la dirección IPv4 es un bit de red.



# AND lógico

- El AND lógico es una de las tres operaciones binarias básicas que se utilizan en la lógica digital.
- Se utiliza para determinar la dirección de red.
- El AND lógico de dos bits arroja los resultados siguientes:

1 Y 1 = 1

0 Y 1 = 0

0 Y 0 = 0

1 Y 0 = 0

Dirección IP	192	.	168	.	10	.	10
Binario	11000000	10101000	00001010		00001010		
Máscara de subred	255	.	255	.	255	.	0
	11111111	11111111	11111111		00000000		
Resultados de AND	11000000	10101000	00001010		00000000		
Dirección de red	192	.	168	.	10	.	0

# La longitud de prefijo

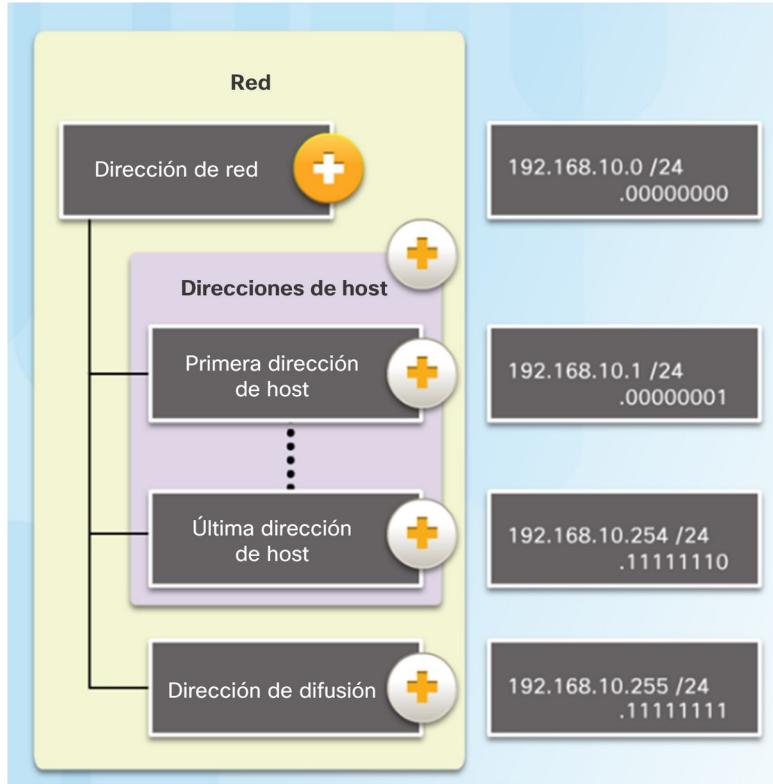
## Comparación de la máscara de subred y la longitud de prefijo

Máscara de subred	Dirección de 32 bits	Longitud de prefijo
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11110000	/29
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30

## ■ La longitud de prefijo:

- Es un método más simple para expresar la máscara de subred.
- Es igual a la cantidad de bits de la máscara de subred con el valor 1.
- Se escribe mediante la notación de barra diagonal (/) seguida de la cantidad de bits de red.

# Direcciones de red, host y difusión

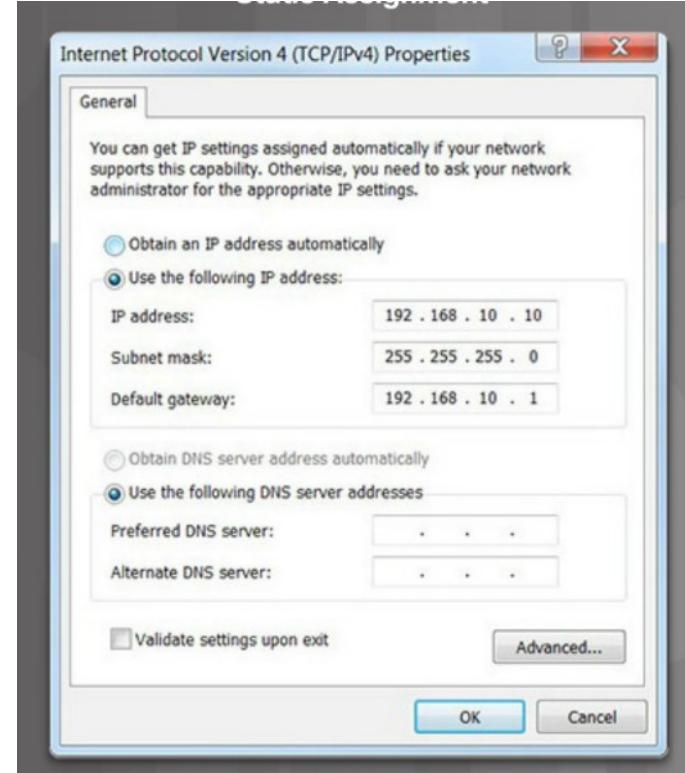


## ■ Tipos de direcciones en la red 192.168.10.0/24

- Dirección de red: la porción de host se compone de todos ceros (.00000000)
- Primera dirección de host: la porción de host se compone de todos ceros y termina con un uno (.00000001)
- Última dirección de host: la porción de host se compone de todos unos y termina con un cero (.11111110)
- Dirección de difusión: la porción de host se compone de todos unos (.11111111)

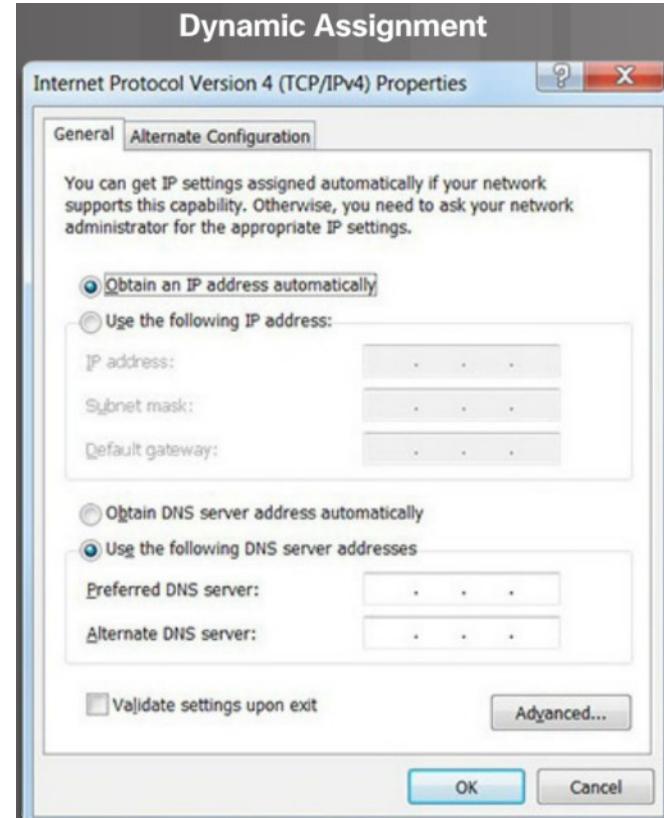
## Asignación de direcciones IPv4 estáticas a un host

- Algunos dispositivos como impresoras, servidores y dispositivos de red necesitan una dirección IP fija.
- Los hosts de una red pequeña también pueden configurarse con direcciones estáticas.



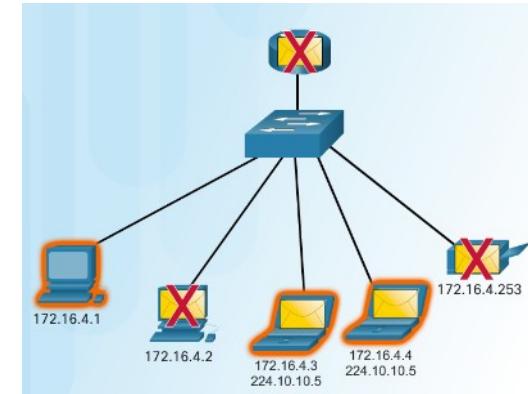
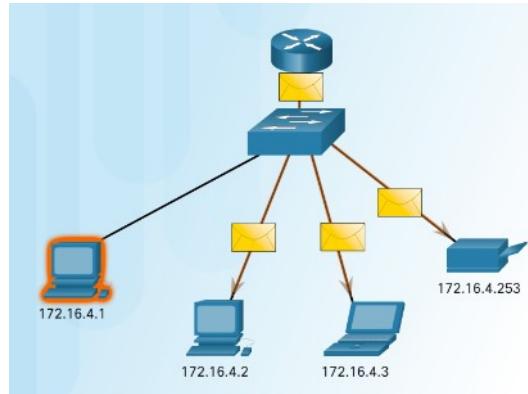
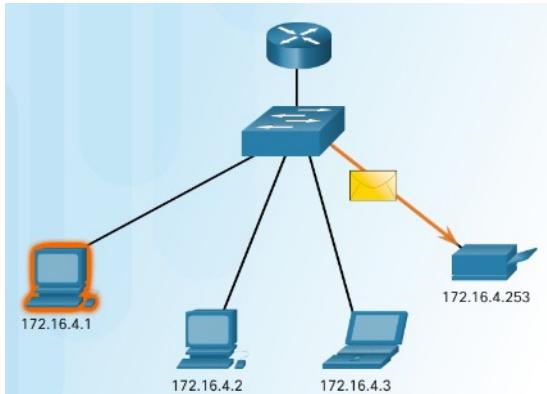
## Asignación de direcciones IPv4 dinámicas a un host

- La mayor parte de las redes utiliza el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) para asignar direcciones IPv4 dinámicamente.
- El servidor DHCP proporciona una dirección IPv4, una máscara de subred, un gateway predeterminado y otra información de configuración.
- El DHCP arrienda las direcciones a los hosts por un periodo determinado.
- Si el host se apaga o se desconecta de la red, la dirección regresa al pool para volver a utilizarse.



# Unidifusión, difusión y multidifusión IPv4

## Comunicación IPv4



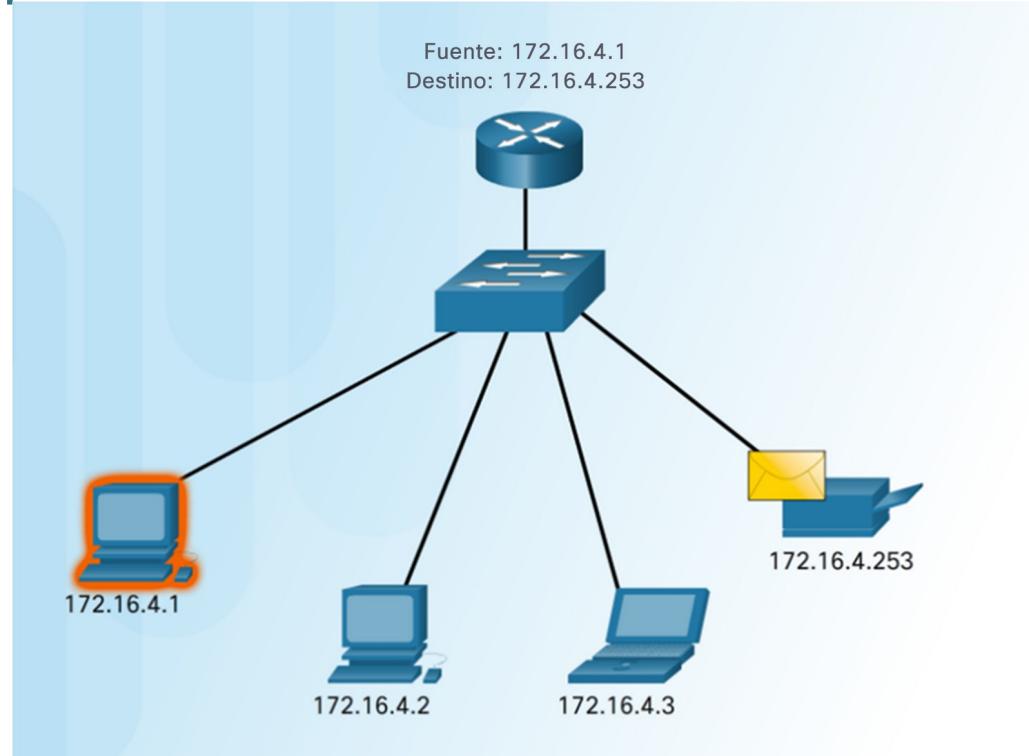
- Unidifusión: comunicación uno a uno.

- Difusión: uno a todos.

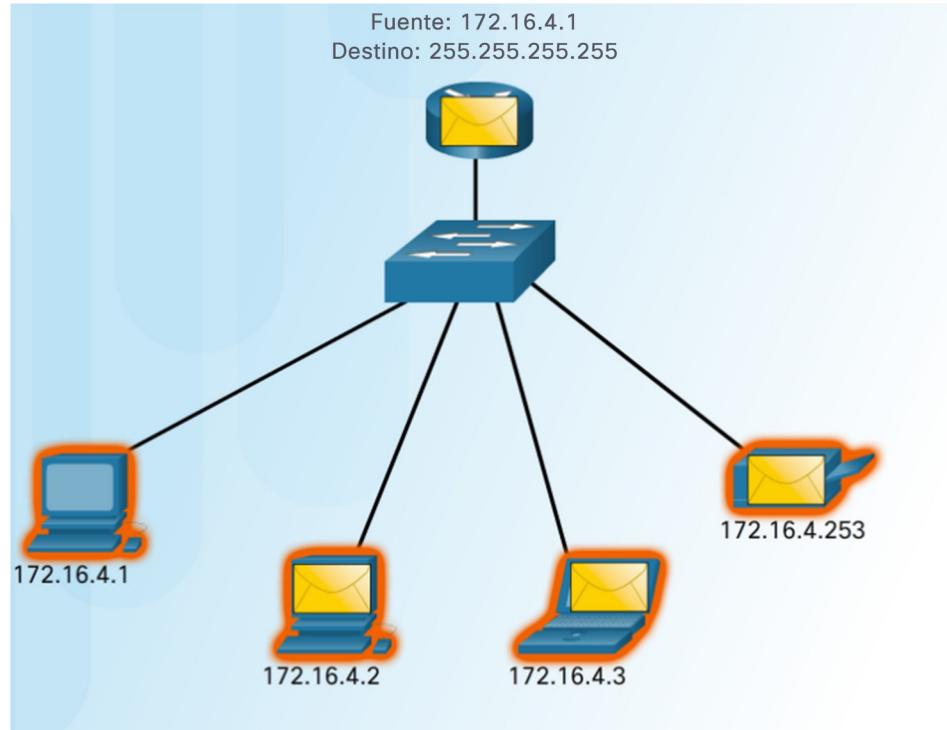
- Multidifusión: uno a un grupo selecto.

# Transmisión de unidifusión

- Unidifusión:  
comunicación uno a uno.
  - Se utiliza la dirección del dispositivo de destino como la dirección de destino.



# Transmisión de difusión

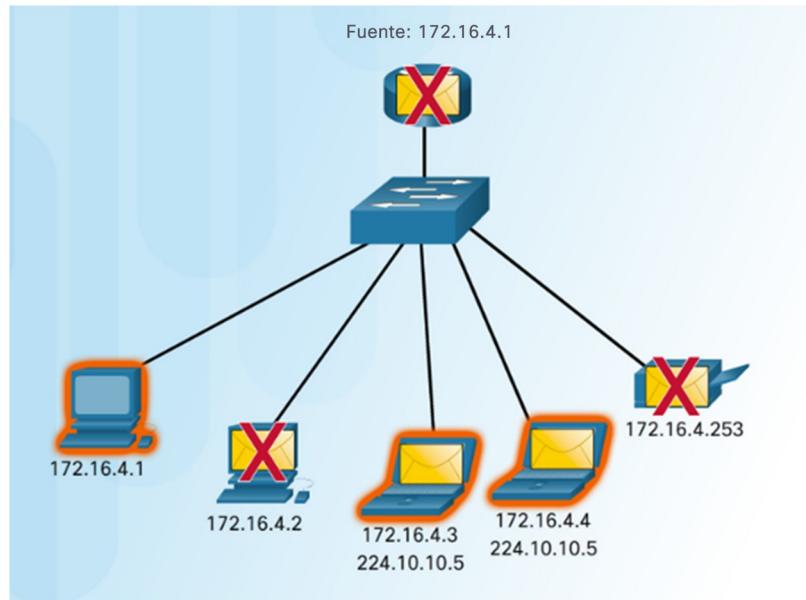


- Difusión: uno a todos.

- Mensaje enviado a todos en la LAN (dominio de difusión).
- La dirección IPv4 de destino contiene solo unos (1) en la porción de host.

# Unidifusión, difusión y multidifusión IPv4

## Transmisión de multidifusión



- Multidifusión: uno a un grupo selecto.

- Las direcciones 224.0.0.0 a 239.255.255.255 están reservadas para multidifusión.
- Los protocolos de routing utilizan transmisión multidifusión para intercambiar información de routing.

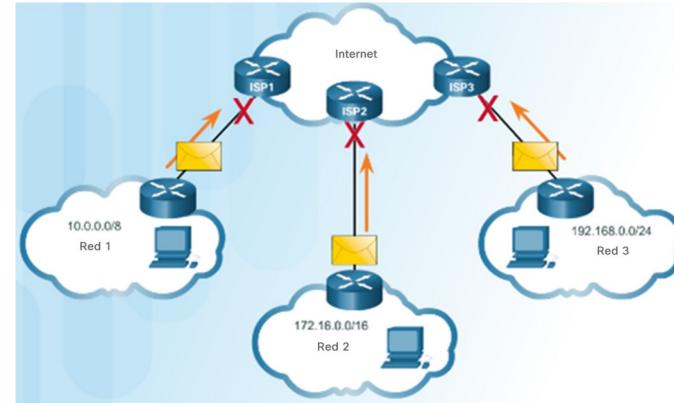
# Direcciones IPv4 públicas y privadas

## ▪ Direcciones privadas

- No enrutables.
- Introducidas a mediados de 1990 debido al agotamiento de direcciones IPv4.
- Utilizadas solamente en redes internas.
- Deben traducirse a una IPv4 pública para ser enrutables.
- Definido por RFC 1918

## ▪ Bloques de dirección privada

- 10.0.0.0 /8 o 10.0.0.0 a 10.255.255.255
- 172.16.0.0 /12 o 172.16.0.0 a 172.31.255.255
- 192.168.0.0 a 192.168.255.255



# Direcciones IPv4 de usuarios especiales

### Ping a la interfaz de bucle invertido

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.
```

```
C:\Users\NetAcad> ping 127.0.0.1
```

```
Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

```
Ping statistics for 127.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

```
C:\Users\NetAcad> ping 127.1.1.1
```

```
Pinging 127.1.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

```
Ping statistics for 127.1.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

- Direcciones de bucle invertido (127.0.0.0 /8 o 127.0.0.1)

- Se utilizan en un host para probar si la configuración de TCP/IP es operativa.

- Direcciones link-local (169.254.0.0 /16 o 169.254.0.1)

- Conocidas como direcciones de direccionamiento IP privado automático (APIPA).
  - Utilizadas por el cliente Windows para auto-configurar si no hay servidores DHCP disponibles.

- Direcciones TEST-NET (192.0.2.0/24 o 192.0.2.0 a 192.0.2.255)

- Utilizadas para la enseñanza y el aprendizaje.

# Direccionamiento con clase antigua

Especificaciones de clase A	
Bloque de direcciones	0.0.0.0 - 127.0.0.0
Máscara de subred predeterminada	/8 (255.0.0.0)
Cantidad máxima de redes	128
Cantidad de hosts por red	16,777,214
Bits de orden superior	0xxxxxx.-----

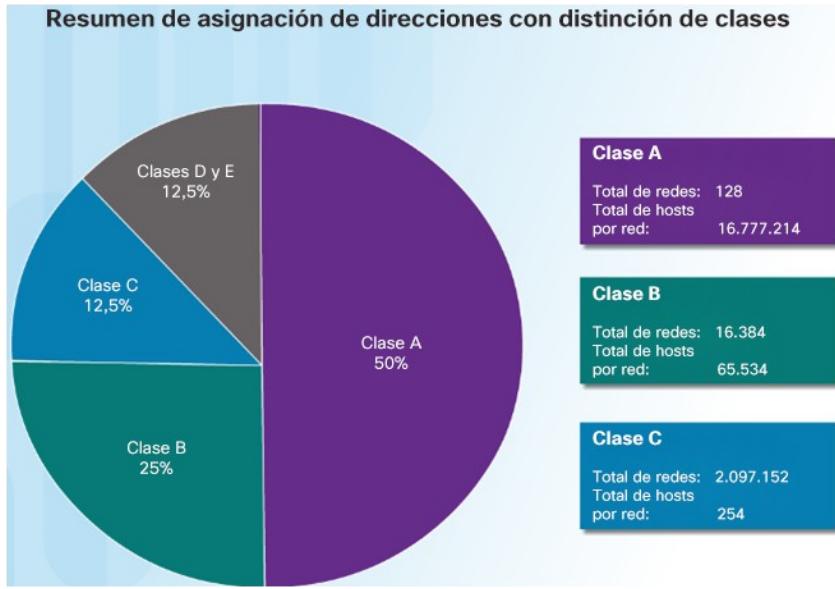
\* 0.0.0.0 y 127.0.0.0 están reservadas y no se pueden asignar

Especificaciones de clase C	
Bloque de direcciones	128.0.0.0 - 191.255.0.0
Máscara de subred predeterminada	/16 (255.255.0.0)
Cantidad máxima de redes	16,384
Cantidad de hosts por red	65,534
Bits de orden superior	10xxxxxx.-----

Class C Specifics	
Bloque de direcciones	192.0.0.0 - 223.255.255.0
Máscara de subred predeterminada	/24 (255.255.255.0)
Cantidad máxima de redes	2,097,152
Cantidad de hosts por red	254
Bits de orden superior	110xxxxx.-----

- En 1981, las direcciones IPv4 de Internet se asignaban mediante el direccionamiento con clases (RFC 790).
- Las direcciones de red se basan en 3 clases:
  - Clase A** (0.0.0.0/8 a 127.0.0.0/8): diseñada para admitir redes extremadamente grandes, con más de 16 millones de direcciones de host.
  - Clase B** (128.0.0.0 /16 a 191.255.0.0 /16): diseñada para satisfacer la necesidad de redes de tamaño moderado a grande, con hasta, aproximadamente, 65 000 direcciones de host.
  - Clase C** (192.0.0.0 /24 a 223.255.255.0 /24): diseñada para admitir redes pequeñas con un máximo de 254 hosts.

# Direccionamiento sin clase



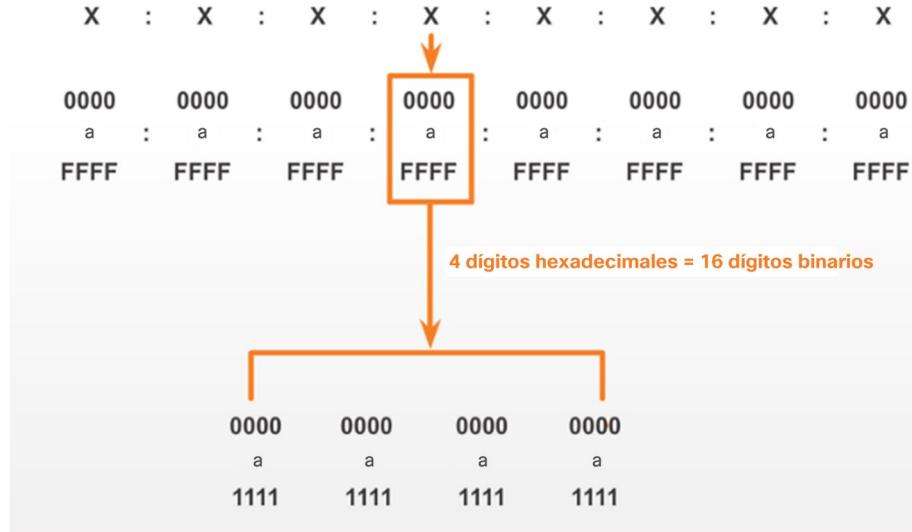
- El direccionamiento con distinción de clase desperdiciaba direcciones y agotó la disponibilidad de direcciones IPv4.
- En la década del noventa, se introdujo el direccionamiento sin clase.
  - Routing entre dominios sin clase (CIDR, pronunciado "saider")
  - Permitía que los proveedores de servicios asignaran direcciones IPv4 en cualquier límite de bits de dirección (longitud de prefijo) en lugar de solo en función de la clase A, B o C.

# 7.2 Direcciones de red IPv6

# Representación de dirección IPv6

- Direcciones IPv6:

- tiene 128 bits de longitud
- Cada 4 bits se representan por un dígito hexadecimal
- Hexteto: término no oficial que se refiere a un segmento de 16 bits o de cuatro valores hexadecimales



# Representación de dirección IPv6 (continuación)

- Formato preferido para la representación de IPv6

2001	:	0DB8	:	0000	:	1111	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
2001	:	0DB8	:	0000	:	00A3	:	ABCD	:	0000	:	0000	:	1234
2001	:	0DB8	:	000A	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0100
2001	:	0DB8	:	AAAA	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0123	:	4567	:	89AB	:	CDEF
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001	:	FF00	:	0200
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000

# Regla 1: Omitir los ceros iniciales

- Con el fin de reducir o comprimir IPv6
  - La primera regla es omitir los ceros iniciales en cualquier hexteto.

Recomendado	2 001 : 0 DB8 : 0 0 0 0 : 1 1 1 1 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 2 0 0
Sin ceros iniciales	2 001 : DB8 : 0 : 1 1 1 1 : 0 : 0 : 0 : 0 : 2 0 0

Recomendado	2 001 : 0 DB8 : 0 0 0 A : 1 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 1 0 0
Sin ceros iniciales	2 001 : DB8 : A : 1 0 0 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1 0 0

Recomendado	0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0
Sin ceros iniciales	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0

# Regla 2: Omitir los segmentos de 0

- Regla 2: Omitir los segmentos de 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.

Recomendado	2001:0DB8:0000:0000:ABCD:0000:0000:0100
Sin ceros iniciales	2001: DB8: 0 : ABCD: 0 : 0 : 100
Comprimido	2001:DB8::ABCD:0:0:100
o	
Comprimido	2001:DB8:0:0:ABCD::100

“::” se puede utilizar solo una vez

## Regla 2: Omitir los segmentos de 0 (continuación)

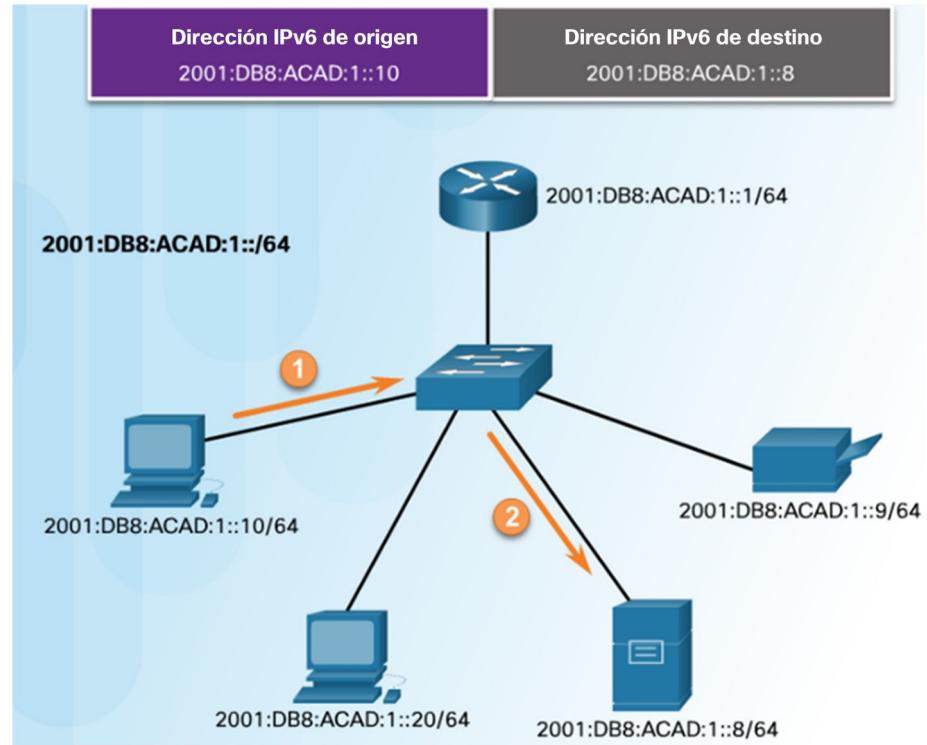
- Regla 2: Omitir los segmentos de 0
  - Los dos puntos dobles (::) pueden reemplazar cualquier cadena única y contigua de uno o más segmentos de 16 bits (hextetos) que estén compuestas solo por ceros.

Recomendado	FF 02 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 1
Sin ceros iniciales	FF 02 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1
Comprimido	FF 02 :: 1

Recomendado	0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0
Sin ceros iniciales	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0
Comprimido	::

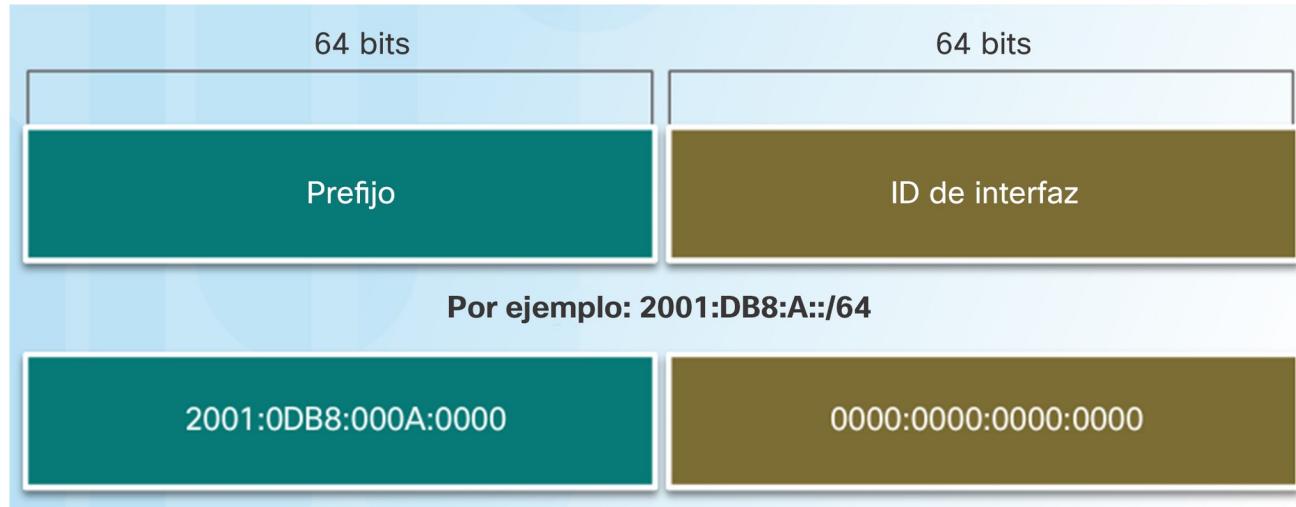
# Tipos de direcciones IPv6

- Existen tres tipos de direcciones IPv6:
  - **Unidifusión:** dirección IPv6 de origen único.
  - **Multidifusión:** las direcciones IPv6 de multidifusión se usan para enviar un único paquete IPv6 a varios destinos.
  - **Difusión por proximidad:** una dirección IPv6 de difusión por proximidad es cualquier dirección de unidifusión IPv6 que puede asignarse a varios dispositivos.



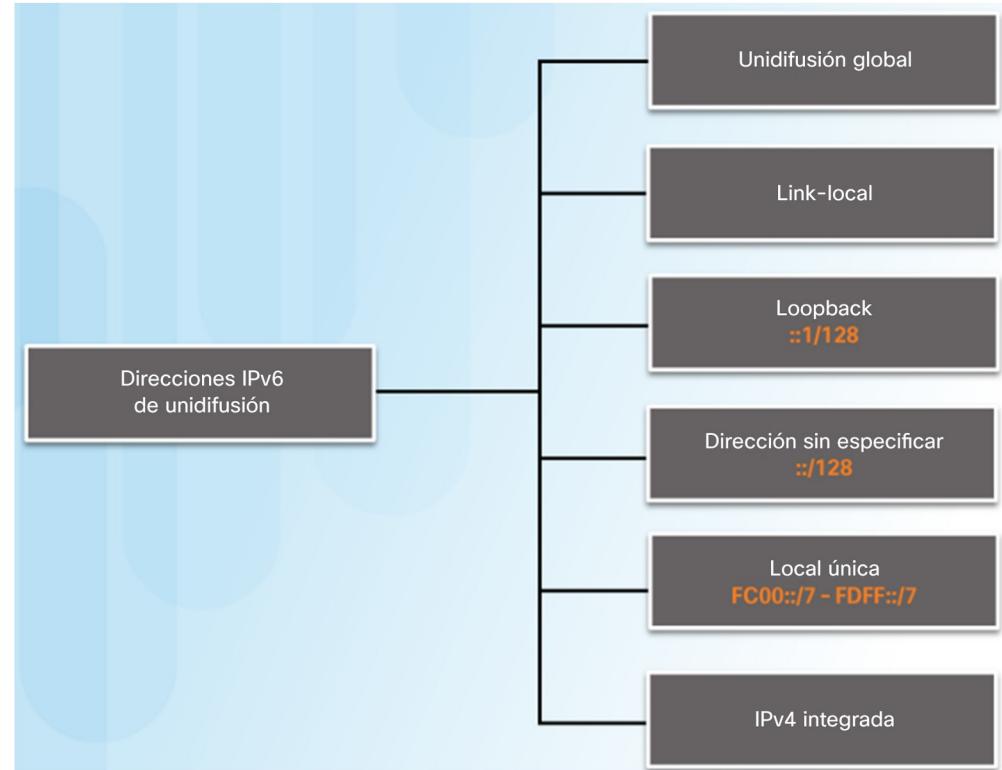
# Longitud de prefijo IPv6

- La longitud del prefijo IPv6 se usa para indicar la porción de red de la dirección IPv6:
  - La longitud de prefijo puede ir de 0 a 128.
  - La longitud de prefijo IPv6 típica en la mayor parte de las redes LAN es /64.



# Dirección de unidifusión IPv6

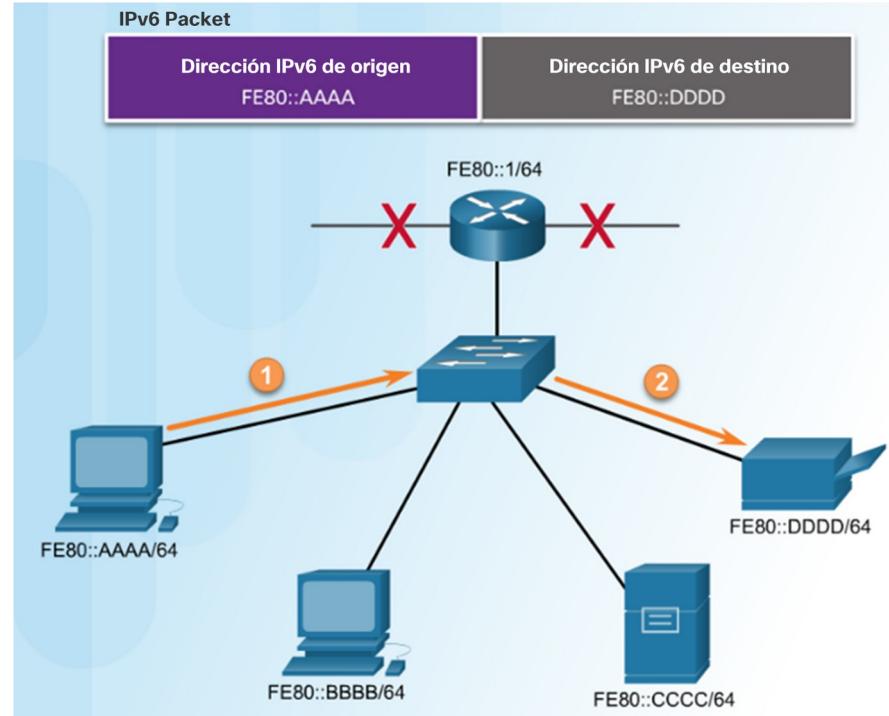
- **Unidifusión global:** direcciones enrutables de Internet globalmente únicas.
- **Link-local:** se utilizan para comunicarse con otros dispositivos en el mismo enlace local. Se limitan a un único enlace.
- **Locales únicas:** se utilizan para el direccionamiento local dentro de un sitio o entre una cantidad limitada de sitios.



# Direcciones de unidifusión IPv6 link-local

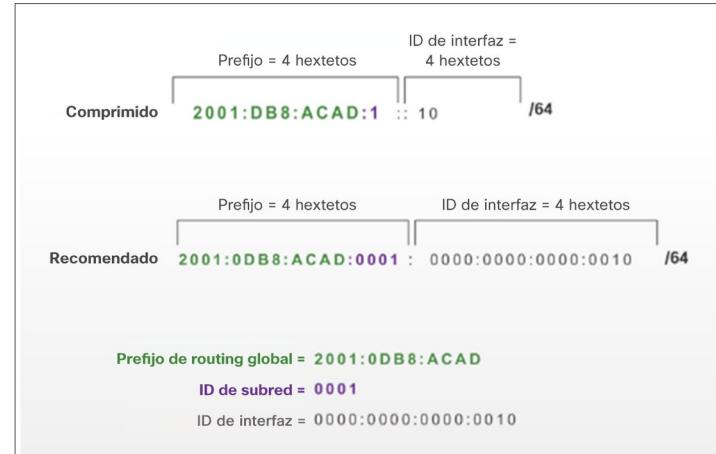
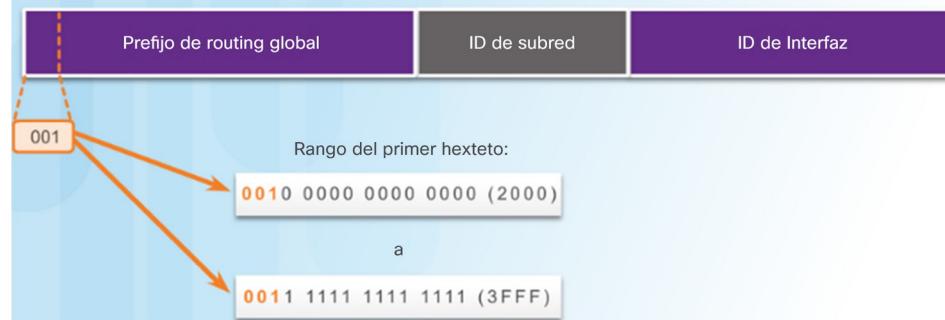
- Direcciones IPv6 link-local:
  - Permiten que un dispositivo se comunique con otros dispositivos habilitados para IPv6 en el mismo enlace.
  - Se crean incluso si no se le ha asignado una dirección unidifusión global de IPv6 al dispositivo.
  - Están en el intervalo FE80::/10.

Nota: En general, es la dirección link-local del router, que se usa como gateway predeterminado para otros dispositivos del enlace.



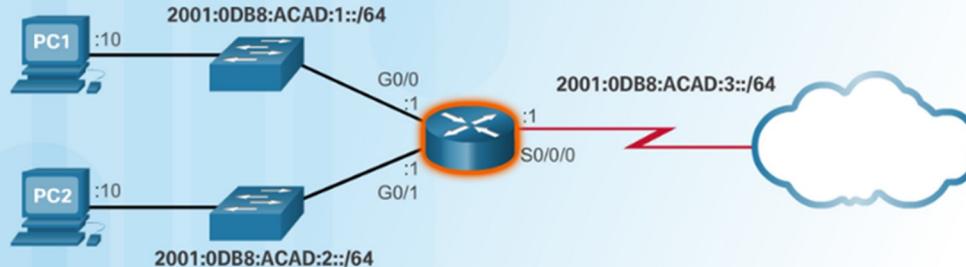
# Estructura de una dirección de unidifusión global IPv6

- Actualmente, solo se asignan direcciones de unidifusión globales con los tres primeros bits 001 o 2000::/3
- Una dirección de unidifusión global consta de tres partes:
  - Prefijo de routing global:** parte de la red de la dirección que asigna el proveedor. Por lo general /48.
  - ID de subred:** se utiliza para dividir en subredes dentro de una organización.
  - ID de interfaz:** equivale a la porción de host de una dirección IPv4.



# Configuración estática de una dirección de unidifusión global

Configuración de IPv6 en un router

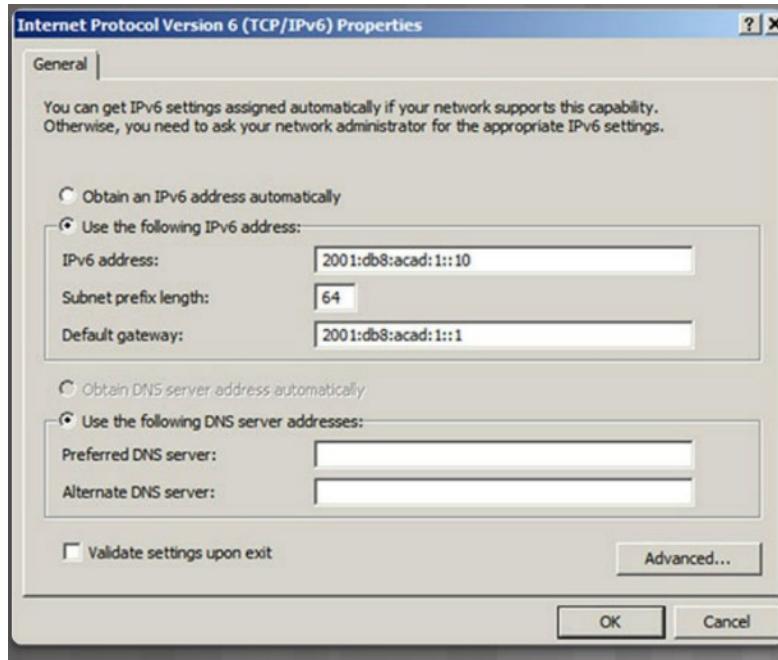


```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface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

- Configuración del router:
  - Comandos similares a IPv4, reemplazan IPv4 con IPv6.
  - El comando para configurar una dirección de unidifusión global IPv6 en una interfaz es **ipv6 address ipv6-address/prefix-length**

## Direcciones de unidifusión IPv6

# Configuración estática de una dirección de unidifusión global (configuración)



### ■ Configuración de host:

- Configurar la dirección IPv6 en un host de forma manual es similar a configurar una dirección IPv4
- La dirección de gateway predeterminado puede configurarse para que coincida con la dirección link-local o de unidifusión global de la interfaz Gigabit Ethernet.

### ■ Asignación dinámica de direcciones IPv6:

- Configuración automática de direcciones independiente del estado (SLAAC)
- DHCPv6 con información de estado

# Direcciones de multidifusión IPv6 asignadas

- Existen dos tipos de direcciones IPv6 de multidifusión:
  - Multidifusión asignada: direcciones de multidifusión reservadas para grupos predefinidos de dispositivos.
  - Dirección de multidifusión de nodo solicitado
- Dos grupos comunes de direcciones de multidifusión IPv6 asignadas:
  - Grupo de multidifusión FF02::1 para todos los nodos: este es un grupo de multidifusión al que se unen todos los dispositivos con IPv6 habilitado. Similar a una transmisión en IPv4.
  - Grupo de multidifusión FF02::2 para todos los nodos: este es un grupo de multidifusión al que se unen todos los routers IPv6.

## Comunicaciones IPv6 de multidifusión de todos los nodos

