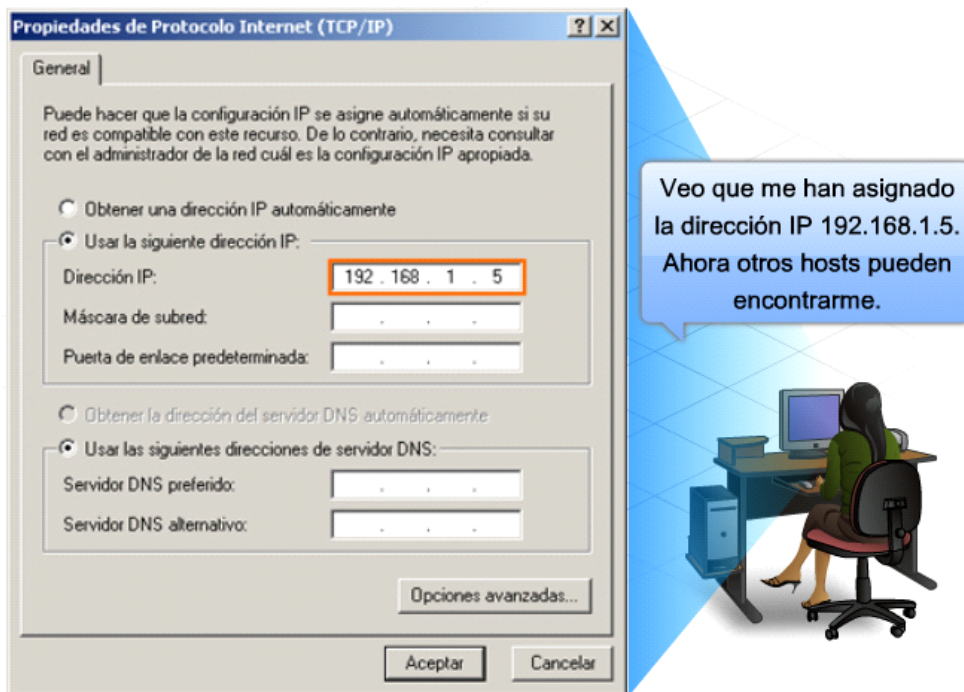


## 6.0.1 - Introducción al direccionamiento IP

El direccionamiento permite la comunicación entre host de una misma red y con un host perteneciente a otra red. El protocolo IPv4 permite la realización de un direccionamiento jerárquico. El diseño, la implementación y la administración de una red IPv4 de manera adecuada permite su funcionamiento de la red de una manera eficiente.

Objetivos:

- Estructura del direccionamiento IPv4, por medio del tratamiento de números binarios y decimales.
- Clasificación de las redes IPv4 por tipo o clase y descripción de su uso en la red.
- Explicación de la asignación de las direcciones de redes por los ISP y la asignación de las subredes por los administradores de cada una de las redes.
- Cálculo de los componentes de una dirección IPv4, por medio de la identificación de sus partes.
- Verificación de las pruebas de conectividad de las redes diseñadas.



La versión IP 4 (IPv4) es la forma actual de direccionamiento utilizada en Internet.

### 6.1.1.1 Estructura de una dirección IPv4

Cada dispositivo de red debe ser identificado de forma exclusiva.

Todos los paquetes enviados a la red tienen una dirección de origen y una dirección de destino.

Estas direcciones se transmiten por la red en forma binaria y serial.

Dentro de los dispositivos se aplican la lógica digital para su interpretación.

#### Numeración decimal separada por puntos

La estructura de la dirección IPv4 consta de 32 bits, agrupados de ocho en ocho y separados por puntos. Cada grupo de ocho bits constituye un octeto.

La interpretación de las direcciones para las personas se facilita si se expresa en formato decimal. Es necesario la conversión del formato binario a decimal y viceversa de cada octeto manteniendo la separación por puntos.

Ejemplo de la representación de una dirección IP, en formato binario y decimal con puntos.

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

La computadora que utiliza esta dirección IP se encuentra en la red 192.168.10.0.

Dirección de 32 bits.

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

Octeto

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

### 6.1.1.2 Estructura de una dirección IPv4

#### Porciones de red y de host

En cada dirección IPv4 una porción de los bits de orden superior representan la dirección de red. La dirección IPv4 consta de una porción de red y una porción de host.

Red: grupo de host que tienen patrones de dirección idénticos en la porción de red.

La porción de host determina cantidad de direcciones asignables a los hosts de una red o subred.

Ejemplo: dada la dirección IPv4 con el valor 192.168.10.1, se desea implementar una red compuesta por 200 hosts.

Si se escoge el octeto de menor peso, situado a la derecha, es posible la implementación de 256 direcciones diferentes.

Los 200 hosts tendrán un patrón idéntico en la porción de red y se diferenciarán en la porción de host.

Conforme a esto es posible la separación de la porción de red y de la porción de host.

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

La computadora que utiliza esta dirección IP se encuentra en la red 192.168.10.0.

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

La computadora que utiliza esta dirección IP se encuentra en la red 192.168.10.0.

### 6.1.2.1 Conversión de binario en decimal

Para comprender el funcionamiento de un dispositivo en una red, es necesario considerar las direcciones y otros datos de la manera en que lo hace un dispositivo: en notación binaria. Esto significa que es necesario ser hábil en la conversión de binario en decimal. Los datos representados en el sistema binario pueden representar muchas formas diferentes de datos en la red humana. En este tema, se hace referencia al sistema binario por estar relacionado con el direccionamiento IPv4. Esto significa que vemos a cada byte (octeto) como número decimal en el rango de 0 a 255.

Conversión de binario en decimal

Exponente	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0							
Posición	128	64	32	16	8	4	2	1							
Bits	1	1	1	1	0	1	0	1							
1 BYTE / 1 octeto															
Agregue estos números juntos	128	+	64	+	32	+	16	+	0	+	4	+	0	+	1
Decimal	245														

Un 1 en esta posición significa que 64 se agrega al total.

Un 0 en cualquier posición significa que 0 se agrega al total.

11110101 en binario = Número decimal 245

### 6.1.2.2 Conversión de binario en decimal

En el ejemplo, el número binario:

1010110000010000000010000010100

Se convierte en:

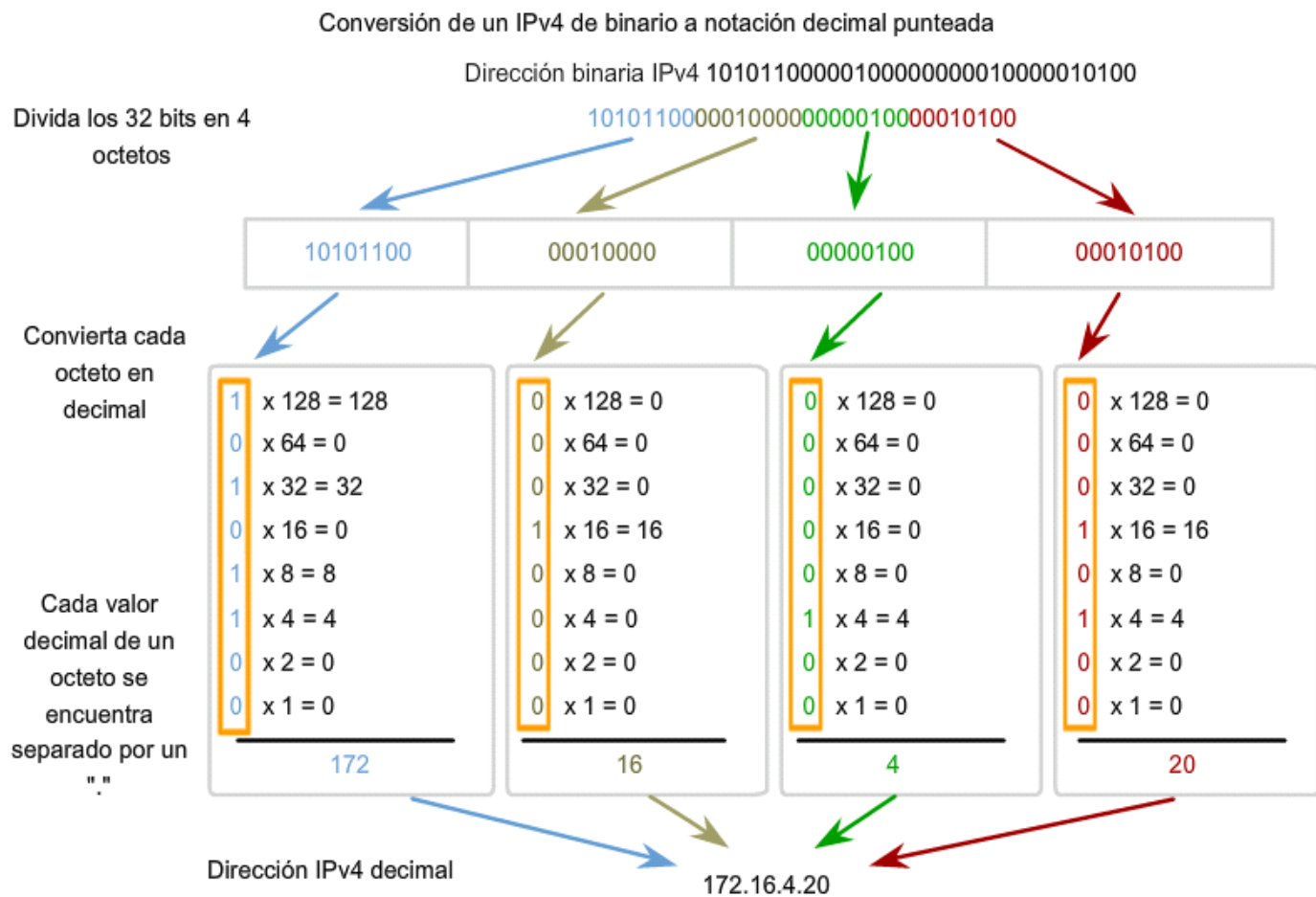
172.16.4.20

Tenga en cuenta estos pasos:

Divida los 32 bits en 4 octetos.

Convierta cada octeto a decimal.

Agregue un "punto" entre cada decimal.



### 6.1.3 Conversión de binario a decimal

Ejemplo de conversión de un octeto binario en decimal.

#### Actividad

Convierta el número binario  
suministrado que se muestra en el  
campo de bits en un valor decimal.

#### Actividad de conversión de binario en decimal

Ingrese la respuesta decimal aquí

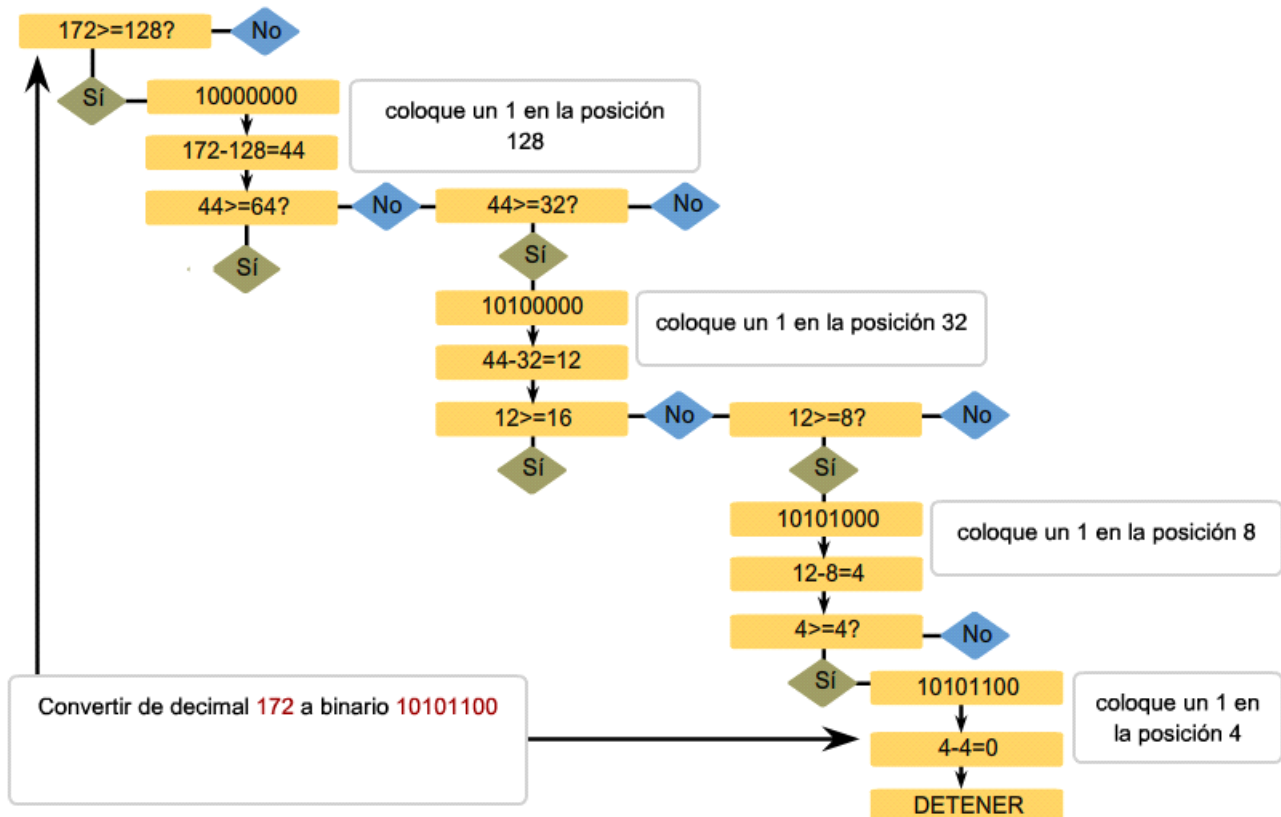
Valor								
Exponente	2 <sup>7</sup> mo	2 <sup>6</sup> to	2 <sup>5</sup> to	2 <sup>4</sup> to	2 <sup>3</sup> ro	2 <sup>2</sup> do	2 <sup>1</sup> ro	2 <sup>0</sup>
Posición	128	64	32	16	8	4	2	1
Bit	0	1	0	0	0	1	0	0

Número binario

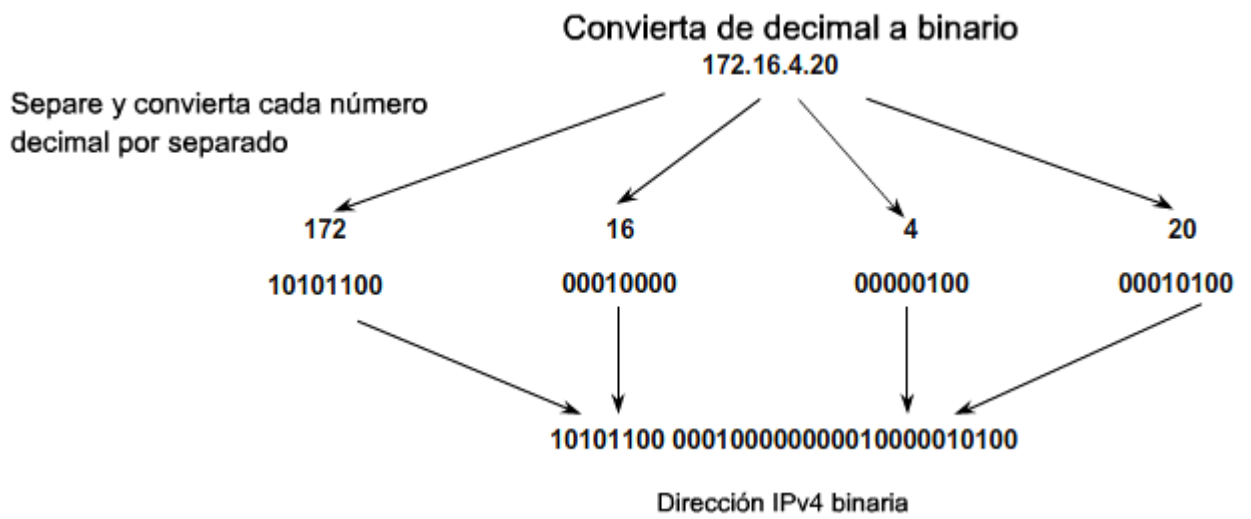
#### 6.1.4.1 Conversión de decimal a binario

No sólo es necesario poder realizar una conversión de binario a decimal, sino que también es necesario poder realizar una conversión de decimal a binario. Con frecuencia es necesario examinar un octeto individual de una dirección que se proporciona en notación decimal punteada. Tal es el caso cuando los bits de red y los bits de host dividen un octeto. Por ejemplo, si un host 172.16.4.20 utilizara 28 bits para la dirección de red, sería necesario examinar los datos binarios del último octeto para descubrir que este host está en la red 172.16.4.16.

Pasos para la conversión decimal a binario



## 6.1.4.2 Conversión de decimal a binario





### 6.2.1.1 Tipos de direcciones en una red IPv4

Dentro del rango de direcciones de cada red IPv4, existen tres tipos de direcciones:

Dirección de red: la dirección en la que se hace referencia a la red.

Dirección de difusión (broadcast): una dirección especial que se utiliza para enviar datos a todos los hosts de la red.

Direcciones host: las direcciones asignadas a los dispositivos finales de la red.

#### Dirección de red

La dirección de red es una manera estándar de hacer referencia a una red. Por ejemplo: se podría hacer referencia a la red de la figura como "red 10.0.0.0". Ésta es una manera mucho más conveniente y descriptiva de referirse a la red que utilizando un término como "la primera red". Todos los hosts de la red 10.0.0.0 tendrán los mismos bits de red.

Dentro del rango de dirección IPv4 de una red, la dirección más baja se reserva para la dirección de red. Esta dirección tiene un 0 para cada bit de host en la porción de host de la dirección.

Red			Host
10	0	0	0
00001010	00000000	00000000	00000000

6.1.4.3 Conversión de decimal a binario

Convierta de decimal a binario

Dirección IPv4 decimal 172.16.4.20

Separe y convierta cada número decimal por separado

Convierta 172	Convierta 16	Convierta 4	Convierta 20
172 - 128 = 44 → 1 x 128	16 < 128 → 0 x 128	4 < 128 → 0 x 128	20 < 128 → 0 x 128
44 < 64 = 0 → 0 x 64	16 < 64 → 0 x 64	4 < 64 → 0 x 64	20 < 64 → 0 x 64
44 - 32 = 12 → 1 x 32	16 < 32 → 0 x 32	4 < 32 → 0 x 32	20 < 32 → 0 x 32
12 < 16 = 0 → 0 x 16	16 - 16 = 0 → 1 x 16	4 < 16 → 0 x 16	20 - 16 = 4 → 1 x 16
12 - 8 = 4 → 1 x 8	0 < 8 → 0 x 8	4 < 8 → 0 x 8	4 < 8 → 0 x 8
4 - 4 = 0 → 1 x 4	0 < 4 → 0 x 4	4 - 4 = 0 → 1 x 4	4 - 4 = 0 → 1 x 4
0 < 2 = 0 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2	0 < 2 → 0 x 2
0 < 1 = 0 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1	0 < 1 → 0 x 1
10101100	00010000	00000100	00010100

La dirección IPv4 binaria 10101100 000100000000010000010100

### 6.2.1.2 Tipos de direcciones en una red IPv4

#### Dirección de difusión (broadcast)

La dirección de broadcast IPv4 es una dirección especial para cada red que permite la comunicación a todos los host en esa red. Para enviar datos a todos los hosts de una red, un host puede enviar un solo paquete dirigido a la dirección de broadcast de la red.

La dirección de broadcast utiliza la dirección más alta en el rango de la red. Ésta es la dirección en la cual los bits de la porción de host son todos 1. Para la red 10.0.0.0 con 24 bits de red, la dirección de broadcast sería 10.0.0.255. A esta dirección se la conoce como broadcast dirigido.

10	0	0	255
00001010	00000000	00000000	11111111

### 6.2.1.3 Tipos de direcciones en una red IPv4

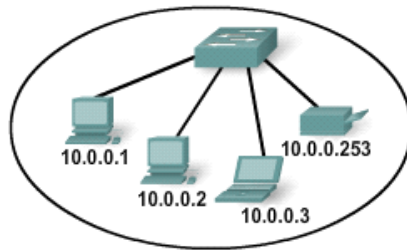
#### Dirección de host

Es la dirección asignada a cada host.

En Internet, ningún host debe tener una dirección asignada a otro host, cualquiera sea su ubicación en el planeta.

La dirección de host está comprendida entre la dirección de red y la dirección de difusión (broadcast).

10	0	0	1
00001010	00000000	00000000	00000001



#### 6.2.1.4 Tipo de direcciones en una red

##### Prefijos de red

Se debe conocer la cantidad de bits que representan la porción de red y la porción de host en una dirección IP.

Al expresar una dirección IP se agrega una longitud de prefijo a la dirección de red.

La longitud de prefijo de red es la cantidad de bits en la dirección IP que conforma la porción de red. Por ejemplo para la dirección 172.16.4.0 /24, el prefijo /24 indica la porción de red, lo cual especifica que los primeros 24 bits indican la dirección de red.

En este caso, los últimos ocho bits indican la porción de host, lo cual establece la cantidad de hosts que pueden ser configurados en esa misma red.

Si el prefijo fuese diferente de /24, cambia la dirección correspondiente al rango de host, la dirección de difusión (broadcast) y posiblemente la dirección de red.

Utilización de diferentes prefijos para la red 172.16.4.0

Red	Dirección de red Todos los bits de host (en rojo) = 0	Rango de host Representa todas las combinaciones de bits de host, excepto en donde los bits de host son sólo ceros o sólo unos	Dirección de broadcast Todos los bits de host (en rojo) = 1
172.16.4.0 /24	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.254	172.16.4.255
Representación binaria 24 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011	10101100.00010000. 00000100.11111111
		10101100.00010000.00000100.11111110	
172.16.4.0 /25	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.126	172.16.4.127
172.16.4.0 /26	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.62	172.16.4.63
172.16.4.0 /27	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.30	172.16.4.31

MISMA DIRECCIÓN DE RED  
PARA TODOS LOS PREFIJOS

DIFERENTE DIRECCIÓN DE  
BROADCAST PARA CADA  
PREFIJO

DIFERENTE CANTIDAD DE HOSTS PARA CADA PREFIJO  
254 hosts

### 6.2.1.5 Tipo de direcciones en una red

Otra forma de expresión del prefijo de red es por medio de la máscara de subred, lo cual establece el número de bits que pertenecen a la porción de red y el número de bits que pertenecen a la porción de host.

La máscara de subred también consta de 32 bits y distingue los bits de red y los bits de host. El prefijo asignado y la máscara de subred pueden variar dependiendo de la cantidad de hosts que se configuren en la red.

La dirección de red puede permanecer igual, pero el rango de direcciones de host y de difusión(broadcast) son diferentes para diferentes duraciones de prefijos.

Los bits que corresponden a la porción de red permanecen inalterables.

Utilización de diferentes prefijos para la red 172.16.4.0

Red	Dirección de red Todos los bits de host (en rojo) = 0	Rango de host Representa todas las combinaciones de bits de host, excepto en donde los bits de host son sólo zeros o sólo unos	Dirección de broadcast Todos los bits de host (en rojo) = 1
172.16.4.0 /24	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.254	172.16.4.255
172.16.4.0 /25	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.126	172.16.4.127
Representación binaria 25 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011 10101100.00010000.00000100.01111110	10101100.00010000. 00000100.01111111
172.16.4.0 /26	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.62	172.16.4.63
172.16.4.0 /27	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.30	172.16.4.31

MISMA DIRECCIÓN DE RED  
PARA TODOS LOS PREFIJOS

DIFERENTE DIRECCIÓN DE  
BROADCAST PARA CADA  
PREFIJO

DIFERENTE CANTIDAD DE HOSTS PARA CADA PREFIJO  
126 hosts

### 6.2.2.1 Cálculo de las direcciones de red, host y difusión (broadcast)

Para los cálculos de las direcciones, se usarán las direcciones en el formato binario.

Se debe considerar el octeto donde el prefijo de red divide a la porción de red y a la porción de host. En algunos ejemplos considerados la división de la porción de red y de host ocurrió en el último octeto. Sin embargo esa división o separación de las porciones puede ocurrir en otra posición diferente.

Asignación de direcciones para la red 172.16.20.0 /25.

Dirección de red: con un prefijo de red de /25, los últimos siete bits son bits de host. La dirección de red es la dirección más baja correspondiente a la porción de host. Su valor se obtiene haciendo todos los bits de la porción de host igual a cero 0000000. La dirección de red 172.16.20.0 /25.

Dirección de host más baja o primera dirección de host: es el siguiente número consecutivo a partir de la dirección de red. Es una dirección más elevada que la dirección de red. El valor binario está dado por la secuencia binaria 0000001. El valor decimal es 172.16.20.1 /25.

Dirección de difusión (broadcast): Es la dirección IP más elevada en la porción de host. Se obtiene haciendo 1111111 en la porción de host. El valor decimal es 172.16.20.127 /25.

Dirección de host más alta: es un número menor que la dirección de difusión (broadcast). Se obtiene con el valor 1111110. El valor decimal es 172.16.20.126 /25.

#### Asignación de direcciones

Dirección de red	Primera dirección host
172 . 16. 20. 0/25 10101100.00010000.00010100.00000000  -----Red ----- - host -  0+0+0+0+0+0+0+0=0 Dirección de red = 172.16.20.0	172 . 16. 20. 1 10101100.00010000.00010100.00000001  -----Red ----- - host -  0+0+0+0+0+0+0+1=1 Dirección host más baja = 172.16.20.1
Paso 1	Paso 2

Dirección de broadcast	Última dirección host
172 . 16. 20. 127 10101100.00010000.00010100.01111111  -----Red ----- - host -  0+64+32+16+8+4+2+1=127 Dirección de broadcast = 172.16.20.127	172 . 16. 20. 126 10101100.00010000.00010100.01111110  -----Red ----- - host -  0+64+32+16+8+4+2+0=126 Dirección host más alta = 172.16.20.126
Paso 3	Paso 4

### 6.2.2.2 Cálculo de las direcciones de red, host y difusión

Ejemplo: calcule las direcciones de red, host más bajo, host más alto y difusión (broadcast) para la asignación 168.87.232.147 / 22.

Dirección  
suministrada/prefijo de **168.87.232.147 /22**

Para cada fila, ingrese los valores para ese tipo de dirección.

Tipo de dirección	Ingrese el ÚLTIMO octeto en binarios	Ingrese el ÚLTIMO octeto en decimales	Ingrese la dirección completa en decimales
Red			
Broadcast			
Primera dirección host utilizable			
Última dirección host utilizable			

Dirección  
suministrada/prefijo de **168.87.232.147 /22**

Para cada fila, ingrese los valores para ese tipo de dirección.

Tipo de dirección	Ingrese el ÚLTIMO octeto en binarios	Ingrese el ÚLTIMO octeto en decimales	Ingrese la dirección completa en decimales
Red	00000000	0	168.87.232.0
Broadcast	11111111	255	168.87.235.255
Primera dirección host utilizable	00000001	1	168.87.232.1
Última dirección host utilizable	11111110	254	168.87.235.254



### 6.2.3.1 Unicast : tipos de comunicación

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

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

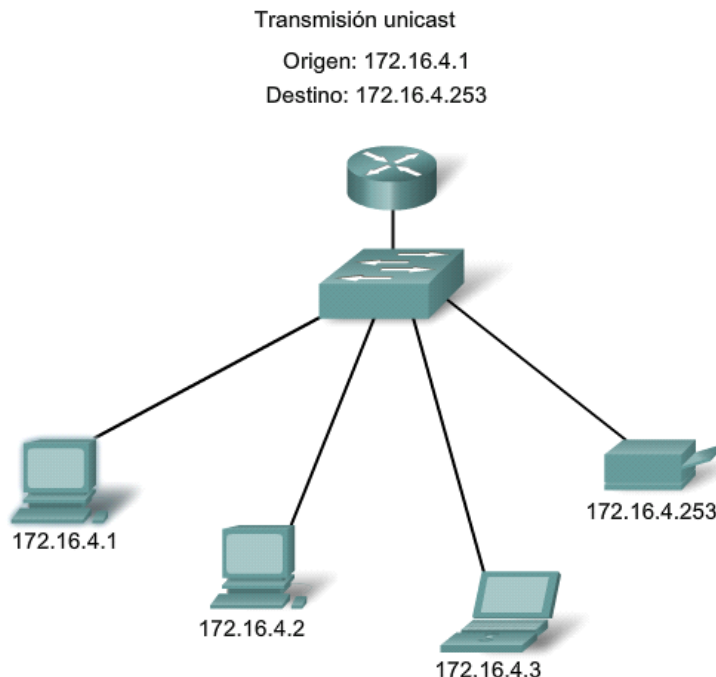
Broadcast: el proceso por el cual se envía un paquete de un host a todos los hosts de la red.

Multicast: el proceso por el cual se envía un paquete de un host a un grupo seleccionado de hosts.

Estos tres tipos de comunicación se usan con diferentes objetivos en las redes de datos. En los tres casos, se coloca la dirección IPv4 del host de origen en el encabezado del paquete como la dirección de origen.

#### Tráfico unicast

La comunicación unicast se usa para una comunicación normal de host a host, tanto en una red de cliente/servidor como en una red punto a punto. Los paquetes unicast utilizan la dirección host del dispositivo de destino como la dirección de destino y pueden enrutarse a través de una internetwork. Sin embargo, los paquetes broadcast y multicast usan direcciones especiales como la dirección de destino. Al utilizar estas direcciones especiales, los broadcasts están generalmente restringidos a la red local. El ámbito del tráfico multicast también puede estar limitado a la red local o enrutado a través de una internetwork.



### 6.2.3.2 Broadcast: tipos de comunicación

#### Transmisión broadcast

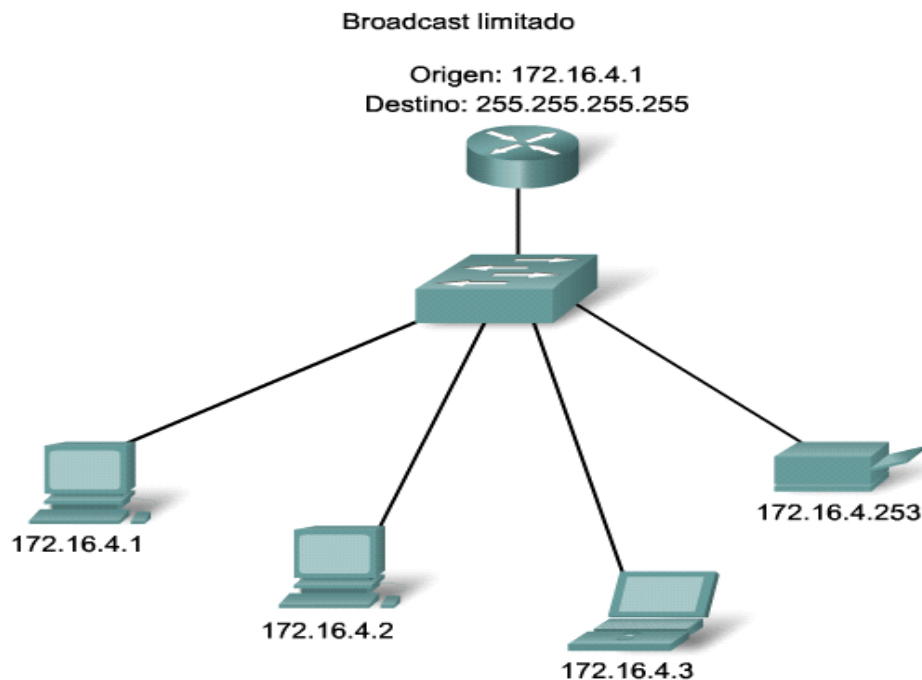
Envío de un paquete a todos los host de una red o subred. Se utiliza una dirección especial de destino. La transmisión de broadcast se usa cuando se desea ubicar la dirección de dispositivo cuya dirección IP no se conoce o cuando un host debe proporcionar información a todos los hosts de la red. Cuando un host recibe un paquete enviado en el modo broadcast, lo procesa y lo responde en el modo unicast.

Ejemplos de uso:

- Asignación de direcciones de capa superior hacia la capa inferior, solicitud de una dirección.
- Solicitud de información de una dirección.
- Intercambio de información de enrutamiento por medio de protocolos de enrutamiento.

Los enrutadores restringen el tráfico de broadcast desde y hacia otras redes. Los paquetes de broadcast están limitados a una red local.

El broadcast consume los recursos de una red. Los enrutadores dividen las redes en dominios de broadcast.

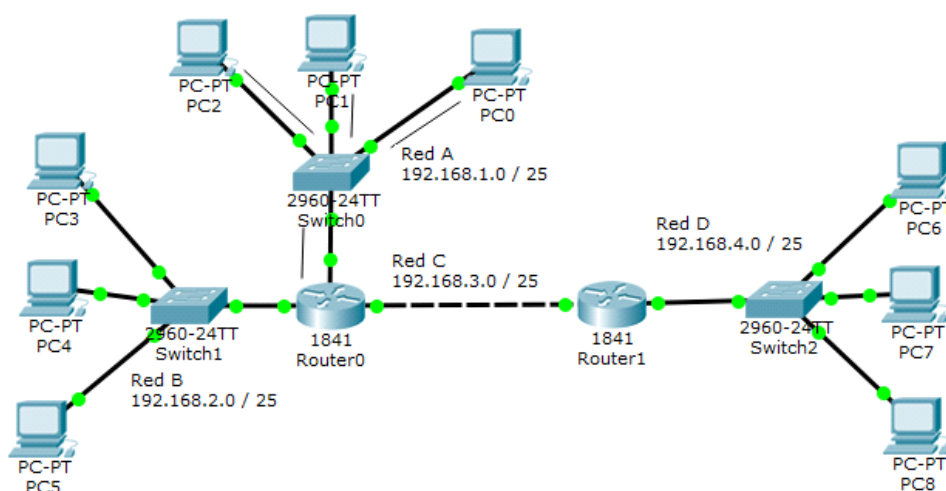


### 6.2.3.3 Broadcast limitado en una red

Broadcast limitado: tráfico hacia todos los host de la misma red o subred.

El enrutador segmenta redes o establece dominios de broadcast usualmente dentro de la red o subred local. La dirección de broadcast es 255.255.255.255.

Un host de la red de esta gráfica puede enviarle tráfico de broadcast a los demás por medio de la dirección 255.255.255.255. Esta forma de difusión es conocida como todos unos.



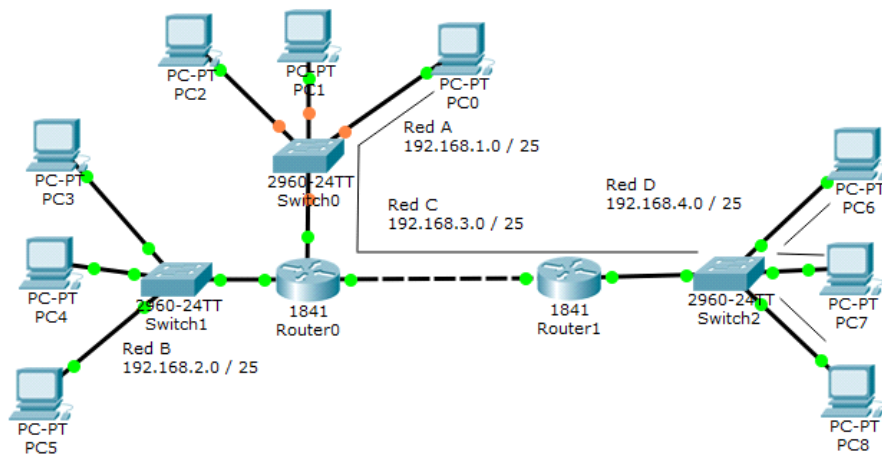
#### 6.2.3.4 Broadcast dirigido a una red

Broadcast dirigido: tráfico de un host que se envía a todos los host de otra red específica. Este tipo de tráfico puede estar dirigido a los hosts fuera de la red local.

En esta clase de broadcast, la porción host hacia la cual está dirigido el broadcast tiene el valor de todos unos.

Ejemplo: Los host de la red 192.168.4.0 /25 pueden recibir tráfico broadcast desde un host fuera de la red con la dirección 192.168.4.127 /25.

Los enrutadores usualmente no permiten este tipo de tráfico. El enrutador debe ser configurado para la retransmisión de este tráfico.



### 6.2.3.5 Multicast: tipos de comunicación

#### Transmisión multicast

Permite que un host envíe un único paquete a un conjunto seleccionado de hosts simultáneamente. Algunos ejemplos de transmisión multicast:

- Distribución de audio y video.
- Intercambio de información de enrutamiento por medio de protocolos de enrutamiento.
- Distribución de software.
- Suministro de noticias.

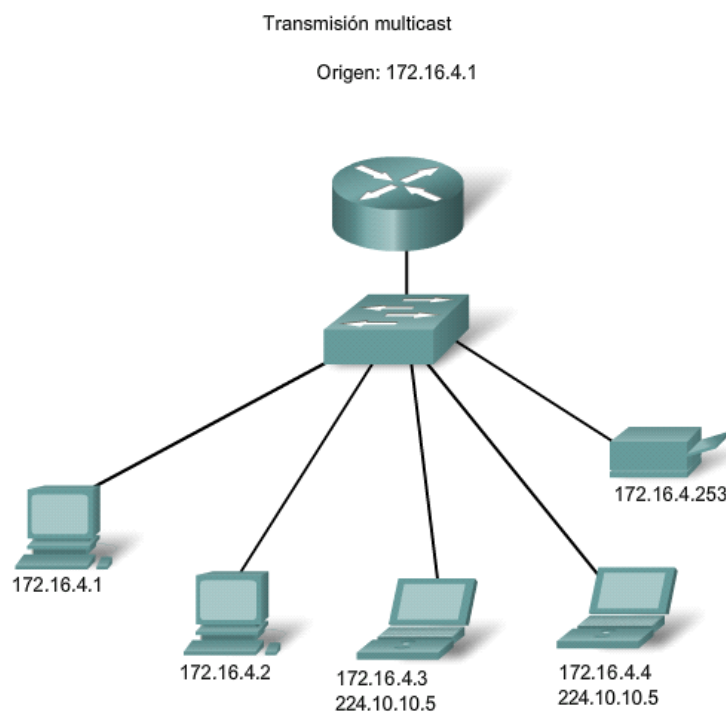
Los hosts que deseen recibir datos multicast se denominan clientes multicast.

Los clientes multicast pueden subscribirse a un grupo multicast.

Cada grupo multicast está representado por una sola dirección IPv4 de destino multicast.

Cuando un host se subscribe a un grupo multicast, procesa el tráfico dirigido al grupo multicast al cual pertenece y a su dirección unicast.

El esquema de direccionamiento IPv4 tiene separado un bloque de direcciones para el tráfico multicast: desde el 224.0.0.0 hasta el 239.255.255.255.



#### 6.2.3.6 Multicast: tipos de comunicación

Se basa en un único proceso de envío, independientemente del número de potenciales máquinas receptoras, de una misma información en una o más unidades de datos (datagramas IP) desde una máquina origen a todas las máquinas destinatarias que posean al menos un miembro de un determinado grupo de multidifusión y que, además, compartan una misma dirección de multidifusión; y, posiblemente, dispersas geográficamente en múltiples redes por Internet.

Por lo tanto, no es necesario la transmisión desde el origen una copia de la misma información, por separado, a cada una de dichas máquinas. Se resalta el hecho de que desde la máquina origen sólo se envía una vez la pertinente información y no se transmiten “n” copias de la misma aunque haya “n” destinatarios.

Si antes hablábamos de que una comunicación unicast era una llamada telefónica entre dos personas, podemos decir que una comunicación multicast podría ser una conferencia, en la que son varias las personas que se comunican entre sí. Un ejemplo claro de comunicación multicast en Internet es un IRC (Internet Relay Chat).

## 6.2.4 Rango de direcciones IPv4 reservadas

El rango de direcciones que se podrían estructurar abarca desde 0.0.0.0 hasta 255.255.255.255. No todas las direcciones están disponibles para los hosts teniendo en cuenta las direcciones de red, direcciones de broadcast, las direcciones multicast y las direcciones reservadas. Adicionalmente existen direcciones reservadas para múltiples propósitos.

### Direcciones experimentales

Comprenden desde 240.0.0.0 hasta el 255.255.255.254, reservadas para ser usada en el futuro. No son asignables a las redes operativas. Podrían ser utilizadas para fines de investigación o desarrollo.

### Direcciones multicast

Comprenden el rango 224.0.0.0 hasta el 239.255.255.255. El rango de direcciones de multicast se subdivide en diferentes tipos de direcciones: direcciones de enlace local reservadas, direcciones agrupadas globalmente y direcciones agrupadas administrativamente.

- Direcciones de enlace local reservadas: comprende el rango desde 224.0.0.0 hasta el 224.0.0.255 se utiliza en el multicast dentro de una red. En este caso todos los paquetes tienen un tiempo de vida TTL cuyo valor es uno. El tráfico no sale de la red. Se utiliza para el intercambio de información de enrutamiento.
- Direcciones de enlace local: comprende el rango de direcciones desde 169.254.1.0 hasta 169.254.254.255. Reservado por la IETF para enlaces locales.
- Direcciones agrupadas globalmente: desde 224.0.1.0 hasta 238.255.255.255, para transmisión de datos en Internet mediante multicast.
- Protocolo de la hora de red: utiliza la dirección 224.0.0.1 para la sincronización de los relojes de las redes de datos conmutadas por paquetes. Utiliza el protocolo UDP, puerto 123 en la capa de transporte.

### Direcciones de host

Después de este listado de direcciones reservadas, quedan disponibles las direcciones desde el 0.0.0.0 hasta el 223.255.255.255 para los hosts. Sin embargo existen otras direcciones reservadas en dicho rango.

Rangos de direcciones IPv4 reservadas

Tipo de dirección	Uso	Rango de direcciones IPv4 reservadas	RFC
Dirección host	utilizada en hosts IPv4	De 0.0.0.0 a 223.255.255.255	790
Direcciones multicast	utilizada en grupos multicast en una red local	De 224.0.0.0 a 239.255.255.255	1700
Direcciones experimentales	<ul style="list-style-type: none"><li>• utilizada para investigación o experimentación</li><li>• actualmente no se puede utilizar para los hosts en las redes IPv4</li></ul>	De 240.0.0.0 a 255.255.255.254	1700 3330

## 6.2.5 Direcciones públicas y privadas

### Direcciones públicas

La gran mayoría de las direcciones de host son direcciones públicas, disponibles para su conexión a la red Internet. Estas direcciones no deben estar duplicadas en la red universal.

### Direcciones privadas

Son direcciones IP reservadas para los hosts de una red que no requieren acceso a Internet. Muchos hosts están limitados en su conexión únicamente a una red local.

Estas direcciones son:

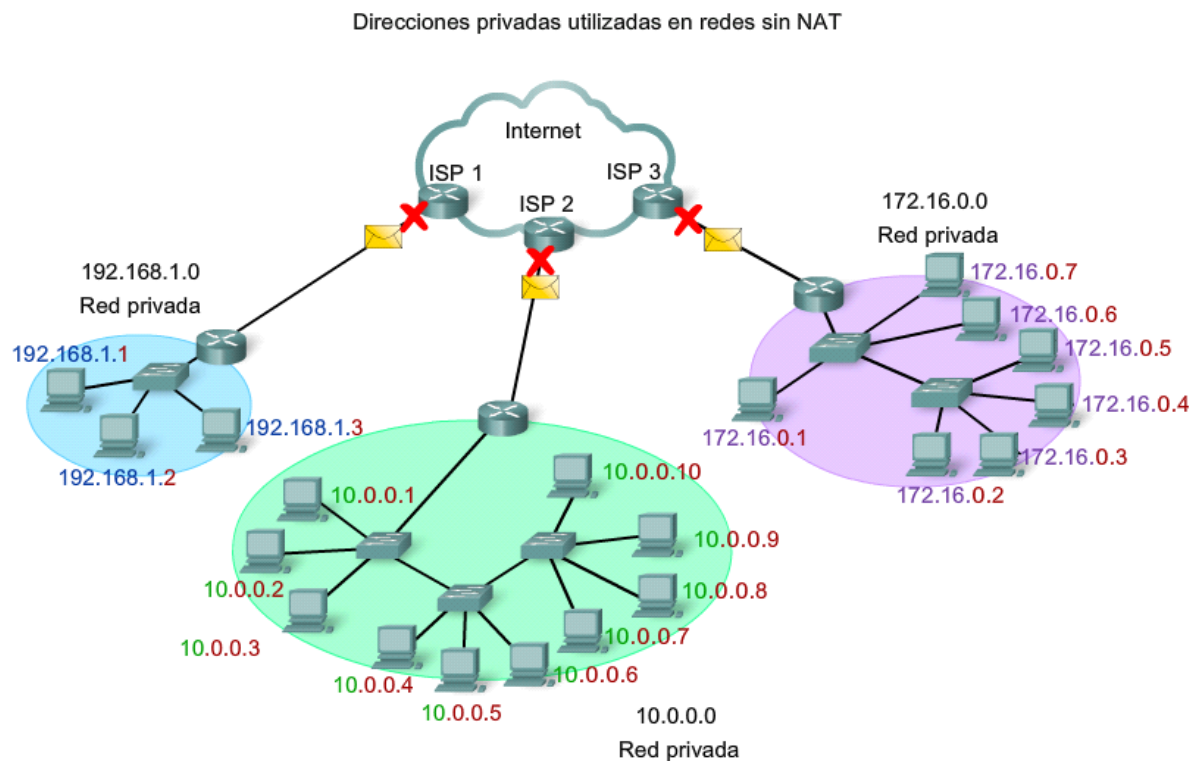
- Desde 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255 ; dirección 10.0.0.0 /8
- Desde 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255 ; dirección 172.16.0.0 /12
- Desde 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255 ; dirección 192.168.0.0 /16

Estas direcciones pueden estar duplicadas en redes privadas diferentes. Los paquetes originados por estas redes no son direccionables hacia la red pública.

Los enrutadores o firewall bloquean la salida de paquetes con estas direcciones.

### Traducción de direcciones de red

Algunas redes usan dispositivos de traducción de direcciones NAT para permitir que las direcciones de estos host con IP restringidos puedan ser cambiados a un IP de dirección pública en caso que vayan a enviar algún paquete fuera de la red.

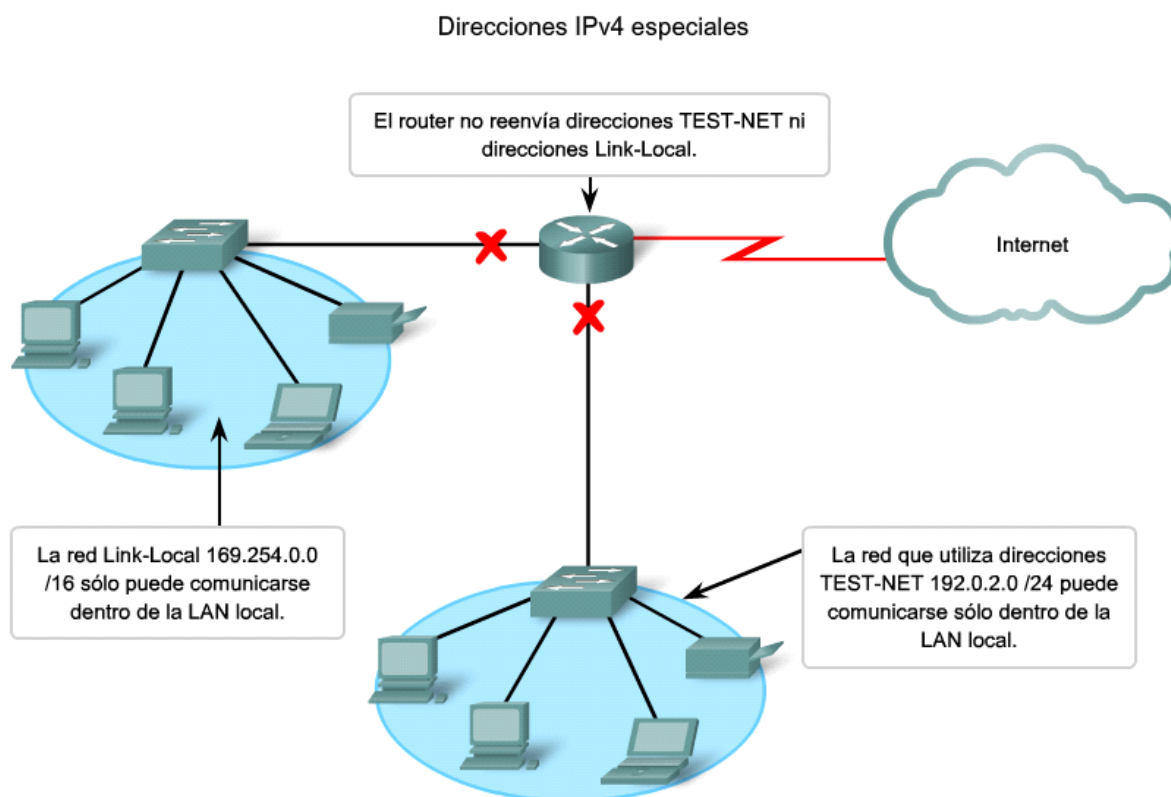




## 6.2.6 Direcciones IPv4 especiales

Algunas direcciones no pueden ser asignadas a los hosts. Otras direcciones de esta categoría pueden ser asignadas a los hosts con restricciones.

- Dirección de red: no asignable a ningún host.
- Dirección de broadcast: no asignable a ningún host.
- Ruta predeterminada: dirección 0.0.0.0 asignable como comodín cuando no se dispone de una ruta específica. Comprende el rango desde 0.0.0.0 hasta 0.255.255.255 ; dirección 0.0.0.0 /8.
- Tráfico de retorno (loopback): se utiliza la dirección 127.0.0.1. Un paquete con esta dirección se transmite a la interfaz de red y regresa a la misma aplicación. Se utiliza para probar el funcionamiento de la interfaz de red. Se reserva el rango desde 127.0.0.0 hasta 127.255.255.255. No se debe configurar ningún host con esta dirección.
- Direcciones link-local: el sistema operativo puede asignar direcciones IP en los equipos que no disponen un procedimiento de asignación de direcciones como el protocolo DHCP. El tráfico originado por estos hosts está limitado a la red local a la cual pertenecen. La dirección IP está comprendida desde 169.254.0.0 hasta 169.254.255.255 con la red 169.254.0.0 /16. Un host con esta dirección emite paquetes con un tiempo de vida TTL igual 1. Estos hosts son utilizados para el acceso a los servidores de la red a la cual pertenece.
- Direcciones test-net: el rango comprendido desde 192.0.2.0 hasta 192.0.2.255 están destinadas para la enseñanza y el aprendizaje. Las direcciones dentro de este bloque no deben aparecer en Internet para su distribución pública.



### 6.2.7.1 Direccionamiento IPv4 de legado

#### Direccionamiento con clase

Históricamente se estructuraron las redes con clase teniendo en cuenta la cantidad de redes y la cantidad de host. Las redes tenían un tamaño específico. Este es un direccionamiento de legado el cual fue estructurado para las primeras redes.

Bloques de clase A: los primeros ocho bits están destinados a la red y los últimos 24 bits están destinados a los hosts. Se podían conectar mas de 16 millones de host en cada red. El rango de direcciones abarcaba desde 0.0.0.0 /8 hasta 127.0.0.0 /8.

Estaba destinado para aproximadamente 126 redes en el planeta.

El plan de direccionamiento abarca desde cero hasta 127. Algunas direcciones reservadas deben ser excluidas.

Bloques de clase B: utiliza los dos octetos de orden superior para la porción de red y los dos octetos de orden inferior para la porción de host. Permite la configuración de 65534 hosts en cada red.

Abarca desde las direcciones 128.0.0.0 /16 hasta 191.255.0.0 / 16.

Era posible la configuración de aproximadamente 16000 redes.

Bloque de clase C: utiliza tres octetos para la porción de red y un octeto para la porción de host. Este bloque es apropiado para las redes pequeñas. Permite la configuración de hasta 254 hosts.

Proyectado para el suministro de aproximadamente 2097152 redes.

#### Limitaciones del sistema de direccionamiento con clase

Existe un gran desperdicio de direcciones de redes y host con esa estructura.

Para una empresa con 270 hosts o un poco más se le debe asignar una dirección de clase B, con capacidad de 65534 hosts. Aún quedan vestigios del direccionamiento con clase.

#### Direccionamiento sin clase

Se utiliza actualmente en función de la cantidad de host requeridos.

Clases de direcciones IP

Clase de dirección	Rango del primer octeto (decimal)	Bits del primer octeto (los bits verdes no se modifican)	Partes de las direcciones de red (N) y de host (H)	Máscara de subred predeterminada (decimal y binaria)	Cantidad de posibles redes y hosts por red
A	1-127**	00000000-01111111	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 ( $2^{21}-2$ ) 254 hosts por red ( $2^8-2$ )
D	224-239	11100000-11101111	NA (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	NA (experimental)		

\*\* Todos los ceros (0) y los unos (1) son direcciones hosts no válidas.

### 6.2.7.2 Direcciones con clase

Clase	Rango del primer octeto	Números de red válidos	Número total De redes	Número de host En cada red
A	1 a 126	1.0.0.0 a 126.0.0.0	$2^7 - 2$	$2^{24} - 2$
B	128 a 191	128.0.0.0 a 191.255.0.0	$2^{14}$	$2^{16} - 2$
C	192 a 223	192.0.0.0 a 223.255.255.0	$2^{21}$	$2^8 - 2$

### 6.3.1.1 Planificación del direccionamiento de la red

Evitar la asignación aleatoria y proceder con una planeación documentada para

- Evitar duplicaciones en la numeración de la red.
- Proporcionar y controlar el acceso: los servidores deben tener una identificación definida para que los clientes lo puedan encontrar.
- Seguridad: restricciones en el acceso a los usuarios con determinados prefijos de red.
- Rendimiento: localización de hosts que generan alto tráfico.

Asignación de direcciones en una red conforme al tipo de dispositivo:

- Dispositivos finales para usuarios.
- Servidores y periféricos.
- Hosts a los que se accede por Internet.
- Dispositivos intermediarios.

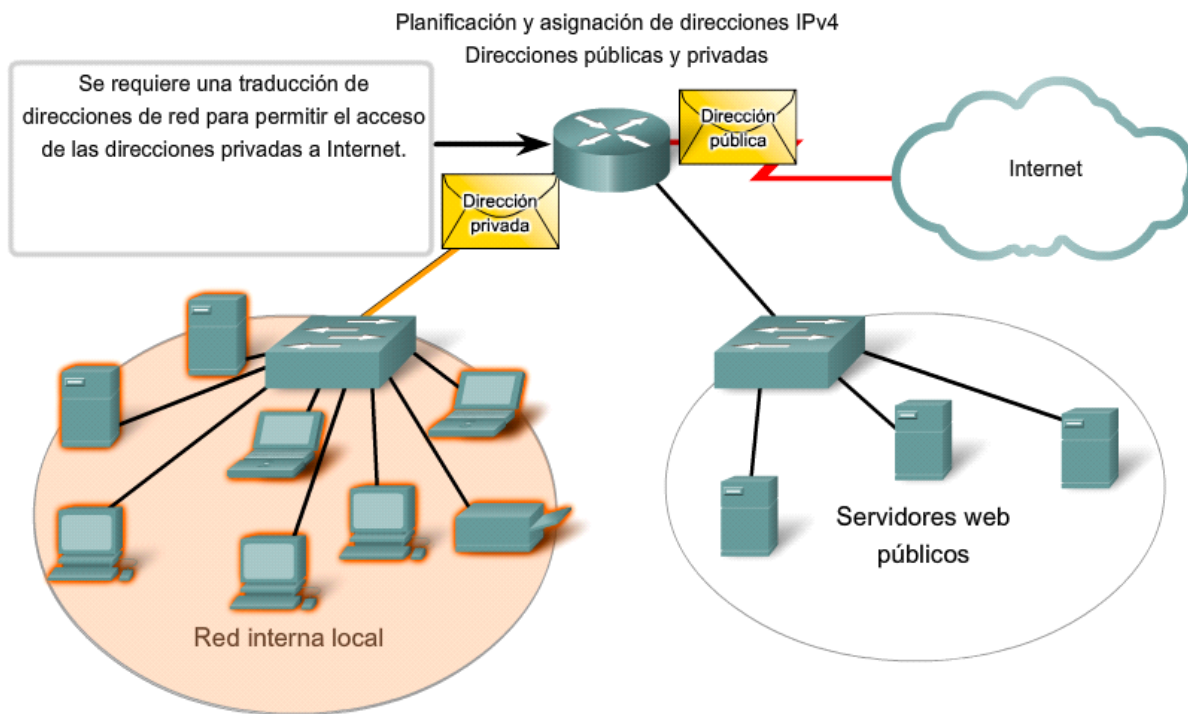


### 6.3.1.2 Planificación del direccionamiento de la red

Es necesario considerar:

- Si la cantidad de dispositivos con acceso a la red supera a la cantidad asignada por el plan de direccionamiento. Se plantea la alternativa del uso de direcciones privadas.
- Si se necesitara acceder a recursos de red desde fuera de la red.
- Si los dispositivos a los que se van a asignar direcciones IP requieren un traductor de direcciones para el acceso a la red.

Si el número de hosts excede a la cantidad de direcciones públicas, los servidores deben tener direcciones públicas preferencialmente.



### 6.3.2.1 Direccionamiento estático o dinámico para dispositivo de usuario final

Los dispositivos finales y algunos dispositivos de red deben tener una dirección IP asignada.

#### Direccionamiento estático

El administrador de la red debe configurar los equipos manualmente.

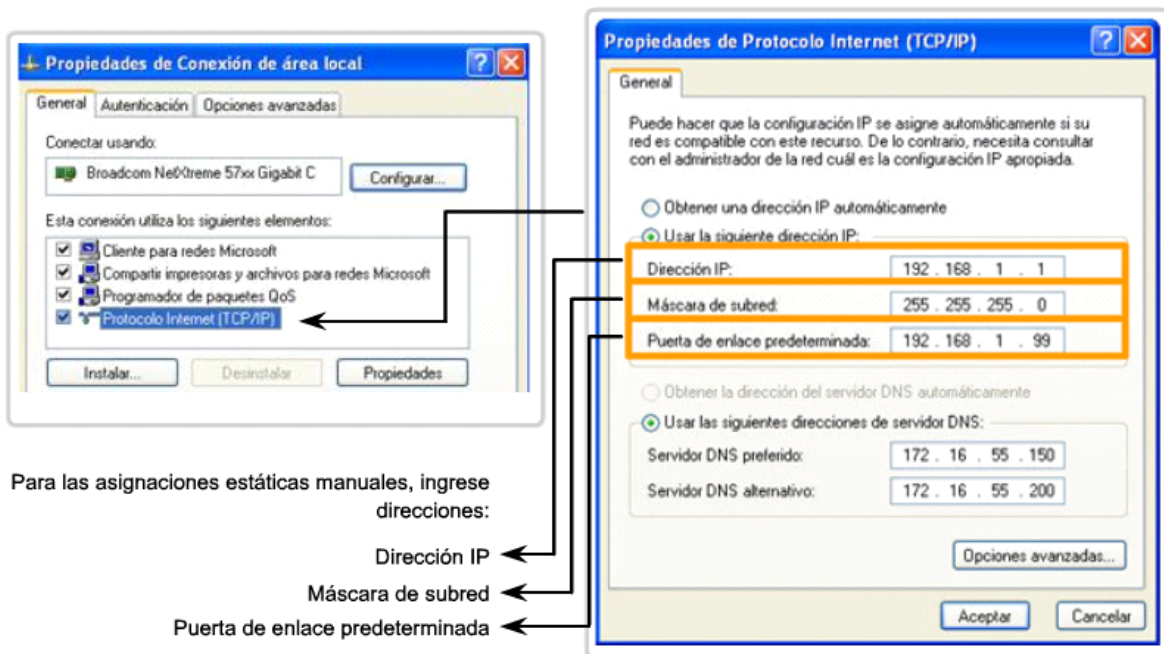
Como mínimo se debe ingresar la dirección IP, la máscara de red, la dirección del gateway por defecto y la dirección del servidor DNS.

Algunos dispositivos como por ejemplo los servidores, las impresoras de red, el gateway por defecto deben tener una dirección fija.

El direccionamiento estático permite que el administrador pueda identificar a cada uno de los dispositivos y establecer controles sobre los accesos a los recursos de la red.

No es un procedimiento práctico en redes grandes ni en donde se usan dispositivos portátiles que acceden a la red.

#### Direccionamiento de dispositivos finales



### 6.3.2.2 Direccionamiento estático o dinámico para dispositivo de usuario final

#### Direccionamiento dinámico

Uso del servidor DHCP para la asignación de la dirección IP, la máscara de red y la puerta de enlace predeterminada.

El servidor DHCP posee un listado de direcciones que utiliza para la asignación a los host en la medida que se conectan a la red.

Este procedimiento es útil para las redes con numerosos hosts.

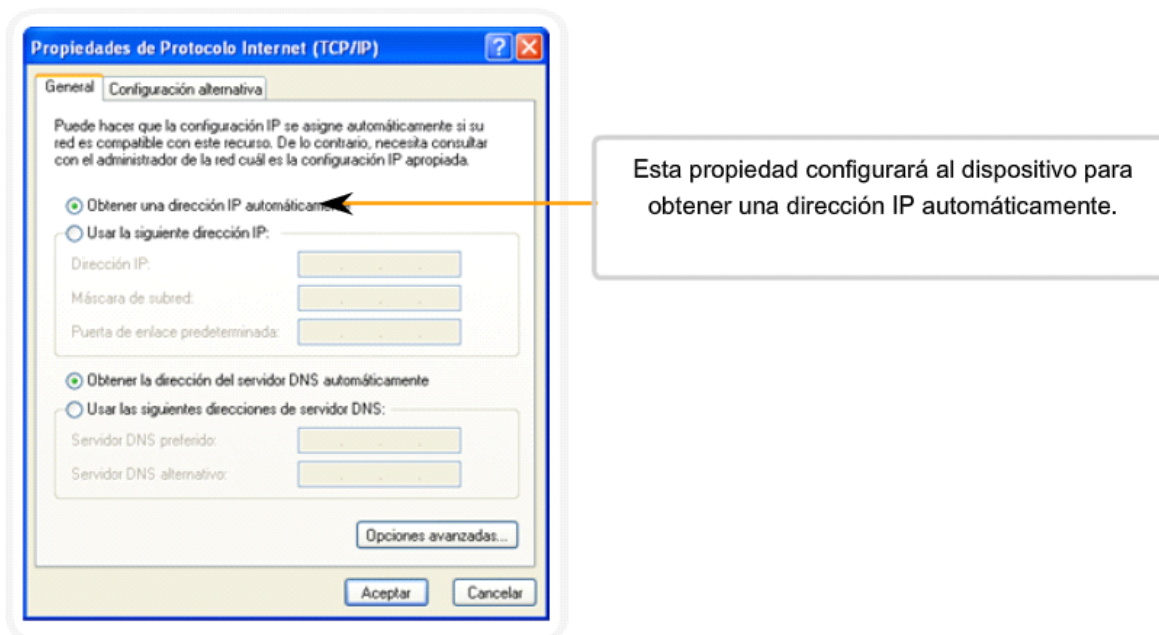
La asignación de direcciones se realiza temporalmente. Los hosts devuelven las direcciones cuando se desconectan de la red o cuando expira el tiempo de alquiler de la dirección.

Las direcciones devueltas al servidor son reutilizadas por el servidor para su asignación a otros usuarios en caso necesario.

Este procedimiento es adecuado en las redes donde existen numerosos usuarios con equipos portátiles quienes acceden a la red temporalmente.

Evita el riesgo de la asignación de direcciones duplicadas.

Asignación de direcciones dinámicas

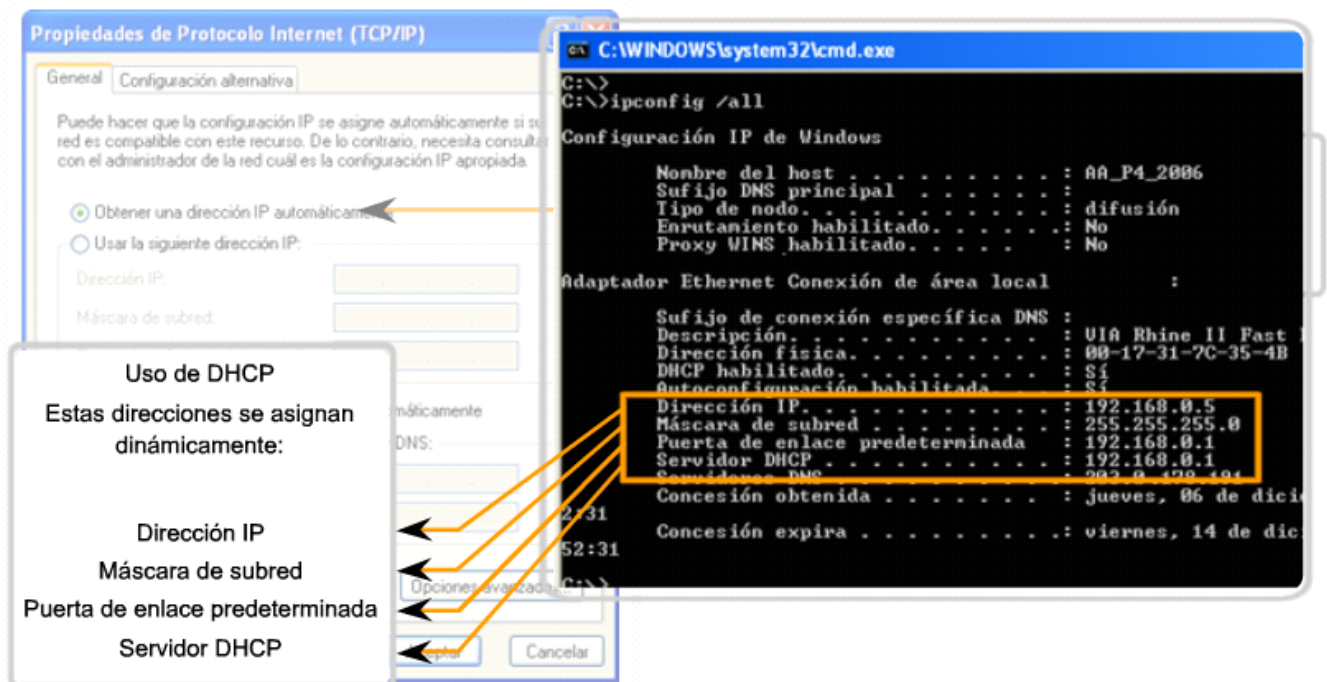




### 6.3.2.3 Direccionamiento estático o dinámico para dispositivo de usuario final

Ejemplo de una asignación dinámica de una dirección por medio del comando ipconfig /all.

#### Asignación de direcciones dinámicas





### 6.3.3 Asignación de direcciones a otros dispositivos

#### Direcciones para servidores y periféricos

Los servidores y las impresoras deben ser configuradas con direcciones estáticas, sin que tengan cambios.

En una red, existe una gran cantidad de tráfico desde y hacia estos dispositivos.

Se debe utilizar un procedimiento de numeración en la dirección IP que facilite su identificación.

#### Direcciones para hosts accesibles desde Internet

Los hosts pueden estar ubicados en direcciones públicas o privadas. Los hosts que estén ubicados en direcciones privadas y puedan acceder a Internet deben tener acceso a la NAT.

#### Direcciones para dispositivos intermediarios

Los hosts de una red tienen un alto flujo de tráfico desde y hacia estos dispositivos.

Los hosts son configurados en función de las direcciones de los dispositivos intermediarios.

Los dispositivos intermediarios deben tener una dirección estática, sin cambios en su identificación.

Algunos dispositivos intermediarios usan direcciones de capa tres para el enrutamiento del tráfico.

Otros dispositivos intermediarios usan la dirección de red para el diagnóstico remoto de dichos dispositivos. Los dispositivos intermediarios deben tener una dirección sin cambios.

#### Enrutadores y firewalls

Los enrutadores pueden estar equipados con varias interfaces para la conexión de varias redes con diferentes direcciones. Cada interfaz constituye una red.

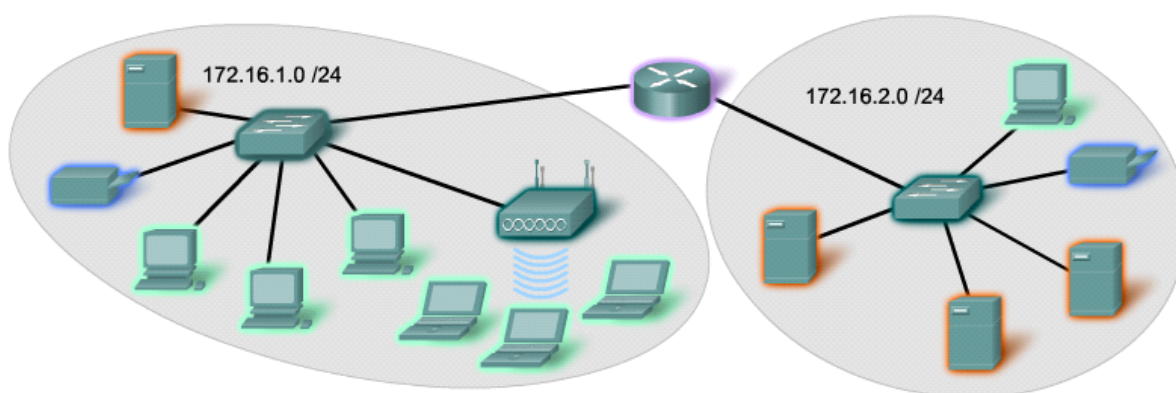
Los firewalls son dispositivos usados para la protección del tráfico en la red.

El tráfico desde y hacia estos dispositivos es alto

Estas direcciones deben ser estáticas y fáciles de identificar con el objetivo de discriminar el tráfico en cada interfaz del enrutador.

**Rangos de direcciones IP de los dispositivos**

Uso	Primera dirección	Última dirección	Dirección de resumen
Dirección de red	172.16.x.0	.....	172.16.x.0 /25
Hosts de usuarios (pool de DHCP)	172.16.x.1	172.16.x.127	
Servidores	172.16.x.128	172.16.x.191	172.16.x.128 /26
Periféricos	172.16.x.192	172.16.x.223	172.16.x.128 /26
Dispositivos de networking	172.16.x.224	172.16.x.253	172.16.x.224 /27
Router (gateway)	172.16.x.254	.....	
Broadcast	172.16.x.255	.....	



#### 6.3.4 Asignación de direcciones IP

Una compañía o empresa que desee acceder a la red Internet, debe tener asignado un bloque de direcciones públicas.

Inicialmente la IANA tuvo a su cargo la asignación de las direcciones de Internet.

A mediados de la década de los años 90, la IANA creó entidades regionales para el registro de las direcciones de Internet dependiendo de la zona geográfica.

Se crearon unas entidades denominadas Registros Regionales de Internet RIR, quienes tienen a su cargo la asignación de direcciones regionalmente.

La entidad regional para América Latina se denomina LACNIC ; <http://www.lacnic.net>

En cada uno de los países los Proveedores de Servicio de Internet se encargan de la asignación de las direcciones y la conectividad de los usuarios a Internet.

La IANA se encarga de la distribución de direcciones IP a las RIR para su posterior distribución a los ISP.

La IANA asigna direcciones multicast y suministra direcciones IPv6 a las regiones que soliciten direcciones adicionales.

##### Entidades que supervisan la asignación de direcciones IP

Global	IANA				
Registros de Internet regionales	AfriNIC Región de África	APNIC Asia/ Región del Pacífico	LACNIC Región de América Latina y el Caribe	ARIN Región de América del Norte	RIPE NCC Europa, Medio Oriente, Región de Asia Central

### 6.3.5.1 Proveedores de servicios de Internet ISP

#### Función de los ISP

Los ISP son empresas que poseen sus propias redes para el ofrecimiento de servicios de telecomunicaciones a las empresas solicitantes y a otros proveedores.

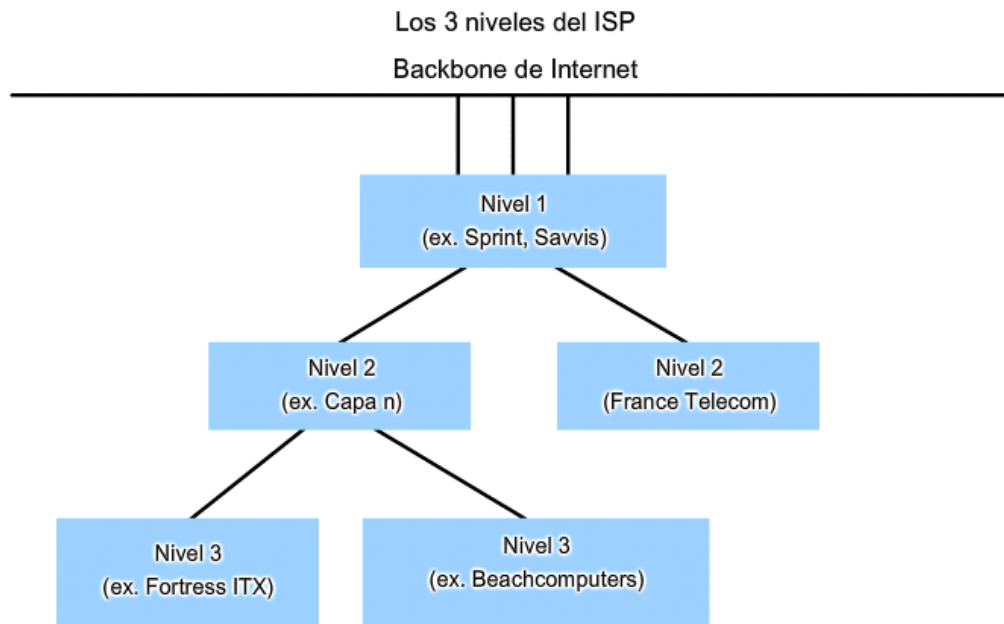
Disponen de direcciones IP para la asignación a sus clientes empresariales o a otros ISP

En caso que el cliente cambie de ISP, este le asigna una nueva dirección IP y el cliente devuelve la dirección anterior para su reutilización.

#### Servicios del ISP

Todos los usuarios que acceden a Internet lo hacen a través de un ISP.

Los ISP ofrecen algunos servicios a sus clientes, entre ellos servidor DHCP, servidor DNS, correo electrónico y sitios web entre otros.



### 6.3.5.2 Proveedores de servicio de Internet ISP

#### Niveles del ISP

Los ISP son designados conforme a su nivel de conexión a la red troncal de Internet.

Los ISP de orden inferior se conectan a los ISP de orden superior, para alcanzar la red troncal de Internet.

#### ISP de nivel 1

Estas empresas tienen conexión directa con la red troncal de Internet.

Proveen servicios de Internet a las grandes empresas que requieren un considerable ancho de banda.

También le proveen la conectividad a la red de Internet a los ISP de orden inferior.

Debido a su proximidad a la red troncal de Internet pueden ofrecer un servicio confiable.

El costo de conexión a este tipo nivel de ISP es más elevado que los otros niveles.

#### ISP de nivel 2

Adquieren los servicios de conexión de los ISP de nivel uno.

El nivel 2 está orientado a ofrecer servicios de conectividad empresariales.

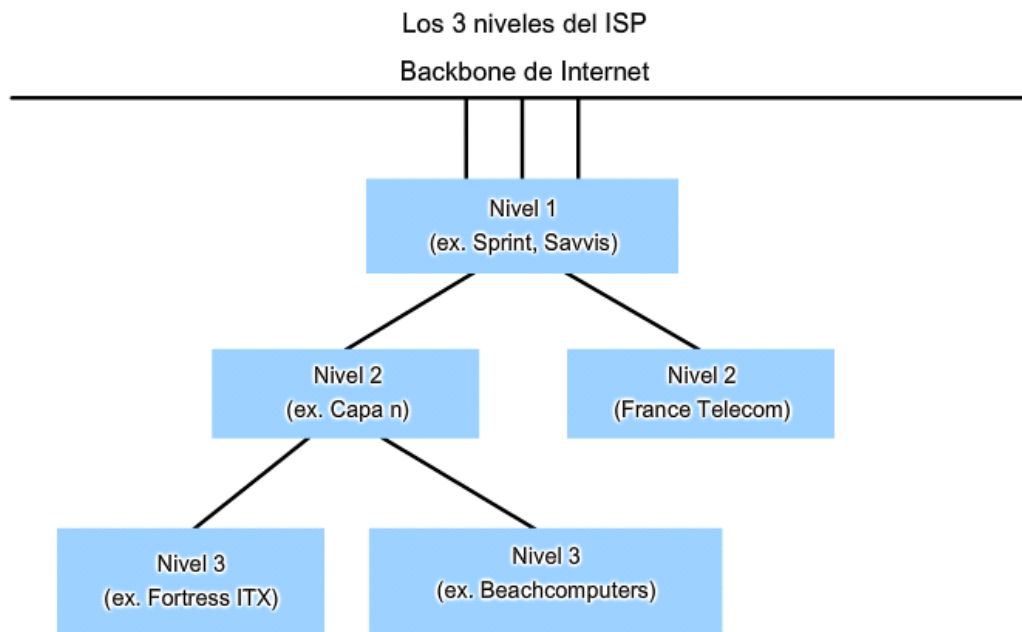
Usualmente cuentan con recursos de la TI para el ofrecimiento de servicios de servidores DHCP, servidores DNS, portales WEB, servidores de correo electrónico entre otros.

El servicio ofrecido por este nivel es menos confiable que el nivel uno.

#### ISP de nivel 3

Orientado al ofrecimiento de servicios a las empresas pequeñas y a los clientes residenciales.

Ofrecen un ancho de banda pequeño y el servicio está orientado a la conectividad del cliente a la red de Internet.



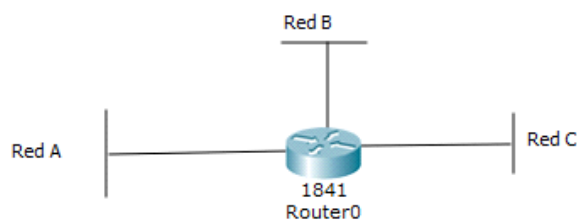
### 6.3.6.1 Enrutamiento a redes

El enrutador contiene una tabla de enrutamiento hacia cada una de las redes con la cual tiene conexión directa. Alguno de los campos de la tabla de enrutamiento contiene la siguiente información relacionada con las redes conectadas directamente: dirección IP de la subred de destino, máscara de subred de destino, puerto de entrada y salida de la red de destino.

El enrutador establece la ruta directa del tráfico terminal hacia cualquiera de los puertos. El tráfico terminal finaliza en una de las redes contiguas, si la red de destino se encuentra a un solo salto de la red de origen de la información.

No se requiere la elaboración de ninguna tabla de enrutamiento para el tráfico iniciado en una red y el cual finaliza en otra red del mismo enrutador.

El enrutador reconoce y enruta directamente el tráfico terminal de un salto hacia la correspondiente red contigua



#### 6.4.1.1 Máscara de subred: definición de las porciones de red y host

Una dirección IPv4 tiene una porción de red y una porción de host.

La duración del prefijo /xx indica la cantidad de bits que conforman la porción de red.

Los dispositivos usan un patrón separado para la definición de las porciones de red y host en una dirección IP.

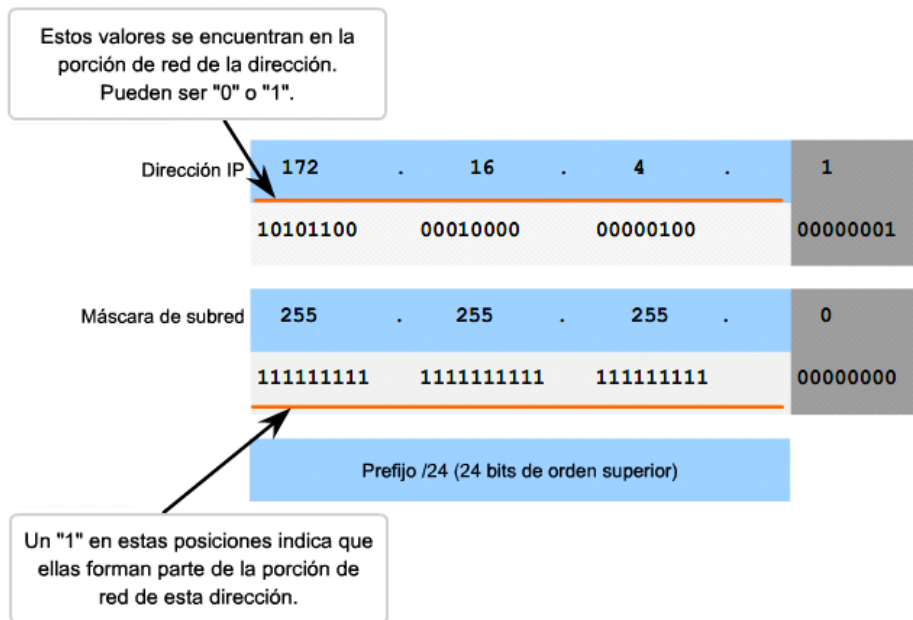
Ese patrón denominado máscara de subred, consta de 32 bits, separados en cuatro octetos, con representación numérica similar a una dirección IP.

La máscara de subred se crea al colocar unos binarios en cada una de las posiciones que corresponden a la porción de red y ceros binarios en cada una de las posiciones que corresponden a la porción de host.

El prefijo de red y la máscara de subred son formas diferentes de presentación de la porción de red.

La máscara de subred se configura en un host junto con la dirección IPv4, para definir la porción de red de esa dirección.

Porciones de red y de hosts de una dirección IP



### 6.4.1.2 Máscara de subred: definición

Ejemplo: para la dirección IP 172.16.20.35 /27 se tiene

Dirección IP: 172.16.20.35

10101100.00010000.00010100.00100011

Máscara de subred: 255.255.255.224

11111111.11111111.11111111.11100000

Dirección de red: 172.16.20.32

10101100.00010000.00010100.00100000

Los bits de orden superior de las máscaras son unos binarios consecutivos, existe una cantidad limitada de valores de valores de subred en un octeto.

10000000: 128.

11000000: 192.

11100000: 224.

11110000: 240.

11111000: 248.

11111100: 252.

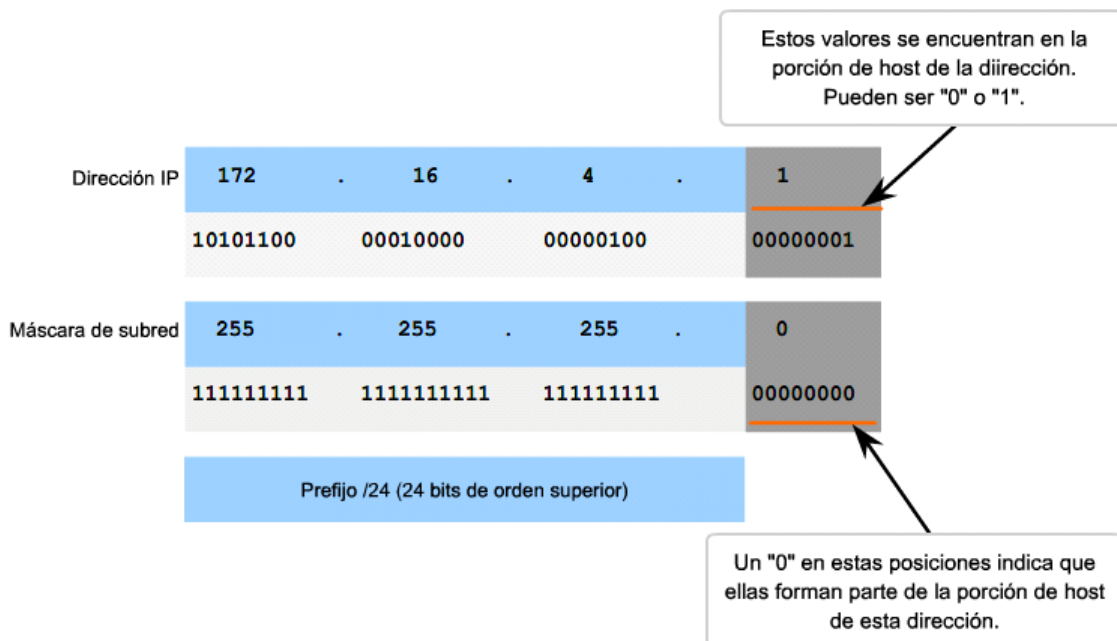
11111110: 254.

11111111: 255.

Si la máscara de subred de un octeto se representa con 255, entonces todos los bits de ese octeto son bits de red.

Si la máscara de subred de un octeto se representa con 0, entonces todos los bits de ese octeto son bits de host.

Porciones de red y de hosts de una dirección IP



### 6.4.2.2 Lógica AND, identificación de la red

Un host de origen debe determinar si un paquete debe ser entregado a un host de la red local o si debe ser entregado a la puerta de entrada por defecto (gateway).

Un host debe conocer la dirección de su propia red.

Un host obtiene su propia dirección de red al aplicar la AND entre su dirección IP y la máscara de su subred.

Un host aplica la AND entre la dirección del host de destino y la máscara de subred del host de destino.

Si las dos direcciones de red son iguales, el tráfico se entrega al host local.

Si las dos direcciones de red son diferentes, el tráfico es entregado a la puerta de enlace por defecto (gateway).

Aplicación de la máscara de subred							
Un dispositivo con la dirección 192.0.0.1 pertenece a la red 192.0.0.0							
Bits de orden superior				Bits de orden inferior			
Prefijo /16							
	192	.	0	.	0	.	1
Dirección de host	11000000		00000000		00000000		00000001
Máscara de subred	255		255		0		0
	11111111		11111111		00000000		00000000
Dirección de red	11000000		00000000		00000000		00000000
Red	192	.	0	.	0	.	0



### 6.4.2.1 Lógica AND, identificación de la red

El envío de un paquete se efectúa por medio de la dirección de red.

La dirección de la red de destino se determina por medio de la operación AND entre la dirección IP de destino y la máscara correspondiente a la red de destino.

Se aplica la lógica AND a la dirección de la subred de destino y su máscara de subred para determinar la red a la cual pertenece el host.

Los enrutadores usan AND para la determinación de una ruta aceptable para un paquete entrante. El enrutador verifica la dirección de destino e intenta asociarlo con el siguiente salto.

Cuando llega un paquete a un enrutador, este realiza la operación AND entre el paquete entrante y las máscaras de subred de las rutas posibles que tiene configurado el enrutador.

De esta forma se tiene la dirección de red que se compara con las direcciones posibles que tiene almacenado el enrutador.

Aplicación de la máscara de subred							
Un dispositivo con la dirección 192.0.0.1 pertenece a la red 192.0.0.0							
Bits de orden superior				Bits de orden inferior			
Prefijo /16							
	192	.	0	.	0	.	1
Dirección de host	11000000		00000000		00000000		00000001
Máscara de subred	255		255		0		0
	11111111		11111111		00000000		00000000
Dirección de red	11000000		00000000		00000000		00000000
Red	192	.	0	.	0	.	0

### 6.4.3.1 El proceso de aplicación de AND

La operación AND se aplica a cada bit de la dirección binaria.

Ejemplo: calcule la dirección de red correspondiente a la siguiente dirección.

Utilización de la máscara de subred para determinar la dirección de red para el host 172.16.132.70/20

Convierta la dirección de red binaria en decimal

Dirección host	172	16	132	70
Dirección host binaria	10101100	00010000	10000100	01000110
Máscara de subred binaria	11111111	11111111	11110000	00000000
Dirección de red binaria	10101100	00010000	10000000	00000000
Dirección de red	172	16	128	0

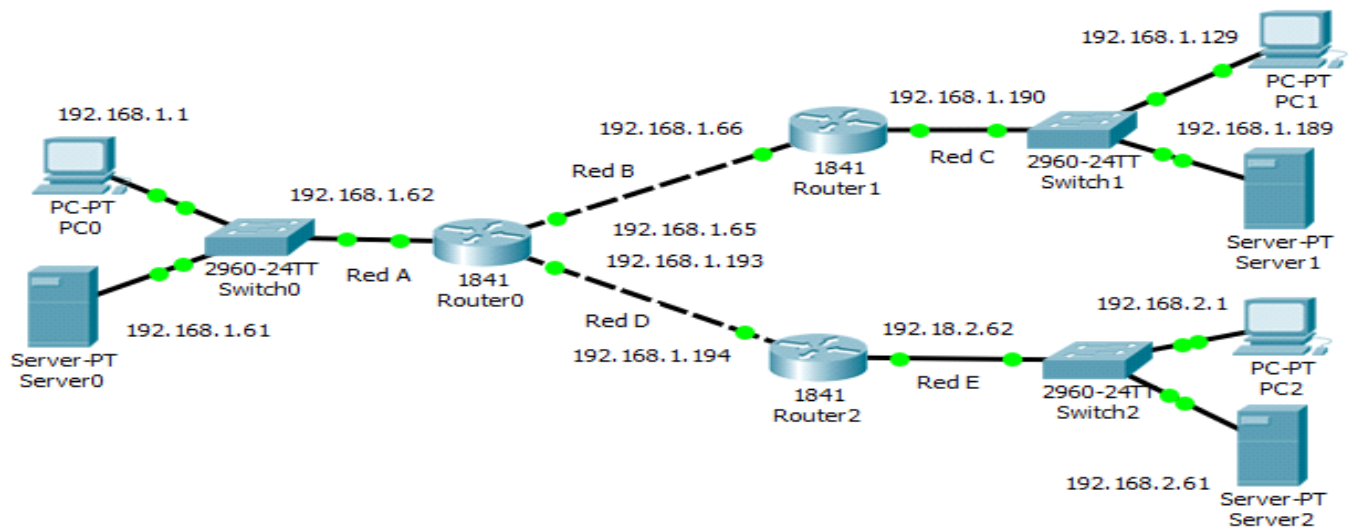
### 6.4.3.2 Enrutamiento dirigido

Ejemplo: la red A tiene la dirección de red más baja 192.168.1.0 /26. Las redes Red B, Red C, Red D y Red E tienen direcciones crecientes. Cada una de las redes tiene el mismo número de hosts.

El direccionamiento ya se encuentra elaborado. Es necesario la implementación del enrutamiento en los enrutadores Router0, Router1 y Router2.

En el enrutador Router0 existe una derivación hacia rutas diferentes. En los procedimientos de simulación se debe configurar el enrutamiento dirigido hacia las redes de destino.

En las redes reales debe ser agregado el enrutamiento predeterminado como un enrutamiento de último recurso.



### 6.4.3.3 Enrutamiento dirigido

#### Creación de la tabla estática de enrutamiento del Router0

Cualquier tráfico originado en un host de la red A y dirigido a un host de la red C, debe ser enrutado específicamente a la dirección de red de C con su correspondiente máscara.

Red de destino: 192.168.1.128

Máscara de la red de destino: 255.255.255.192

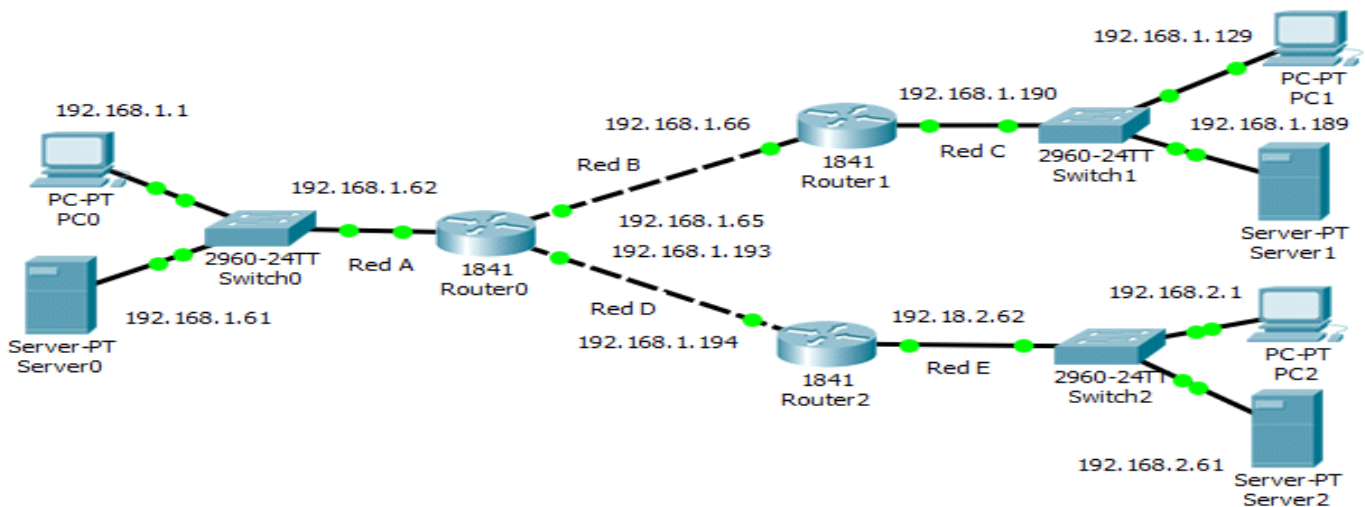
Dirección del siguiente salto: 192.168.1.66

Cualquier tráfico originado en un host de la red A y dirigido a un host de la red E, debe ser enrutado específicamente a la dirección de red de E con su correspondiente máscara

Red de destino: 192.168.2.0

Máscara de la red de destino: 255.255.255.192

Dirección del siguiente salto: 192.168.1.194



#### 6.4.3.4 Enrutamiento dirigido

##### Creación de la tabla de enrutamiento en el enrutador Router1

Existe una sola ruta desde el enrutador Router1 hacia las redes distantes Red A y Red E.

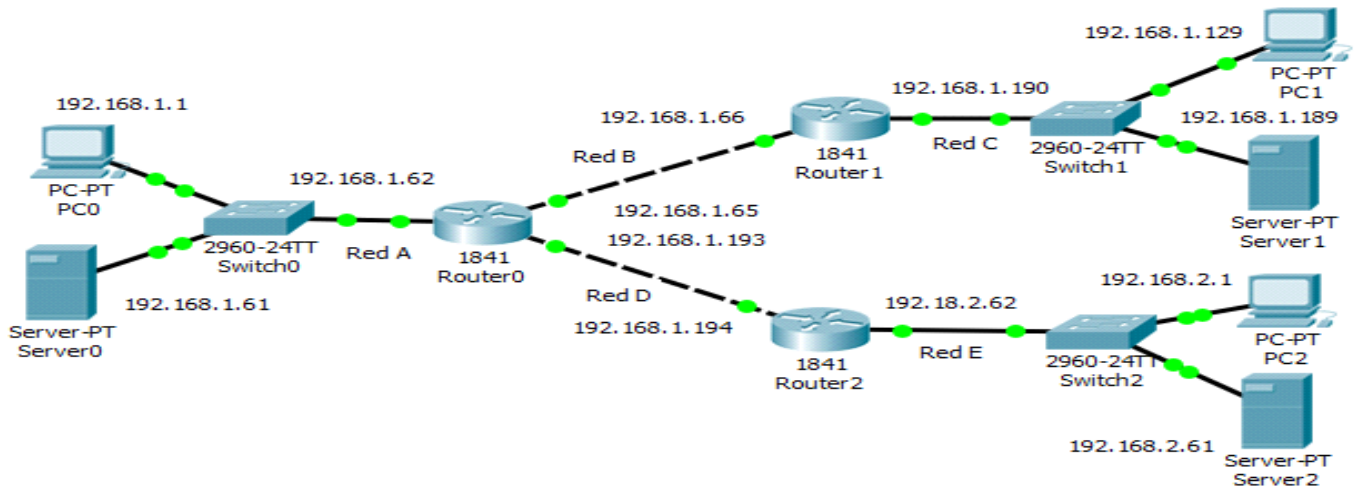
Existe una sola ruta saliente del enrutador Router1 hacia las otras redes. Es posible el uso de la ruta de último recurso o ruta predeterminada.

Cualquier tráfico originado en un host de la red C y dirigido a un host de la red A o E, puede ser enrutado de forma predeterminada hacia cualquier red y que tenga cualquier máscara.

Red de destino: 0.0.0.0

Máscara de la red de destino: 0.0.0.0

Dirección del siguiente salto: 192.168.1.65



### 6.4.3.5 Enrutamiento dirigido

#### Creación de la tabla de enrutamiento en el enrutador Router2

Existe una sola ruta desde el enrutador Router2 hacia las redes distantes Red A y Red C.

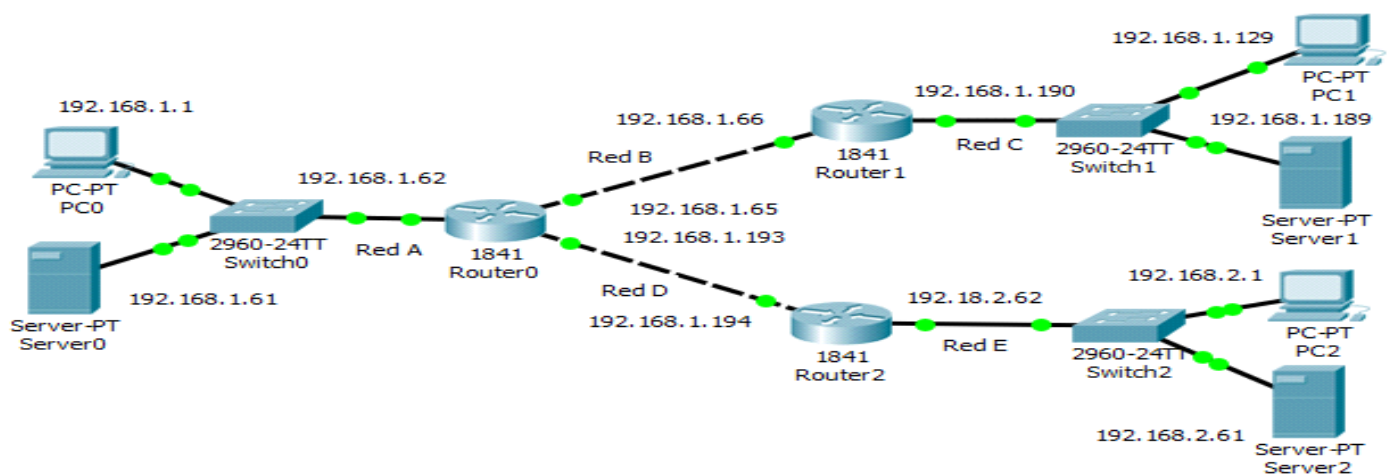
Existe una sola ruta saliente del enrutador Router2 hacia las otras redes. Es posible el uso de la ruta de último recurso o ruta predeterminada.

Cualquier tráfico originado en un host de la red E y dirigido a un host de la red A o C, puede ser enrutado de forma predeterminada hacia cualquier red y que tenga cualquier máscara.

Red de destino: 0.0.0.0

Máscara de la red de destino: 0.0.0.0

Dirección del siguiente salto: 192.168.1.193



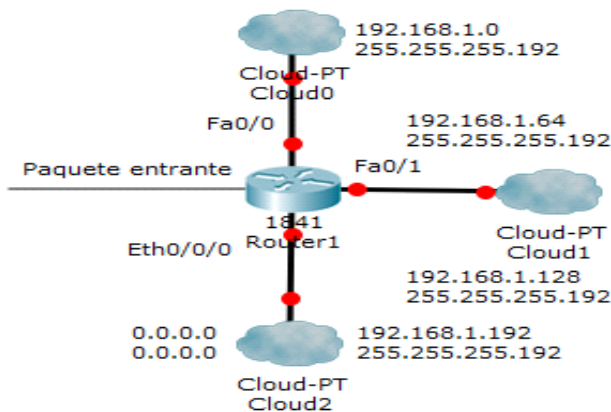
#### 6.4.3.6 Enrutamiento dirigido

La determinación de la red de destino de un paquete entrante se calcula por medio de la operación AND entre la dirección IP de destino del paquete entrante y cada una de las máscaras de la subred de destino que se encuentre almacenado en el enrutador.

Si el resultado de la operación AND coincide con alguna de las direcciones de red almacenada por el enrutador, el paquete tiene el destino a esa red específica.

Esto determina la interfaz de salida o puerta de enlace predeterminada del paquete.

En el proceso de evaluación de la red de destino, si dos o más redes presentan una analogía en sus direcciones de red con relación a la dirección IP entrante, el destino se establece con la dirección de red que más analogías tenga con el resultado de la operación AND.



La tabla de enrutamiento del enrutador Router1 contiene la siguiente información de las redes remotas

Interface del enrutador	Dirección IP de la red remota	Máscara de la red remota
Fa0/0	192.168.1.0	255.255.255.192
Fa0/1	192.168.1.64	255.255.255.192
Fa0/1	192.168.1.128	255.255.255.192
Eth0/0/0	192.168.1.192	255.255.255.192
Eth0/0/0	0.0.0.0	0.0.0.0

Se tienen tres paquetes entrantes independientes con los valores

192.168.1.35

192.168.1.130

192.168.2.35

Determine a que red se enruta el tráfico para cada uno de los paquetes IP entrantes ?

#### 6.4.3.7 Ejemplo de direccionamiento

La red A tiene la dirección IP 192.168.2.128 / 25 , complete la siguiente tabla con las direcciones de las redes B y C con direcciones consecutivas ascendente que todos tengan la misma cantidad de hosts.

Identificación de la red	Dirección de red	Dirección configurable mas baja	Dirección configurable mas alta	Dirección de difusión (broadcast)



#### 6.4.3.8 Ejemplo de enrutamiento

El host PC0 envía dos paquetes a los servidores ubicados en las redes Cloud0 y Cloud1 por medio de las siguientes direcciones IP: 192.168.1.80 y 192.168.1.135. Determine el destino de cada paquete en la siguiente gráfica.

