

Capítulo 7: Análisis del nivel de red.

Capa Internet.

En el modelo de referencia de OSI, la capa de red aísla los protocolos de la capa superior de los detalles de la red subyacente y administra las conexiones de red. Normalmente IP se describe como la capa de red de TCP/IP.

Debido al énfasis de *Internet* de TCP/IP, éste se denomina normalmente **capa Internet** en el modelo TCP/IP. El propósito de la capa Internet es enviar paquetes desde un dispositivo utilizando el protocolo correcto que opera en esta capa. En esta capa se determina la mejor ruta y la conmutación de paquetes.

Para que en una red dos ordenadores puedan comunicarse entre sí deben estar identificados con precisión. Este identificador puede estar definido en niveles bajos (*identificador físico*) o en niveles altos (*identificador lógico*) dependiendo del protocolo utilizado. TCP/IP utiliza un identificador denominado **dirección internet** o **dirección IP**, cuya longitud es de 32 bytes. La dirección IP identifica tanto a la red a la que pertenece un ordenador como a él mismo dentro de dicha red.

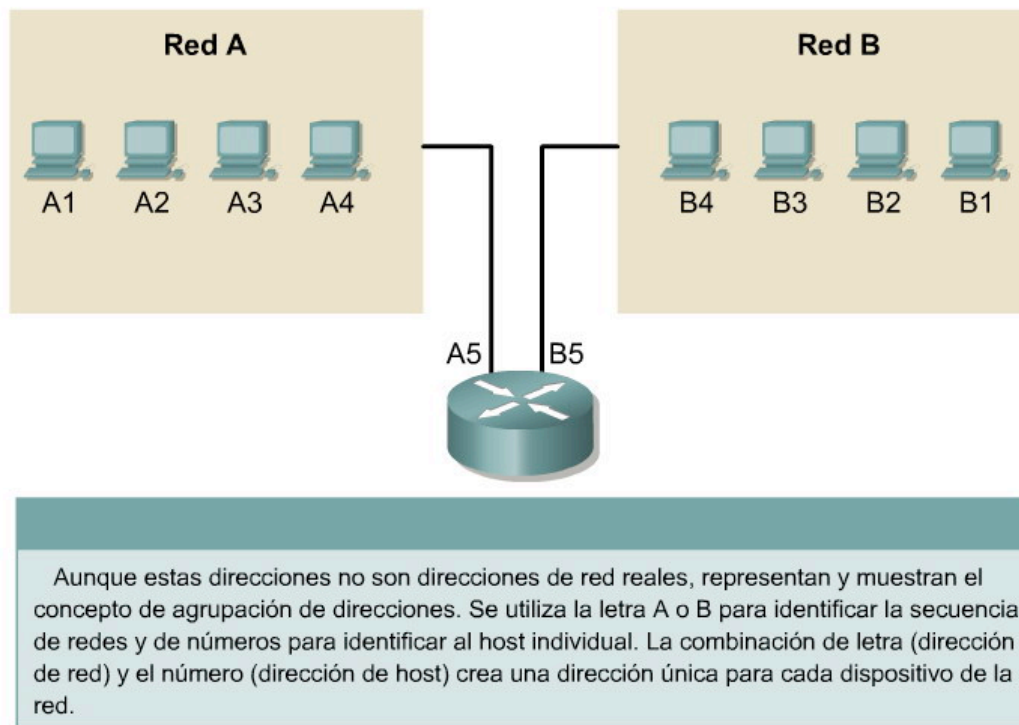
En la capa Internet de TCP/IP operan varios protocolos:

- **Protocolo de Interred (IP, *Internet Protocol*)**: Proporciona enrutamiento de paquetes sin conexión, con el máximo esfuerzo de entrega. No se preocupa por el contenido de los paquetes. En su lugar, busca una forma de mover los paquetes hasta su destino.
- **Protocolo de mensajes de control en Internet (ICMP, *Internet Control Message Protocol*)**: Proporciona capacidades de control y mensajería.
- **Protocolo de resolución de direcciones (ARP, *Address Resolution Protocol*)**: Le permite a un equipo obtener la dirección física de un equipo destino, ubicado en la misma red física, proporcionando solamente la dirección IP destino.
- **Protocolo de resolución inversa de direcciones (RARP, *Reverse Address Resolution Protocol*)**: Es el protocolo inverso del ARP, es decir, localiza la dirección lógica de un nodo a partir de la dirección física del mismo.

Direccionamiento IP

Para que dos sistemas se comuniquen, se deben poder identificar y localizar entre sí. Aunque las direcciones de la figura no son direcciones de red reales, representan el concepto de agrupamiento de las direcciones. Este utiliza A o B para identificar la red y la secuencia de números para identificar el host individual.

La combinación de letra (dirección de red) y número (dirección de host) forma una dirección única para cada dispositivo de red.

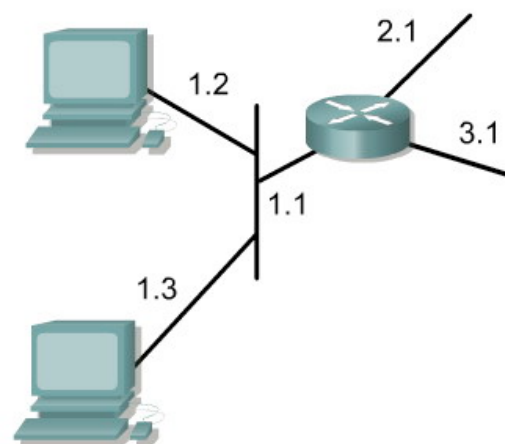


Un computador puede estar conectado a más de una red. En este caso, se le debe asignar al sistema más de una dirección. Cada dirección identificará la conexión del computador a una red diferente. No se suele decir que un dispositivo tiene una dirección sino que cada uno de los puntos de conexión (o interfaces) de dicho dispositivo tiene una dirección en una red.

Cada computador conectado a una red TCP/IP debe recibir un identificador exclusivo o una **dirección IP**. Esta dirección, que opera en la Capa 3, permite que un ordenador localice otro ordenador en la red. Todos los ordenadores también cuentan con una dirección física exclusiva, conocida como **dirección MAC**. Estas son asignadas por el fabricante de la tarjeta de interfaz de la red. Las direcciones MAC, como ya hemos visto, operan en la Capa 2 del modelo OSI.

El sistema de direccionamiento IP es muy peculiar y ampliamente aceptado por la comunidad mundial. Cada dirección IP consta de 32 bits agrupados en grupos de 8 bits. Una dirección IP, por tanto, se expresa con cuatro números decimales (base 10) separados por puntos. Cada uno de estos números varía entre 0 y 255, aunque hay algunas restricciones. Un ejemplo de dirección IP sería 213.96.180.145.

Un **Router** envía los paquetes desde la red origen a la red destino utilizando el protocolo IP. Los paquetes deben incluir un identificador tanto para la red origen como para la red destino. Utilizando la dirección IP de una red destino, un Router puede enviar un paquete a la red correcta. Cuando un paquete llega a un Router conectado a la red destino, este utiliza la dirección IP para localizar el computador en particular conectado a la red. Este sistema funciona de la misma forma que un sistema nacional de correo. Cuando se envía una carta, primero debe enviarse a la oficina de correos de la ciudad destino, utilizando el código postal. Dicha oficina debe



entonces localizar el destino final en la misma ciudad utilizando el domicilio. Es un proceso de dos pasos.

De igual manera, cada dirección IP consta de dos partes. Una parte identifica la red donde se conecta el sistema y la segunda identifica el sistema en particular de esa red. Atendiendo a los primeros bits de cada dirección, se averigua el tipo de subred de que se trata y su dirección correcta. Los bits restantes codifican el host de que se trata dentro de esa subred.

• CLASES DE SUBREDES:

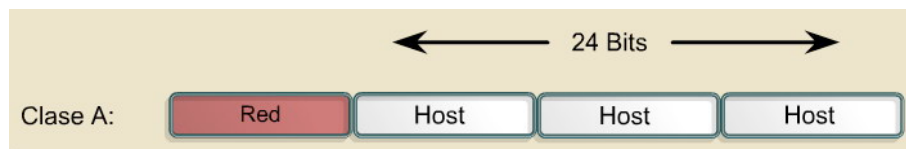
Las direcciones IP se dividen en **clases** para definir las redes de tamaño pequeño, mediano y grande. Las direcciones Clase A se asignan a las redes de mayor tamaño. Las direcciones Clase B se utilizan para las redes de tamaño medio y las de Clase C para redes pequeñas. El primer paso para determinar qué parte de la dirección identifica la red y qué parte identifica el host es identificar la clase de dirección IP.

1.- Redes de clase A. Se caracterizan porque el primer bit de los 32 que tiene cada dirección es un 0. Los siete bits siguientes codifican la subred y los 24 restantes la identificación del host dentro de esa subred.

El valor más alto que se puede representar es 01111111, 127 decimal. Estos números 0 y 127 quedan reservados y no se pueden utilizar como direcciones de red. Cualquier dirección que comience con un valor entre 1 y 126 en el primer octeto es una dirección Clase A.

La red 127.0.0.0 se reserva para las pruebas de **loopback**. Los Routers o las máquinas locales pueden utilizar esta dirección para enviar paquetes hacia ellos mismos. Por lo tanto, no se puede asignar este número a una red.

La dirección Clase A se diseñó para admitir redes de tamaño extremadamente grande, de más de 16 millones de direcciones de host disponibles.



2.- Redes de clase B. La dirección Clase B se diseñó para cumplir las necesidades de redes de tamaño moderado a grande. Una dirección IP Clase B utiliza los primeros dos de los cuatro octetos para indicar la dirección de la red. Los dos octetos restantes especifican las direcciones del host.

Los primeros dos bits del primer octeto de la dirección Clase B siempre son 10. Los seis bits restantes pueden poblarse con unos o ceros. Por lo tanto, el menor número que puede representarse en una dirección Clase B es 10000000, 128 decimal. El número más alto que puede representarse es 10111111, 191 decimal. Cualquier dirección que comience con un valor entre 128 y 191 en el primer octeto es una dirección Clase B.



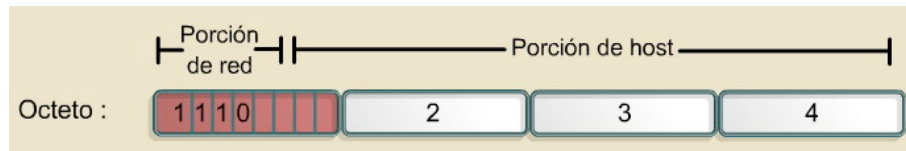
3.- Redes de clase C. Este espacio de direccionamiento tiene el propósito de admitir redes pequeñas con un máximo de 254 hosts.

Una dirección Clase C comienza con el binario 110. Por lo tanto, el menor número que puede representarse es 11000000, 192 decimal. El número más alto que puede representarse es 11011111, 223 decimal. Si una dirección contiene un número entre 192 y 223 en el primer octeto, es una dirección de Clase C.

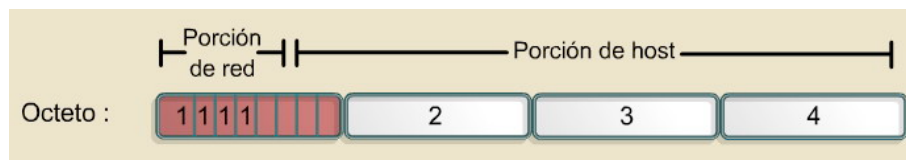


4.- Redes de clase D. La dirección Clase D se creó para permitir multicast en una dirección IP. Una dirección **multicast** es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea una sola corriente de datos a múltiples receptores.

El espacio de direccionamiento Clase D, en forma similar a otros espacios de direccionamiento, se encuentra limitado matemáticamente. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase D deben ser 1110. Por lo tanto, el primer rango de octeto para las direcciones Clase D es 11100000 a 11101111, o 224 a 239. Una dirección IP que comienza con un valor entre 224 y 239 en el primer octeto es una dirección Clase D.



5.- Redes de clase E. Las direcciones que comienzan por 1111 se reservan para protocolos especiales como los de administración de grupos de internet, multitransmisión y otras futuras implementaciones.



Bits de la dirección IP

Clase	0	1	2	3	4	8	16	24	31	
A	0	id. de red				id. de nodo				
B	1	0	id. de red				id. de nodo			
C	1	1	0	id. de red				id. de nodo		
D	1	1	1	0	dirección multitemisión					
E	1	1	1	1	0	reservado para usos futuros				

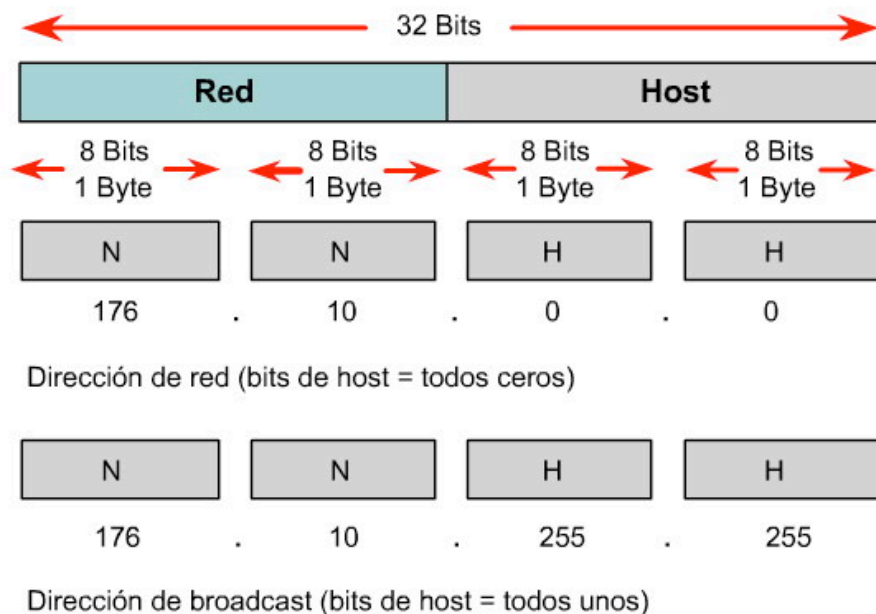
Al actual protocolo IP se le suele llamar **IPv4** para distinguirlo de otra especificación que está todavía en estudio y a la que la industria debe estar atenta en los próximos años: se trata del protocolo **IPv6**. Con IPv4 se utilizan direcciones de 32 bits, lo que es claramente insuficiente cuando todas las redes se integran entre sí, como en el caso de Internet. Aunque tiene muchas más ventajas añadidas en las que aquí no entraremos, IPv6 viene a resolver este asunto, pues su sistema de direccionamiento es de 128 bits.

• DIRECCIONES IP RESERVADAS:

Ciertas direcciones están reservadas y no pueden asignarse a los dispositivos de una red.

La dirección IP que tiene ceros binarios en todas las posiciones de bits de host queda reservada para la **dirección de red**. Tomando como ejemplo una red Clase A, 113.0.0.0 es la dirección IP de la red, conocida como el ID (identificador) de la red, que contiene el host 113.1.2.3. Un Router usa la dirección IP de red al enviar datos por Internet. En un ejemplo de red Clase B, la dirección 176.10.0.0 es una dirección de red, como muestra la Figura.

Para enviar información a todos los dispositivos de la red, se necesita una dirección de **broadcast**. Un broadcast se produce cuando una fuente envía datos a todos los dispositivos de una red. Para asegurar que todos los demás dispositivos de una red procesen el broadcast, el transmisor debe utilizar una dirección IP destino que ellos puedan reconocer y procesar. Las direcciones IP de broadcast terminan con unos binarios en toda la parte de la dirección que corresponde al host.



No hay que confundir las direcciones broadcast de las redes (utilizadas para enviar un mensaje a todas las estaciones dentro de una misma red) con las direcciones de clase D para multicast que, más bien, se utilizan para agrupar hosts y enviarles mensajes de difusión (éstos pueden pertenecer a redes distintas).

• DIRECCIONES IP PÚBLICAS Y PRIVADAS:

Las direcciones IP **públicas** son exclusivas. Dos máquinas que se conectan a una red pública nunca pueden tener la misma dirección IP porque las direcciones IP públicas son globales y están estandarizadas. Todas las máquinas que se conectan a Internet acuerdan adaptarse al sistema.

Las direcciones IP privadas son otra solución al problema del inminente agotamiento de las direcciones IP públicas. Como ya se ha mencionado, las redes públicas requieren que los hosts tengan direcciones IP únicas. Sin embargo, las redes privadas que no están conectadas a Internet pueden utilizar cualquier dirección de host, siempre que cada host dentro de la red privada sea exclusivo. Existen muchas redes privadas junto con las redes públicas. Sin embargo, no es recomendable que una red privada utilice una dirección cualquiera debido a que, con el tiempo, dicha red podría conectarse a Internet.

Clase	Redes	Direcciones
A	1	10.0.0.0
B	16	172.16.0.0 a 172.31.0.0
C	256	192.168.0.0 a 192.168.255.0

El **RFC 1918** asigna tres bloques de la dirección IP para uso interno y privado. Estos tres bloques consisten en una dirección de Clase A, un rango de direcciones de Clase B y un rango de direcciones de Clase C. Las direcciones que se encuentran en estos rangos no se enrutan hacia Internet. Los Routers de Internet descartan inmediatamente las direcciones privadas.

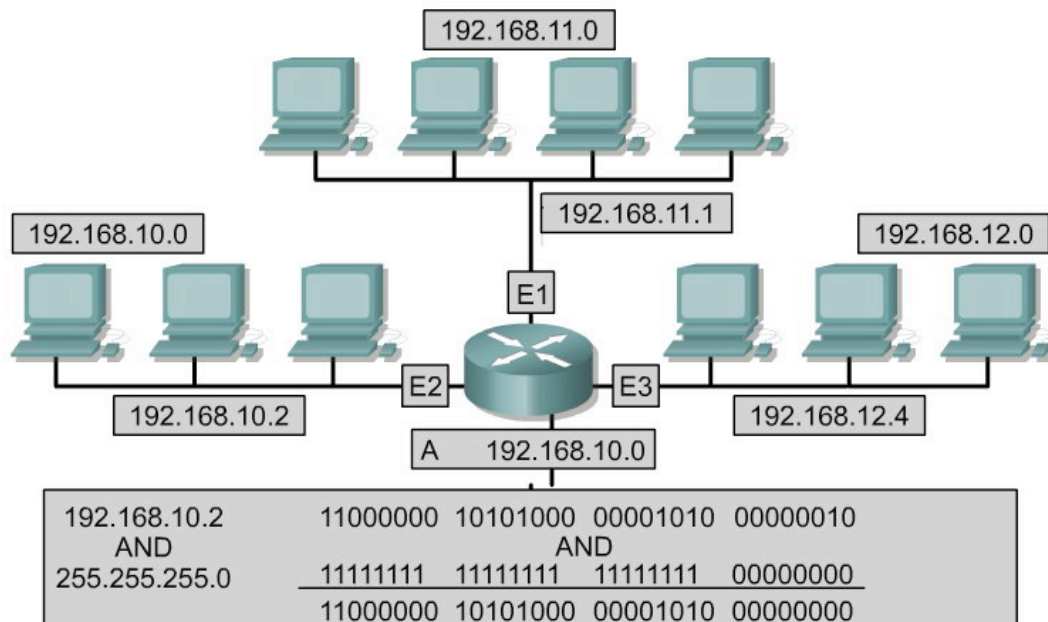
La conexión de una red que utiliza direcciones privadas a Internet requiere que las direcciones privadas se conviertan a direcciones públicas. Este proceso de conversión se conoce como **Traducción de direcciones de red (NAT)**. En general, un Router es el dispositivo que realiza la NAT.

• NOTACIÓN DE RED:

Una red se puede expresar de dos maneras:

- Utilizando la **máscara de red**.

Se trata de una secuencia de 32 bits que sirve para distinguir con facilidad qué parte de una dirección codifica la red y cuál es el host. Una máscara se construye poniendo a 1 los bits que pertenecen a la red y a 0 los bits que pertenecen a la identificación del host. Así, una red de clase A vendría determinada por la máscara 11111111 00000000 00000000 00000000, es decir, 255.0.0.0. Una red de clase B tendría la máscara 255.255.0.0 (11111111 11111111 00000000 00000000). La red de clase C tendría la máscara 255.255.255.0.



Se utiliza la máscara de red para separar las porciones de red y de host de una dirección IP de 32 bits. El proceso AND de la dirección IP con la máscara de subred genera una dirección de red que identifica a la red.

Parece redundante asignar a una red una máscara, sabiendo que, observando los primeros bits de dirección, sabemos a qué tipo de subred pertenece. Esto es cierto, pero el sistema de máscara permite fraccionar más específicamente las redes en subredes, como veremos más adelante.

- Utilizando la **notación de prefijo**.

Actualmente, a las clases de direcciones IP también se las conoce por “/8” (clase A), “/16” (clase B) y “/24” (clase C), refiriéndose a que la dirección IP tiene 8, 16 ó 24 bits de **prefijo** (compuesto por los bits de clase más los de número de red), respectivamente. Derivada de esta nueva notación, ha aparecido otra forma de nombrar una dirección IP. Ésta consiste en especificar la dirección en notación decimal con puntos seguida de una barra inclinada y del número de bits que componen el prefijo.

Por ejemplo, la dirección de red 192.168.2.0/24 agrupa a todos los ordenadores cuya dirección IP es de la forma 192.168.2.x, donde x es un número que puede estar en el intervalo de 1 a 254.

La red que agrupa a los equipos de la forma 192.168.2.x se puede expresar de las dos formas alternativas:

1ª forma, utilizando la máscara de red:

192.168.2.0	11000000.10101000.00000010.00000000 (dirección de red)
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000 (máscara de red)

2ª forma ó notación de prefijo:

192.168.2.0/24

El encaminador o router.

Los **routers** son dispositivos software o hardware que se pueden configurar para encaminar paquetes entre sus distintos puertos utilizando la dirección lógica correspondiente a la red.



- **NIVEL DE OPERACIÓN.**

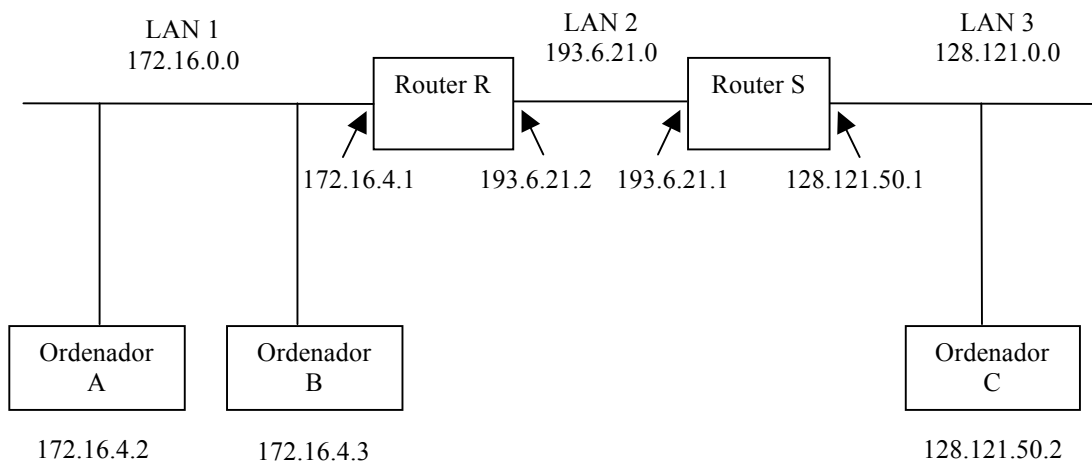
El router interconecta redes de área local operando en el nivel 3 de OSI; por tanto, su funcionalidad está fuertemente condicionada por el protocolo de red. Esto hace que su rendimiento sea menor, ya que gasta tiempo de proceso en analizar los paquetes del nivel de red que le llegan; sin embargo, permiten una organización muy flexible de la interconexión de las redes.

Además, hay que tener en cuenta el protocolo de red que debe encaminar. Un router que encamine TCP/IP no sirve para encaminar ningún otro protocolo. Los encaminadores comerciales suelen tener capacidad para encaminar los protocolos más utilizados, todos ellos de nivel 3: IP, IPX, AppleTalk, DECnet, XNS, etc.



Encaminamiento

Muchas de las decisiones que se necesitan para la configuración de una red IP dependen del enrutamiento. En general, un paquete IP pasa a través de numerosas redes mientras se desplaza entre el origen y el destino. Veamos un ejemplo típico:



Este gráfico muestra tres ordenadores, 2 routers y tres redes. Las redes pueden ser Ethernet, Token Ring o de cualquier otro tipo. La red 2 podría ser una línea punto a punto que conecta los gateways R y S.

El ordenador A puede enviar paquetes al B directamente, usando la red 1. Sin embargo, no puede llegar al ordenador C directamente, puesto que no están en la misma red.

En este caso, los paquetes o datagramas que van desde A hasta C deben ser enviados a través del router R, LAN 2 y router S. Todos los ordenadores que usan TCP/IP necesitan que se les suministre la información y algoritmos apropiados para que puedan saber cuándo un paquete debe ser enviado a través de un router, y elegir el router apropiado.

El enrutado está íntimamente relacionado con la asignación de direcciones. Podemos apreciar que la dirección de cada ordenador comienza con el número de la red a la que pertenece. Por tanto, 172.16.4.2 y 172.16.4.3 se encuentran en la red 172.16.0.0. Luego los routers, cuyo trabajo es conectar dos redes, tienen una dirección de ambas redes. Por ejemplo, el router R conecta la red 172.16.0.0 y 193.6.21.0. Su conexión a la red 172.16.0.0 tiene la dirección 172.16.4.1. Su conexión a la red 193.6.21.0 tiene la dirección 193.6.21.2.

Un nodo de una red debe conocer al menos la dirección de un nodo con funciones de encaminador, que le permita la conexión no sólo dentro de la red a la que pertenece, sino la posibilidad de comunicación fuera de ella. Evidentemente, pueden existir diferentes alternativas en la red, dependiendo del destino que se quiera alcanzar. El listado de estas rutas se denomina **tabla de rutas**.

La información de enrutamiento del ordenador A tendrá el siguiente aspecto:

Red	Gateway	Máscara	Métrica
172.16.0.0	-	255.255.0.0	0
193.6.21.0	172.16.4.1	255.255.255.0	1
128.121.0.0	172.16.4.1	255.255.0.0	2

En esta tabla, el ordenador A puede enviar paquetes a los ordenadores de la red 172.16.0.0 directamente, y para los paquetes a los ordenadores de las redes 193.6.21.0 y 128.121.0.0 es necesario usar el router R. Denominamos "**gateway**" a la dirección IP del puerto del router a la que hemos de enviar nuestro paquete para que pueda ser reenviado y llegar a la red de destino. Debe ser una dirección conocida, por lo que debe estar en nuestra misma red.

La "**métrica**" será usada por algún tipo de algoritmo de enrutamiento, como medida de la lejanía del destinatario. En nuestro caso, la métrica simplemente indica cuántas redes tiene que atravesar para llegar a su destino (conocida como "cuenta de saltos"). Este campo no lo tendremos aún en cuenta en nuestros ejercicios porque dependerá del protocolo de encaminamiento utilizado.

Se observa además que en la tabla de encaminamiento no aparecen direcciones de hosts destino, sino solamente de redes destino. Esta característica hace que en el ejemplo sólo tenga tres entradas, en lugar de tener una entrada por cada host, que serían mucho más numerosos que las redes. Así conseguimos disminuir el tamaño de estas tablas y hacer los algoritmos de encaminamiento un poco más eficientes.

Cuando el ordenador A está listo para enviar un paquete se examina la dirección del destinatario. Comparamos su dirección de red con las direcciones de la tabla de enrutamiento, utilizando para ello su **máscara de red**. Las distintas entradas de la tabla indican si el paquete debe ser enviado directamente, o a un router.

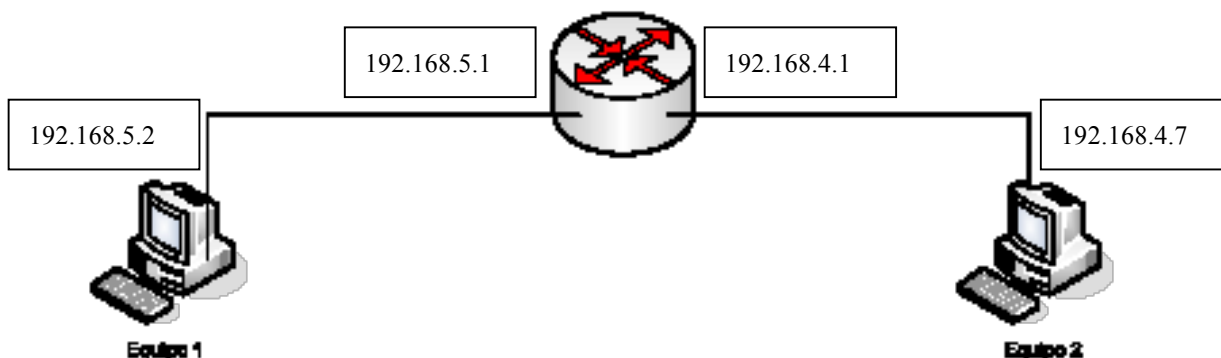
Un router tiene varias direcciones, una para cada red a la que esté conectado. Cada interface de un ordenador tiene una dirección. Un router entre las redes 172.16.0.0 y 193.6.21.0 tendrá una dirección que comience por 172.16.4 (por ejemplo, 172.16.4.1). Esta dirección se refiere a su conexión a la red 172.16.0.0. También tendrá una dirección que comience con 193.6.21 (por ejemplo, 193.6.21.2). Ésta se refiere a su conexión a la red 193.6.21.0.

El término "red" generalmente suele identificar a dispositivos del tipo Ethernet, en la cual varias máquinas están conectadas. Sin embargo, también se aplica a líneas punto a punto. En el gráfico anterior, las redes 1 y 3 podrían estar en ciudades distintas; la red 2 podría ser una línea serie, un enlace satélite, u otro tipo de conexión punto a punto. Una línea punto a punto es tratada como una red que consta sólo de dos ordenadores. Como cualquier otra red, una línea punto a punto tiene una dirección de red (en este caso, 193.6.21.0). Los sistemas conectados por la línea (routers R y S) tienen direcciones en dicha red (en este caso, 193.6.21.1 y 193.6.21.2).

Todo nodo de red puede tener en su tabla varias rutas, pero siempre será aconsejable contemplar un nodo que actúe como **ruta por defecto**, de modo que esté garantizado, desde el punto de vista del emisor de la comunicación, el envío de los paquetes por la red. Por ello, no

sólo los routers son los dispositivos que tienen una tabla de rutas, sino que todo nodo de una red IP debe tener su correspondiente tabla.

- **Ejemplo:** Configurar las Tablas de Enrutamiento del router y los dos equipos.



Solución:

Aunque no es estrictamente necesario, es habitual asignar al puerto del router el primer host disponible de la red a la que pertenece. En el ejemplo podemos ver que las direcciones 192.168.5.1 y 192.168.4.1 están asignadas a los dos puertos del router.

Router 1

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo

El router está conectado directamente a las dos redes, por lo que no hay que especificar ningún “gateway”. Además, se añade el campo “interfaz” con el nombre de cada puerto. La dirección 127.0.0.0, como ya hemos visto, está reservada para pruebas de loopback (autotesteo), por lo que utiliza un puerto ficticio denominado “lo”.

Equipo 1

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.5.1	0.0.0.0	eth0

El equipo 1 está directamente conectado a la red 192.168.5.0, por lo que no debe especificar ningún gateway. En cambio para acceder a la red 192.168.4.0 debe hacerlo a través del router. Por tanto, si se incluyera en la tabla, su gateway sería el puerto del router que conoce el equipo 1, es decir, el puerto del router que está en su misma red: 192.168.5.1. Lo que sucede es que en este caso no es necesario incluir la red 192.168.4.0, ya que al incluir la ruta por defecto (la red ficticia 0.0.0.0), todo lo que no esté en ninguna de las entradas de la tabla anteriores se considerará que pertenece a la ruta por defecto, y ya desde ahí se envía al puerto del router que mencionábamos.

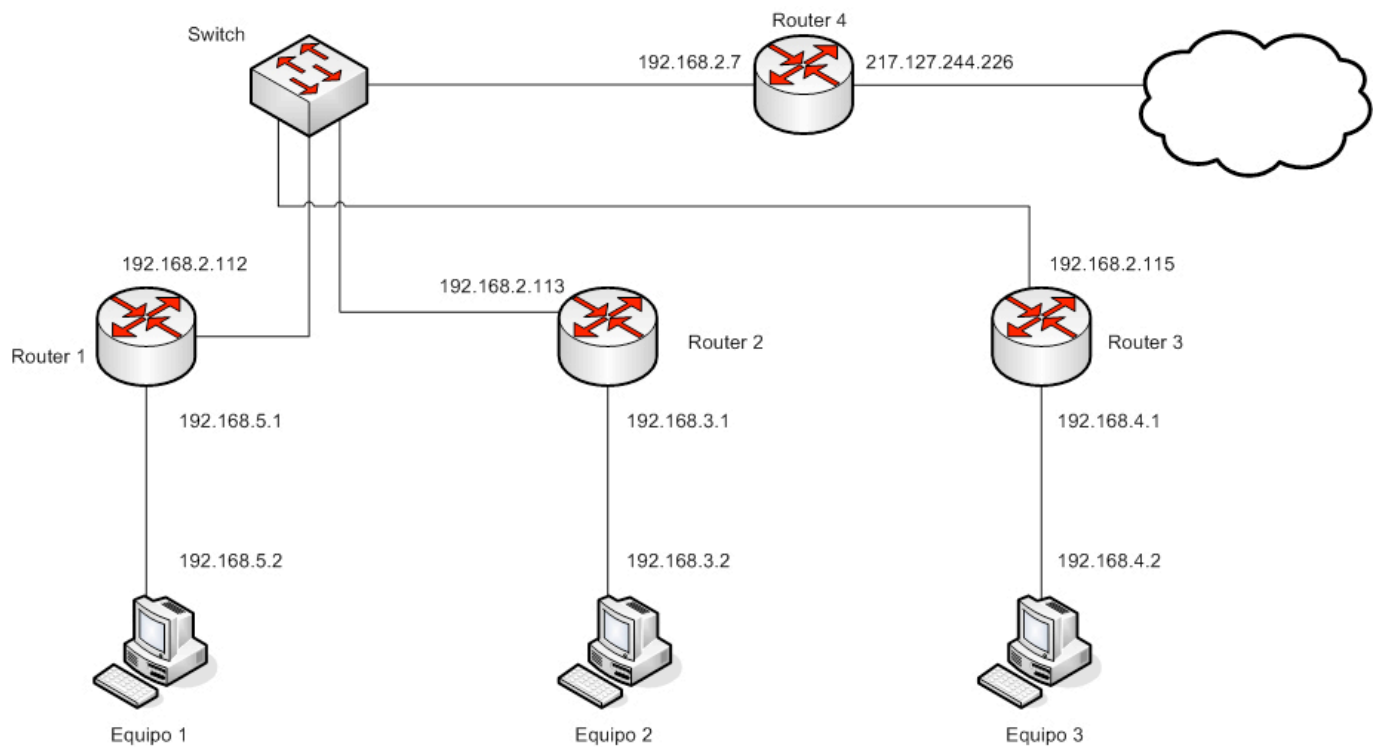
Es imprescindible que la ruta por defecto siempre sea la última entrada de la tabla, porque al hacer un AND de cualquier dirección con la máscara 0.0.0.0 para averiguar la red a la que pertenece la dirección IP, siempre nos dará 0.0.0.0, por lo que coincidirá con nuestra “red por

defecto”, y por lo tanto, no existe ningún caso en que pueda pasar a analizar una siguiente entrada en la lista.

Equipo 2

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.4.1	0.0.0.0	eth0

Ejercicio: Configurar las Tablas de Enrutamiento de la siguiente red:



Solución:

Como podemos observar, un switch no tiene direcciones IP, ya que opera a nivel 2. En lo que a las tablas de rutas se refiere, es como si el switch no existiera.

Router 1

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.4.0	192.168.2.115	255.255.255.0	eth1
192.168.3.0	192.168.2.113	255.255.255.0	eth1
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.2.7	0.0.0.0	eth1

En este caso existen varias redes a las que debemos acceder a través del router. Dejaremos como ruta por defecta aquella que pueda incluir más cantidad de redes.

Router 2

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.3.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.5.0	192.168.2.112	255.255.255.0	eth1
192.168.4.0	192.168.2.115	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.2.7	0.0.0.0	eth1

Router 3

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.5.0	192.168.2.112	255.255.255.0	eth1
192.168.3.0	192.168.2.113	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.2.7	0.0.0.0	eth1

Router 4

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
217.127.244.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.5.0	192.168.2.112	255.255.255.0	eth1
192.168.3.0	192.168.2.113	255.255.255.0	eth1
192.168.4.0	192.168.2.115	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	Puerta de enlace del ISP	0.0.0.0	eth0

En este caso el gateway para la ruta por defecto es el puerto del router de nuestro proveedor de Internet. La red a la que pertenece es pública, ya que está conectada a Internet, por lo que la IP ya no puede ser la de una red privada, como lo son todas las demás del ejercicio.

Equipo 1

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.5.1	0.0.0.0	eth0

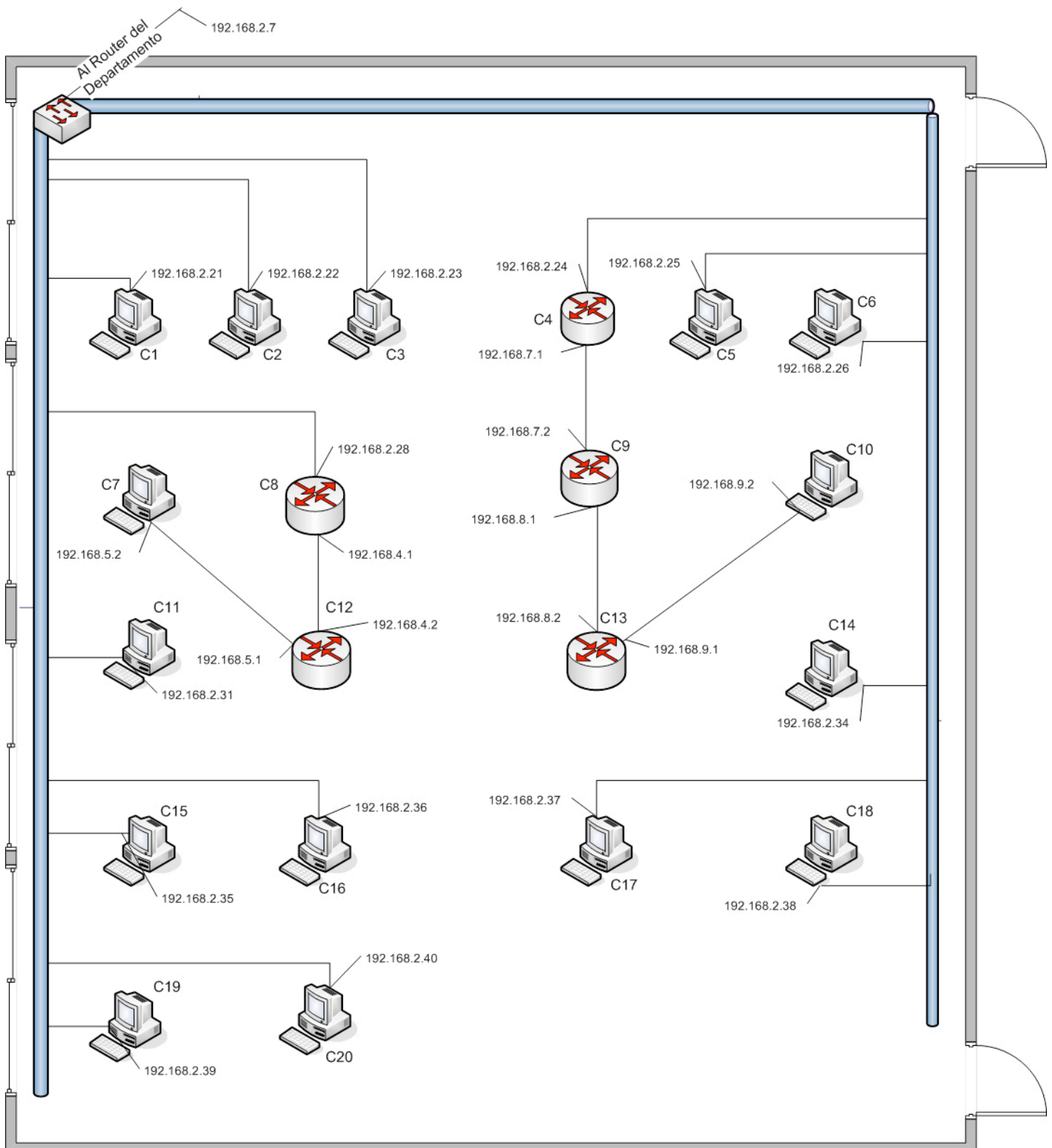
Equipo 2

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.3.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.3.1	0.0.0.0	eth0

Equipo 3

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.5.1	0.0.0.0	eth0

Ejercicio: Rellena las Tablas de Enrutamiento de la siguiente red:



Solución:**Router C4**

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.7.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.8.0	192.168.7.2	255.255.255.0	eth1
192.168.9.0	192.168.7.2	255.255.255.0	eth1
192.168.4.0	192.168.2.28	255.255.255.0	eth0
192.168.5.0	192.168.2.28	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.2.7	0.0.0.0	eth0

Router C8

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.7.0	192.168.2.24	255.255.255.0	eth0
192.168.8.0	192.168.2.24	255.255.255.0	eth0
192.168.9.0	192.168.2.24	255.255.255.0	eth0
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.5.0	192.168.4.2	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.2.7	0.0.0.0	eth0

Router C9

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.7.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.8.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
192.168.9.0	192.168.8.2	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.7.1	0.0.0.0	eth0

Router C12

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.4.1	0.0.0.0	eth0

Router C13

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.8.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
192.168.9.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.8.1	0.0.0.0	eth0

Host C10

Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.9.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.9.1	0.0.0.0	eth0

Host C7

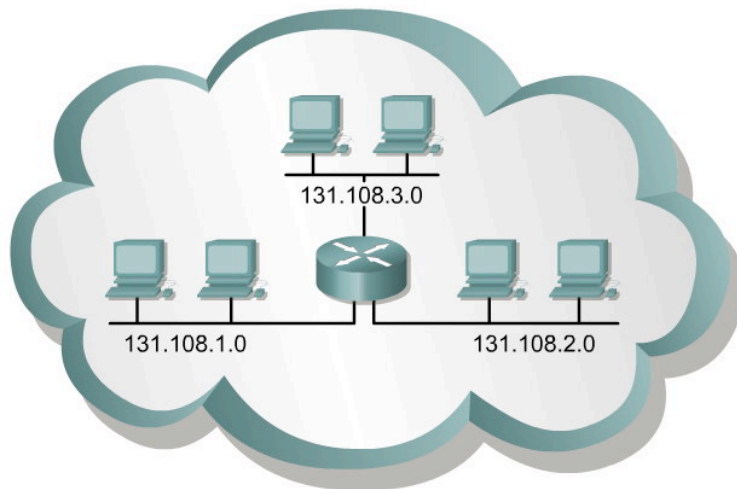
Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
192.168.5.0	0.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	lo
0.0.0.0	192.168.5.1	0.0.0.0	eth0

División en subredes

Este método, que consiste en dividir las clases de direcciones de red completas en partes de menor tamaño, ha evitado el completo agotamiento de las direcciones IP. Resulta imposible hablar sobre el TCP/IP sin mencionar la división en subredes.

Como administrador de sistemas, es importante comprender que la división en subredes constituye un medio para dividir e identificar las redes individuales en toda la LAN. No siempre es necesario subdividir una red pequeña. Sin embargo, en el caso de redes grandes a muy grandes, la división en subredes es necesaria.

Dividir una red en subredes significa utilizar una **máscara de subred** para dividir la red y convertir una gran red en segmentos más pequeños, más eficientes y administrables o subredes.



El administrador del sistema debe resolver estos problemas al agregar y expandir la red. Es importante saber cuántas subredes o redes son necesarias y cuántos hosts se requerirán en cada red. Con la división en subredes, la red no está limitada a las clases por defecto A, B o C y se da una mayor flexibilidad en el diseño de la red.

La solución a estos problemas consiste en crear otro nivel en la jerarquía de direcciones IP, de forma que se puedan utilizar tres niveles para nombrar un equipo: campo de red, campo de subred y campo de host. El campo de subred y el campo de host se crean a partir de la porción de host original de la red entera. Para crear una dirección de subred, un administrador de red pide prestados bits del campo de host y los designa como campo de subred.

Dirección de red	Dirección de host	
Dirección de red	Dirección de subred	Dirección de host

Desde el exterior, todas las subredes de la organización se ven como una única red con una sola dirección IP asignada, de forma que los routers del exterior reducen sus tablas. Cuando

se tiene que enviar un paquete a una estación que está en una subred, se limitan a enviarlo al router que comunica la LAN, que es el que realmente debe conocer la estructura interna en subredes.

- **EJEMPLO:**

Supongamos que un instituto contrata con su proveedor la red 193.10.11.0/24. El IES podría montar una red con 254 equipos, sin embargo desea tener dos subredes.

Es decir, partimos de la red 193.10.11.0/24, (en verde la parte de red y en azul la parte de host).

11000001.00001010.00001011.00000000 -> 193.10.11.0 (dirección de red)
11111111.11111111.11111111.00000000 -> 255.255.255.0 (máscara de red)

Y vamos a obtener dos subredes robando un bit de la parte de host, de la siguiente manera:

- Subred 193.10.11.0/25:

11000001.00001010.00001011.00000000 -> 193.10.11.0 (dirección de red)
11111111.11111111.11111111.10000000 -> 255.255.255.128 (máscara de red)

- Subred 193.10.11.128/25:

11000001.00001010.00001011.00000000 -> 193.10.11.0 (dirección de red)
11111111.11111111.11111111.10000000 -> 255.255.255.128 (máscara de red)

Como se puede observar, lo que hemos hecho es robar un bit de la parte de host que aparece en rojo, de manera que la parte de red en las subredes que surgen estará formada por la parte en verde y en rojo, mientras que la parte de host aparece en azul.

A continuación se muestra el mismo ejemplo con más detalle. Así, la red de partida es la 193.10.11.0/24, de manera que la parte de red tiene 24 bits, mientras que la parte de host tiene 8 bits, como se muestra a continuación:

11000001.00001010.00001011.00000000	193.10.11.0	<div>Dirección de red</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div>
-------------------------------------	-------------	---

Después de crear las dos subredes el resultado es que tenemos las subredes 193.10.11.0/25 y 193.10.11.128/25. Como se puede observar, lo que se ha hecho es robar un bit de la parte de host de manera que ahora la parte de red contiene 25 bits y la parte de host 7 bits.

11000001.00001010.00001011.00000000	193.10.11.0	Dirección de red	{ Direcciones IP para los equipos (126 hosts) Dirección de difusión Dirección de red }	Red: 193.10.11.0 Máscara: 255.255.255.128
11000001.00001010.00001011.00000001	193.10.11.1			
11000001.00001010.00001011.00000010	193.10.11.2			
11000001.00001010.00001011.00000011	193.10.11.3			
...	...			
11000001.00001010.00001011.01111100	193.10.11.124		{ Direcciones IP para los equipos (126 hosts) Dirección de difusión Dirección de red }	Red: 193.10.11.128 Máscara: 255.255.255.128
11000001.00001010.00001011.01111101	193.10.11.125			
11000001.00001010.00001011.01111110	193.10.11.126			
11000001.00001010.00001011.01111111	193.10.11.127			
11000001.00001010.00001011.10000000	193.10.11.128	Dirección de red		
11000001.00001010.00001011.10000001	193.10.11.129		{ Direcciones IP para los equipos (126 hosts) Dirección de difusión Dirección de red }	Red: 193.10.11.128 Máscara: 255.255.255.128
11000001.00001010.00001011.10000010	193.10.11.130			
11000001.00001010.00001011.10000011	193.10.11.131			
...	...			
11000001.00001010.00001011.11111100	193.10.11.252		{ Direcciones IP para los equipos (126 hosts) Dirección de difusión Dirección de red }	Red: 193.10.11.128 Máscara: 255.255.255.128
11000001.00001010.00001011.11111101	193.10.11.253			
11000001.00001010.00001011.11111110	193.10.11.254			
11000001.00001010.00001011.11111111	193.10.11.255	Dirección de difusión		

• EJERCICIO:

Subdividir la red 180.4.0.0 con máscara 255.255.0.0 en 8 subredes. Anotar:

- Nombre, máscara y dirección de broadcast de cada subred.
- Dirección IP de cada uno de los puntos de interfaz.

Solución:

Para tener 8 subredes prestamos 3 bits del tercer octeto: $8=2^3$

Quedan 5 bits del tercer octeto para los hosts. Cada red tendrá entonces $=2^{5+8}=2^{13}=8192$ números. Si se usa uno para identificar la red y el otro para el broadcast quedan $=8190$ hosts por subred.

Cada subred será: la anterior + $2^5 = 32$.

Nombre	Nombre en binario	Rango	Broadcast
180.4.0.0	10110100.00000100.00000000.00000000	180.4.0.1 - 180.4.31.254	180.4.31.255
180.4.32.0	10110100.00000100.00100000.00000000	180.4.32.1 - 180.4.63.254	180.4.63.255
180.4.64.0	10110100.00000100.01000000.00000000	180.4.64.1 - 180.4.95.254	180.4.95.255
180.4.96.0	10110100.00000100.01100000.00000000	180.4.96.1 - 180.4.127.254	180.4.127.255
180.4.128.0	10110100.00000100.10000000.00000000	180.4.128.1 - 180.4.159.254	180.4.159.255
180.4.160.0	10110100.00000100.10100000.00000000	180.4.160.1 - 180.4.191.254	180.4.191.255
180.4.192.0	10110100.00000100.11000000.00000000	180.4.192.1 - 180.4.223.254	180.4.223.255
180.4.224.0	10110100.00000100.11100000.00000000	180.4.224.1 - 180.4.255.254	180.4.255.255

Máscara = 255.255.224.0 (11111111.11111111.11100000.00000000)

La máscara del octeto donde se prestaron los 3 bits está dada por: $128 + 64 + 32 = 224$

• **EJERCICIO:**

Se desea segmentar una red en subredes de 2000 hosts cada una. Se plantean tres puntos de partida diferentes:

- Disponiendo de una dirección de clase A.
- Disponiendo de una dirección de clase B.
- Disponiendo de una dirección de clase C.

Determinar para cada caso:

- Si es posible o no realizar dicha segmentación.
- Número de subredes disponibles.
- Máscara de subred necesaria.

Solución:

$2^{11} = 2048$, por lo que necesitaremos 11 bits.

Clase de red	¿Es posible realizar dicha segmentación?	Número de subredes disponibles	Máscara de subred
Clase A	Sí	2^{13}	255.255.248.0
Clase B	Sí	2^5	255.255.248.0
Clase C	No, puesto que con sólo 8 bits disponibles no puede haber subredes de 2.000 hosts	-	-

Clase A:

255	255	248	0
8	8	5	3
Red	Subred		Hosts

Clase B:

255	255	248	0
8	8	5	3
Red	Subred		Hosts

• **EJERCICIO:**

Se dispone de la dirección IP de clase C 200.68.30.0, y se desea construir una estructura de subredes que permita disponer de un máximo de 16 subredes. Calcular:

- La máscara correspondiente.
- El número de hosts direccionables por subred.
- Las direcciones de las subredes, indicando también la dirección de broadcast y el rango de direcciones de los hosts.

Solución:

Para 16 subredes necesitamos 4 bits: $2^4 = 16$.

- 255.255.255.240

255	255	255	240	
8	8	8	4	4
Red			Subred	Hosts

b. Podemos direccionar $2^4 - 2 = 14$

c. Las direcciones de las subredes son:

Dirección de red en binario				Rango de direcciones			
Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Dirección subred	Dirección broadcast	Inicio del rango	Final del rango
11001000	01000100	00011110	00000000	200.68.30.0	200.68.30.15	200.68.30.1	200.68.30.14
11001000	01000100	00011110	00010000	200.68.30.16	200.68.30.31	200.68.30.17	200.68.30.30
11001000	01000100	00011110	00100000	200.68.30.32	200.68.30.47	200.68.30.33	200.68.30.46
11001000	01000100	00011110	00110000	200.68.30.48	200.68.30.63	200.68.30.49	200.68.30.62
11001000	01000100	00011110	01000000	200.68.30.64	200.68.30.79	200.68.30.65	200.68.30.78
11001000	01000100	00011110	01010000	200.68.30.80	200.68.30.95	200.68.30.81	200.68.30.94
11001000	01000100	00011110	01100000	200.68.30.96	200.68.30.111	200.68.30.97	200.68.30.110
11001000	01000100	00011110	01110000	200.68.30.112	200.68.30.127	200.68.30.113	200.68.30.126
11001000	01000100	00011110	10000000	200.68.30.128	200.68.30.143	200.68.30.129	200.68.30.142
11001000	01000100	00011110	10010000	200.68.30.144	200.68.30.159	200.68.30.145	200.68.30.158
11001000	01000100	00011110	10100000	200.68.30.160	200.68.30.175	200.68.30.161	200.68.30.174
11001000	01000100	00011110	10110000	200.68.30.176	200.68.30.191	200.68.30.177	200.68.30.190
11001000	01000100	00011110	11000000	200.68.30.192	200.68.30.207	200.68.30.193	200.68.30.206
11001000	01000100	00011110	11010000	200.68.30.208	200.68.30.223	200.68.30.209	200.68.30.222
11001000	01000100	00011110	11100000	200.68.30.224	200.68.30.239	200.68.30.225	200.68.30.238
11001000	01000100	00011110	11110000	200.68.30.240	200.68.30.255	200.68.30.241	200.68.30.254

• EJERCICIO:

Se dispone de la dirección de red 201.0.0.0 y se desea construir una estructura de subredes que permita disponer del máximo número de subredes posibles con al menos 16 hosts cada una.

- ¿A qué clase de red pertenece la dirección 201.0.0.0?
- ¿Cuál es la máscara correspondiente a todas las subredes?
- ¿Cuál es el número máximo de hosts direccionables por subred?
- Completa la siguiente tabla.
-

Dirección de red en binario				Rango de direcciones			
Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Dirección subred	Dirección broadcast	Inicio del rango	Final del rango

Solución:

- Clase C.
- 255.255.255.224

255	255	255	224	
8	8	8	3	5
Red			Subred	Hosts

Hay que tener en cuenta que aunque con 4 bits tenemos 16 casos posibles, los valores de todo a 0 y todo a 1 no se pueden utilizar, por lo que con 4 bits no nos basta para conseguir 16 hosts por subred. Necesitamos, por tanto, 5 bits.

c. $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ hosts por subred.

d.

Dirección de red en binario				Rango de direcciones			
Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Dirección subred	Dirección broadcast	Inicio del rango	Final del rango
11001001	00000000	00000000	00000000	201.0.0.0	201.0.0.31	201.0.0.1	201.0.0.30
11001001	00000000	00000000	00100000	201.0.0.32	201.0.0.63	201.0.0.33	201.0.0.62
11001001	00000000	00000000	01000000	201.0.0.64	201.0.0.95	201.0.0.65	201.0.0.94
11001001	00000000	00000000	01100000	201.0.0.96	201.0.0.127	201.0.0.97	201.0.0.126
11001001	00000000	00000000	10000000	201.0.0.128	201.0.0.159	201.0.0.129	201.0.0.158
11001001	00000000	00000000	10100000	201.0.0.160	201.0.0.191	201.0.0.161	201.0.0.190
11001001	00000000	00000000	11000000	201.0.0.192	201.0.0.223	201.0.0.193	201.0.0.222
11001001	00000000	00000000	11100000	201.0.0.224	201.0.0.255	201.0.0.225	201.0.0.254

• EJERCICIO:

Una empresa dispone de la dirección de red 150.100.0.0. La empresa quiere distribuir los posibles hosts de la misma entre sus diferentes sucursales. Dichas sucursales son de dos tamaños: grandes y pequeñas, con unas necesidades típicas de:

- Sucursales grandes: 3 sucursales con 10.000 hosts por sucursal.
- Sucursales pequeñas: 4 sucursales con 3.000 hosts por sucursal.

Completar la siguiente tabla:

Tipo de sucursal	Primera subred	Última subred	nº de hosts por red	nº de direcciones para hosts sobrantes por subred

Indica también la dirección de red, su máscara y la dirección de difusión (broadcast) para cada una de las redes.

Solución:

Empecemos por las sucursales grandes. Necesitamos 3 sucursales con 10.000 hosts cada una. Por tanto, necesitaremos 14 bits para direccionarlos: $2^{14} = 16.384$.

150.100.0.0 es una dirección de clase B. Por tanto, nos quedan 2 bits para direccionar las subredes.

255	255	192	0
8	8	2	8
Red		Subred	Hosts

Con esos 2 bits tenemos 4 subredes posibles. Las 3 primeras (00, 01 y 10) ya sabemos que las utilizaremos para las sucursales grandes. Así que nos queda una última combinación (11) para las sucursales pequeñas.

El enunciado nos dice que necesitamos 4 sucursales pequeñas, con 2.000 hosts por sucursal. Para tener 4 sucursales pequeñas necesitaremos otros 2 bits, pero no podemos utilizar los anteriores porque ya están cogidos para especificar si es una de las sucursales grandes, o si estamos en una pequeña.

La cosa quedaría así:

255	255	240		0
8	8	2	2	4
Red		Subred	Subred	Hosts

Por tanto nos quedarían 12 bits para los hosts en una sucursal pequeña. $2^{12} = 4.096$, por lo que efectivamente podemos tener 2.000 hosts en cada subred.

Tipo de sucursal	Primera subred	Última subred	nº de hosts por red	nº de direcciones para hosts sobrantes por subred
Grande	150.100.0.0	150.100.128.0	$2^{14}-2 = 16.382$	$16.382 - 10.000 = 6.382$
Pequeña	150.100.192.0	150.100.240.0	$2^{12}-2 = 4.094$	$4.094 - 3.000 = 1.094$

Tipo de sucursal	Red	Máscara	Broadcast
Grande	150.100.0.0	255.255.192.0	150.100.63.255
Grande	150.100.64.0	255.255.192.0	150.100.127.255
Grande	150.100.128.0	255.255.192.0	150.100.191.255
Pequeña	150.100.192.0	255.255.240.0	150.100.207.255
Pequeña	150.100.208.0	255.255.240.0	150.100.223.255
Pequeña	150.100.224.0	255.255.240.0	150.100.239.255
Pequeña	150.100.240.0	255.255.240.0	150.100.255.255