

C.F.G.S. DESARROLLO DE APLICACIONES WEB

MÓDULO:
Sistemas Informáticos

Redes

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. EL PROTOCOLO IPv4	4
2.1 DIRECCIONES IP	5
2.1.1. NOTACIÓN DECIMAL DE UNA DIRECCIÓN IP.....	5
2.1.2. PARTES DE UNA DIRECCIÓN IP	6
2.2 DIRECCION MAC (\cong Media Access Control address \cong dirección de.....	6
control de acceso al medio)	6
2.2.1 DIFERENCIA ENTRE DIRECCIÓN IP Y DIRECCIÓN MAC	7
2.2.2 AVERIGUAR LA DIRECCIÓN MAC	8
3. CLASES DE REDES.....	9
NORMA	9
3.1. REDES DE CLASE A	10
3.1.1. DIRECCIÓN IP.....	10
3.2. REDES DE CLASE B	11
3.2.1. DIRECCIÓN IP	11
3.3. REDES DE CLASE C	12
3.3.1. DIRECCIÓN IP.....	12
3.4. REDES DE CLASE D Y CLASE E.....	13
3.4.1. REDES DE CLASE D.....	13
3.4.1.1. DIRECCIÓN IP	13
3.4.2. REDES DE CLASE E.....	14
3.4.2.1. DIRECCIÓN IP	14
4. DIRECCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS.....	15
4.1 DIRECCIONES IP PÚBLICAS.....	15
4.2 DIRECCIONES IP PRIVADAS.....	15
4.2.1 IP RESERVADAS PARA LAN PRIVADAS	16
5. MÁSCARAS DE RED (\cong SUBRED).....	17
5.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁSCARA DE RED (\cong SUBRED).....	17
6. CALCULOS SOBRE UNA DIRECCIÓN IP.....	17
6.1. DIRECCIÓN BROADCAST	18
7. SUBREDES.....	20
7.1 CÁLCULO DE SUBREDES	21
Fórmula para calcular subredes	21
Cantidad de hosts.....	22
Principios de la división de subredes.....	23
8. PROCESO DE COMUNICACIÓN EN UNA RED	26
8.1 COMPROBAR SI DOS EQUIPOS PERTENECEN A LA MISMA RED	26
(\cong COMPARTEN EL MEDIO FÍSICO)	26
8.1.1. COMUNICACIÓN CUANDO DOS EQUIPOS (FUENTE Y DESTINO)	
PERTENECEN A LA MISMA RED	27
8.1.2. COMUNICACIÓN CUANDO DOS EQUIPOS (FUENTE Y DESTINO) NO	
PERTENECEN A LA MISMA RED.....	29
9. CONFIGURACIÓN DE LA RED MEDIANTE EL PROTOCOLO TCP/IP.....	34
9.1 COMPROBACIÓN DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LA TARJETA DE RED	
34	
9.2 COMPROBACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE CONFLICTOS CON EL SISTEMA	
36	
9.2 INSTALACIÓN DEL PROTOCOLO TCP/IP.....	37

9.2 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO TCP/IP	39
9.4.1. PARÁMETROS.....	39
9.4.2. ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS	41
9.2 HACER UN PING	42

1. INTRODUCCIÓN

En esta unidad veremos con detalle el protocolo IP. Las diferentes clases de redes que existen y como crear subredes.

2. EL PROTOCOLO IPv4

El **protocolo IP** (Internet Protocol \cong Protocolo de interred), y más concretamente su versión 4 (IPv4), es actualmente el **protocolo principal del nivel de red** en la pila de protocolos TCP/IP.

IP es un protocolo para la transferencia de datos entre las distintas redes en Internet.

Su misión principal es:

- Transmitir los datos a nivel de red.
- Transmitir el formato de la información de control asociada a dicho nivel.

Como sabemos, cada nivel de la pila de protocolos recibe los datos del nivel superior que, junto a la información de control (\cong cabecera) del nivel correspondiente, forman la unidad de datos de éste. La unidad de datos del nivel de red IP se llama paquete o paquete IP. Por lo tanto, un paquete IP está formado por los datos del nivel de transporte, más la información de control (\cong cabecera) del propio nivel de red.

Por otra parte, IP es un protocolo que ofrece al nivel superior o nivel de transporte un servicio con las siguientes características:

- **No garantiza que los paquetes lleguen a su destino en el mismo orden en el que son enviados.** En IP cada paquete es enrutado o encaminado de manera independiente; por esta razón, cada paquete tiene que contener la dirección IP del destinatario. Por lo tanto, cada paquete puede seguir una ruta distinta desde el origen al destino y es imposible asegurar que los paquetes llegarán en orden al destino.
- **No se garantiza que los paquetes lleguen a su destino sin errores en los datos.** El protocolo IP sólo está preparado para detectar los errores que se producen en los propios datos de control del nivel de red, pero no puede detectar los errores que se producen en los datos de nivel superior que viajan encapsulados en el paquete.
- **Ni siquiera se garantiza la entrega de los paquetes que se envían.** En casos de gran congestión en la red (es decir, cuando hay mucho tráfico de paquetes), los routers pueden verse desbordados; es decir, pueden estar recibiendo más paquetes de los que pueden almacenar en sus buffers internos para procesar y enrutar. En estos casos, los routers tienen permiso para eliminar los paquetes de más que les llegan. Estos paquetes, por lo tanto, se pierden y nunca llegarán a su destino.

Todo esto significa que, cuando se usa el protocolo IP como protocolo de nivel de red, tiene que ser la capa de nivel superior, la capa de transporte, la que trate toda esta problemática si se quiere ofrecer a las aplicaciones un servicio más fiable.

2.1 DIRECCIONES IP

Los equipos que componen una red, con protocolo TCP/IP, se identifican mediante **un número único que se denomina dirección IP** y realmente no se asocia a un equipo, sino a una interfaz de red o tarjeta de red del equipo. Por ejemplo – Un equipo con 2 tarjetas de red tiene 2 IP's (a cada tarjeta se le asigna 1 IP).

Toda dirección IP debe ser única; es decir, no puede haber 2 equipos que tenga asignada la misma dirección IP.

La dirección IP ha de estar dentro del rango de direcciones que un organismo de Internet, el **NIC** (\cong **Network Information Center** \cong **Centro de Información de la Red**), les asigna a petición de la empresa que lo solicita. En las LAN privadas no hace falta solicitar nada.

El sistema de direccionamiento IP es peculiar y ampliamente aceptado por la comunidad mundial. Cada dirección IP consta de 32 bits en 4 grupos de 8 bits.

1	EJEMPLO																															

2.1.1. NOTACIÓN DECIMAL DE UNA DIRECCIÓN IP

Por razones prácticas, y para disminuir la tasa de errores de transcripción, utilizamos las direcciones IP en formato decimal, pasando el valor binario de cada octeto al sistema decimal y separándolo con un punto. Así, la dirección anterior sería:

2	EJEMPLO							
Dir.IP:	192	:	168	:	0	:	2	(10)
Esa dirección IP en formato decimal la separamos por puntos: 192 . 168 . 0 . 2								

Vemos que la dirección IP en notación decimal resulta más fácil de manejar y recordar.

Una dirección IP, por tanto, se expresa con cuatro números decimales separados por puntos. Cada uno de ellos varía entre 0 y 255 que corresponden con el número entre 00000000 y 11111111 en binario.

2.1.2. PARTES DE UNA DIRECCIÓN IP

Existen muchas redes en el mundo, cada una de ellas con varios hosts conectados y si utilizan el protocolo TCP/IP para interconectarse entre sí y poder intercambiarse información, cada ordenador deberá tener asignada una dirección IP única y exclusiva.

Pues bien, no solo los hosts tienen un número asignado, sino que también cada una de las redes, de manera individual, han de tener también su propia dirección. Esta es la razón por la que una dirección IP se compone de dos partes:

- **Bits de red** - Son los bits que identifican la red a la que esta conectado el host. Es decir, todos los equipos que pertenecen a la misma red dentro de esa red tendrán el mismo identificador de red.
- **Bits de host** - Son los bits que identifican a un host (\cong ordenador \cong equipo \cong estación) particular dentro de una red. No puede haber, en la misma red, dos equipos con el mismo valor en el identificador de host de su dirección IP.

Los bits de red siempre están a la izquierda y los bits de host a la derecha:



El número de bits de red no tiene porque ser el mismo que el número de bits de host.

Este tipo de direcciones que sirven para identificar a un equipo concreto dentro de la red reciben el nombre de direcciones **unicast**.

Para utilizar las direcciones IP debemos tener claro lo que es una dirección MAC:

2.2 DIRECCION MAC (\cong Media Access Control address \cong dirección de control de acceso al medio)

Toda **NIC** (\cong **Network Interface Card** \cong **Tarjeta Adaptadora de Red**) dispone de un identificador llamado dirección MAC. No debemos confundir:

- La NIC (\cong Network Interface Card) - Tarjeta Adaptadora de Red
- Con el NIC (\cong Network Information Center) - Centro de Información de la Red, que es un organismo que gestiona IP's

Aunque sus siglas son iguales el significado es diferente.

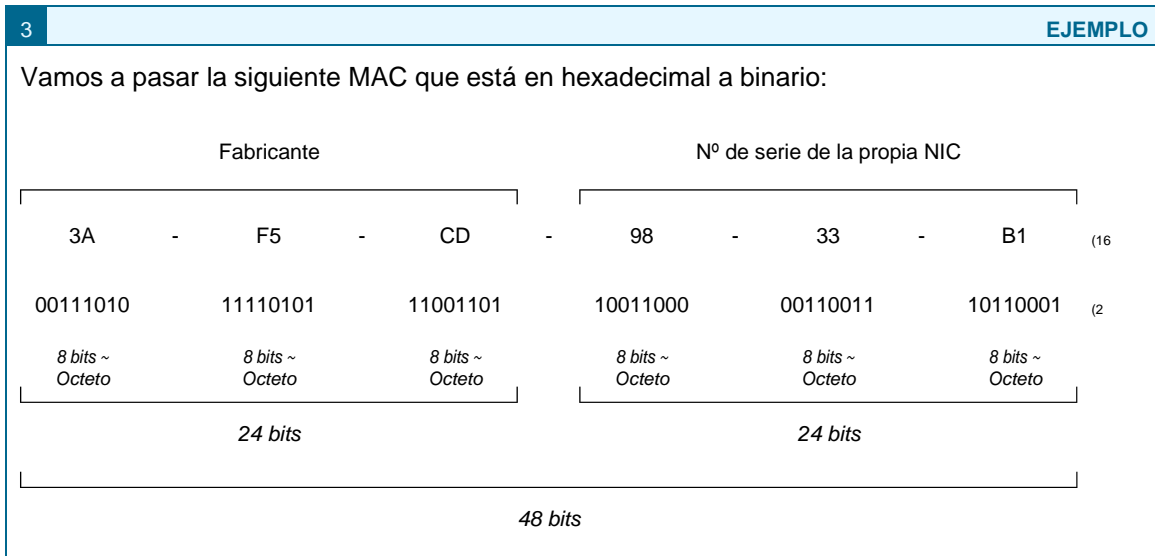
Este identificador **trabaja en la capa 2 (Enlace de Datos)** del modelo OSI, y es un identificador exclusivo para cada NIC.

La dirección MAC está formada por 48 bits de los cuales los 24 primeros identifican al fabricante, y los 24 siguientes son el número de serie/referencia que el fabricante le ha asignado a la NIC.

Por ello se supone que no existen dos NIC con la misma MAC, o no deben de existir, aunque en el mercado existen tarjetas de red a las cuales se le pueden cambiar la MAC.

La forma de representar la dirección MAC es en hexadecimal: 3A-F5-CD-98-33-B1

O bien: 3AF5CD-9833B1, siendo la anterior la forma más común de representación.



En toda trama de información que circula por una red, independientemente del medio sobre el que se transporte, habrá sido encapsulada en la capa de Enlace con una MAC destino y una MAC origen, lo que permite que esta trama llegue al dispositivo con la MAC destino coincidente.

En resumen: cualquier dispositivo conectado a una red necesita disponer de una MAC para identificarse a nivel de la Capa de Enlace.

2.2.1 DIFERENCIA ENTRE DIRECCIÓN IP Y DIRECCIÓN MAC

La diferencia entre dirección IP y dirección MAC es la siguiente:

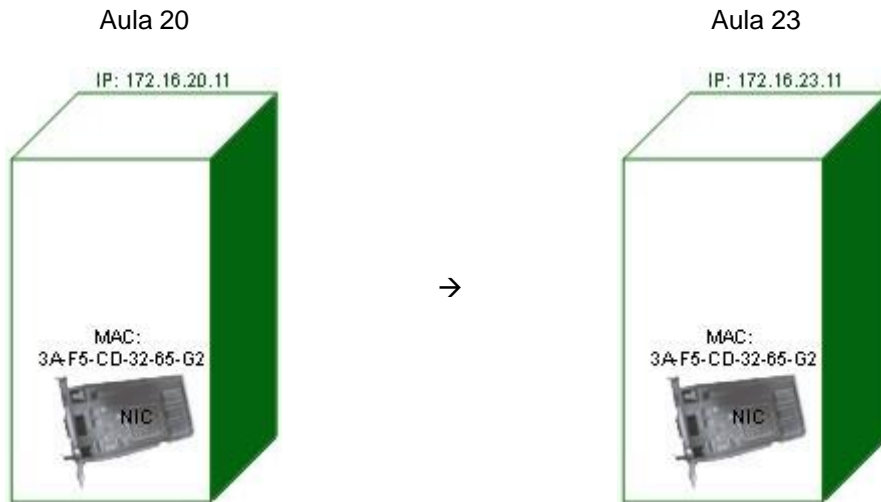
- **La dirección MAC** – Se refiere al nombre de cada ordenador (en el caso de que este tenga instalada una tarjeta de red) y siempre es el mismo, no cambia. Cuando se compra la tarjeta de red ya viene con la MAC asignada y no se puede cambiar.
- **La dirección IP** – Se refiere a la dirección de cada ordenador. Y esta puede cambiar en cualquier momento.

4

EJEMPLO

Si un ordenador lo cambiamos del aula 20 al aula 23:

Su dirección IP cambiaría de la 172.16.20.11 a la 172.16.23.11, pero la dirección MAC seguiría siendo la misma.



5

EJEMPLO

Si aplicamos esto al caso de una persona:

- **La dirección MAC** – Sería el número de carnet de identidad de la persona (o nombre y apellidos). La persona al nacer se le asigna ese número (o nombre y apellidos) y no se puede cambiar nunca.
- **La dirección IP** – Sería la dirección donde vive esa persona y en cualquier momento podría cambiar de domicilio.

2.2.2 AVERIGUAR LA DIRECCIÓN MAC

Para averiguar la "Dirección MAC" o "Dirección física" de las tarjetas de red que dispone un ordenador con Windows, ejecuta los siguientes pasos:

- 1º) Abre una ventana terminal, tal como vimos en los temas anteriores.
- 2º) En la nueva ventana, teclea el siguiente comando: `ipconfig /all` → Enter
- 3º) Aparecerá una serie de datos, fíjate en la sección que empieza por "Adaptador de Ethernet" o "Adaptador de LAN inalámbrica" y busca la línea donde aparezca: "Dirección física ≡ Physical address". Esa será la dirección física (≡ dirección MAC) de la tarjeta de red del ordenador.


```

Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi:
Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Descripción . . . . . : Realtek RTL8188EE 802.11 b/g/n Wi
-Fi Adapter
Dirección física. . . . . : AC-D1-B8-06-CB-77
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . : sí

Adaptador de Ethernet Ethernet:
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Descripción . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controlle
r
Dirección física. . . . . : 60-02-92-38-E0-33
DHCP habilitado . . . . . : sí

```

3. CLASES DE REDES

Según la manera de repartir los bits en una dirección IP, las redes se clasifican en categorías o clases.

Vamos a ver las diferentes clases de redes con sus direcciones IP y a la vez vamos a ir calculando el nº de redes y el nº de hosts de cada clase utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Nº redes} = 2^{\text{nº de bits de la red}}$$

$$\text{Nº hosts } (\cong \text{ equipo}) = 2^{\text{nº de bits del host}} - 2$$

NORMA

Para crear las direcciones IP debe cumplirse que:

- En cada campo no puede haber todo 0's ni todo 1's
- El número de red de clase A con todos los bits a 1 (127) se reserva para la **dirección de loopback**.

La IP 127.0.0.1 hace referencia al localhost, un host es cualquier equipo o servidor, así que el host local es cualquiera que estés usando. 127.0.0.1 es la dirección que apunta a tu PC, desde tu PC, y se le llama la **dirección IP de loopback**.

Loopback \cong bucle hacia atrás. Si se envía un mensaje con esa dirección: 127.0.0.1, dicho mensaje no sale de la red, es decir, no sale del propio equipo (se queda dentro del equipo). En realidad, lo que hace es ir a la tarjeta de red comprobar que funciona (en el caso de hacer un ping) y regresar al ordenador.

La dirección de loopback (normalmente 127.0.0.1) se utiliza para comprobar que los protocolos TCP/IP están correctamente instalados en nuestro propio ordenador. Lo veremos más adelante, al estudiar el comando PING.

Si por ejemplo se envía: Ping 127.0.0.1

Lo que hace es comprobar que funciona correctamente la tarjeta de red.

3.1. REDES DE CLASE A

Destinadas a **redes que precisen de una gran cantidad de direcciones IP**, debido al gran número de host que comprenden (organismos gubernamentales, grandes campus hospitalarios o universitarios, etc.) \Rightarrow Para redes muy grandes (con muchos hosts).

3.1.1. DIRECCIÓN IP

En la dirección IP de una red de clase A:

- El primer octeto (1byte \cong 8 bits) identifica la clase y la **red**:
 - Identificador de clase** \cong Id clase – Es el primer bit de ese octeto, es fijo y va a tener valor **0** para identificar la clase.
 - Identificador de red** \cong Id red – Son los $8 - 1 = 7$ bits restantes que se utilizan para identificar la red.
- Los siguientes 3 octetos identifican el **host** dentro de esa red.

RED ~ Campo	HOST ~ Campo		
0 - - - - -	. - - - - -	. - - - - -	. - - - - -
8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
<p>El primer bit siempre 0 \Rightarrow Quedan 7 bits para numerar redes.</p> <p>Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 01111111 0 - 127</p> <p>Pero: <u>El campo para reconocer la red no puede ser todo 0.</u> 00000000 <u>127</u> – Se usa para la dirección de loopback. 01111111</p>	<p>Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255</p>	<p>Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255</p>	<p>Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255</p> <p>Pero: <u>El campo para reconocer el Host no puede ser todo 0 ni 1:</u> 000000000000000000000000 111111111111111111111111</p>
Este octeto va desde: 1 - 126	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255
Nº redes = $(2^{8-1}) - 2 = 2^7 = 126$	Nº host = $(2^8 \times 2^8 \times 2^8) - 2 = 2^{24} - 2 = 16.777.214$		

Conclusión:

- El rango de direcciones IP de una red de clase A va desde 1.0.0.0 hasta 126.255.255.255

- En una red de clase A tendremos 126 redes y cada una de ellas puede albergar 16.777.214 hosts.

3.2. REDES DE CLASE B

Destinada a **redes que precisan un número de direcciones IP intermedio** para conectar todos sus hosts (grandes empresas, organismos oficiales, campus de tipo medio...) \Rightarrow Para redes de tamaño medio (con un número medio de host).

3.2.1. DIRECCIÓN IP

En la dirección IP de una red de clase B:

- Los dos primeros octetos ($\cong 16$ bits) identifican la clase y la **red**:
 - Identificador de clase** \cong Id clase – Los dos primeros bits del primer octeto, son fijos y va a tener valor **10** para identificar la clase.
 - Identificador de red** \cong Id red – Son los $16 - 2 = 14$ bits restantes que se utilizan para identificar la red.
- Los siguientes 2 octetos identifican el **host** dentro de esa red.

RED ~ Campo		HOST ~ Campo	
10 _ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
8 bits		8 bits	
Los 2 primeros bits son siempre 10 \Rightarrow Quedan 14 bits para numerar redes. Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 10000000 - 10111111 128 - 191	Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255	Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255	Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255 Pero: El campo para reconocer el Host no puede ser todo 0 ni 1: 000000000000000000000000 111111111111111111111111
↓	↓	↓	↓
Este octeto va desde: 128 - 191	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255
Nº redes = $(2^{8-2} \times 2^8) = 2^{14} = 16.384$		Nº host = $(2^8 \times 2^8) - 2 = 2^{16} - 2 = 65.534$	

Conclusión:

- El rango de direcciones IP de una red de clase B va desde 128.0.0.0 hasta 191.255.255.255.

- Para una red de clase B tendremos 16.384 redes y cada una de las ellas puede albergar 65.534 hosts.

3.3. REDES DE CLASE C

Destinadas a redes pequeñas de no más de 254 hosts (redes locales domésticas, de empresas, centros escolares, pequeños edificios,...) \Rightarrow Para redes muy pequeñas (con pocos hosts).

3.3.1. DIRECCIÓN IP

En la dirección IP de una red de clase C:

- Los tres primeros octetos ($\cong 24$ bits) identifican la clase y la **red**:
 - **Identificador de clase** \cong Id clase – Los tres primeros bits del primer octeto, son fijos y va a tener valor **110** para identificar la clase.
 - **Identificador de red** \cong Id red – Son los $24 - 3 = 21$ bits restantes que se utilizan para identificar la red.
- El último octeto identifica el **host** dentro de esa red.

RED 3 Campo			HOST 1 Campo
110 _ _ _ _	_ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
Los 3 primeros bits son siempre 110 \Rightarrow Quedan 21 bits para numerar redes. Este octeto va desde: <div> <div>Mínimo</div> <div>Máximo</div> </div> <div> <div>11000000</div> <div>11011111</div> </div> <div> <div>192</div> <div>223</div> </div>	Este octeto va desde: <div> <div>Mínimo</div> <div>Máximo</div> </div> <div> <div>00000000</div> <div>11111111</div> </div> <div> <div>0</div> <div>255</div> </div>	Este octeto va desde: <div> <div>Mínimo</div> <div>Máximo</div> </div> <div> <div>00000000</div> <div>11111111</div> </div> <div> <div>0</div> <div>255</div> </div>	Este octeto va desde: <div> <div>Mínimo</div> <div>Máximo</div> </div> <div> <div>00000000</div> <div>11111111</div> </div> <div> <div>0</div> <div>255</div> </div> Pero: 0 – Se usa para reconocer la propia red 255 – para la dirección del broadcast
Este octeto va desde: 192 - 223	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 1 - 254

Nº redes = $(2^{8-3} \times 2^8 \times 2^8) = 2^{21} = 2.097.152$	Nº host = $2^8 - 2 = 254$
--	----------------------------------

Conclusión:

- El rango de direcciones IP de una red de clase C va desde 192.0.0.0 hasta 223.255.255.255.

- En una red de clase C tendremos 2.097.152 redes y cada una de las ellas puede albergar 254 hosts.

3.4. REDES DE CLASE D Y CLASE E

Además de las clases A, B, C, existen dos formatos especiales de direcciones, la clase D y la clase E.

3.4.1. REDES DE CLASE D

Las direcciones de clase D **no identifican a un host, sino a un grupo de ellos**. Se reservan para operaciones de envíos múltiples a grupos multidestino (\cong **multidifusión** \cong **multicast**). Es decir, un ordenador transmite un mensaje a un grupo específico de ordenadores de esta clase.

3.4.1.1. DIRECCIÓN IP

En la dirección IP de una red de clase D:

- El primer octeto (\cong 8 bits) identifica la clase y la **red**:
 - Identificador de clase** \cong Id clase – Los cuatro primeros bits del primer octeto, son fijos y va a tener valor **1110** para identificar la clase.
 - Identificador de red** \cong Id red – Son los $8 - 4 = 4$ bits restantes que se utilizan para identificar la red.
- Los tres últimos octetos identifican el **grupo** dentro de esa red.

RED <small>↗ Campo</small>		GRUPO <small>↗ Campo</small>		
1110 _ _ _ _		_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
8 bits		8 bits	8 bits	8 bits
Los 4 primeros bits son siempre 1110 \Rightarrow Quedan 4 bits para numerar redes. Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 11100000 - 11101111 224 - 239		Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255	Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255	Este octeto va desde: <u>Mínimo</u> <u>Máximo</u> 00000000 - 11111111 0 - 255 Pero: El campo para reconocer el Host no puede ser todo 0 ni 1: 000000000000000000000000 111111111111111111111111
Este octeto va desde: 224 - 239		Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255	Este octeto va desde: 0 - 255
$N^{\circ} \text{ redes} = (2^{8-4}) = 2^4 = 16$		$N^{\circ} \text{ host} = (2^8 \times 2^8 \times 2^8) - 2 = 2^{24} - 2 = 16.777.214$		

Conclusión:

- El rango de direcciones IP de una red de clase D va desde 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255.
- En una red de clase D tendremos 16 redes y cada una de las ellas puede albergar 16.777.214 hosts.

3.4.2. REDES DE CLASE E

Se **utilizan con fines experimentales únicamente** y no están disponibles para el público.

3.4.2.1. DIRECCIÓN IP

En la dirección IP de una red de clase E:

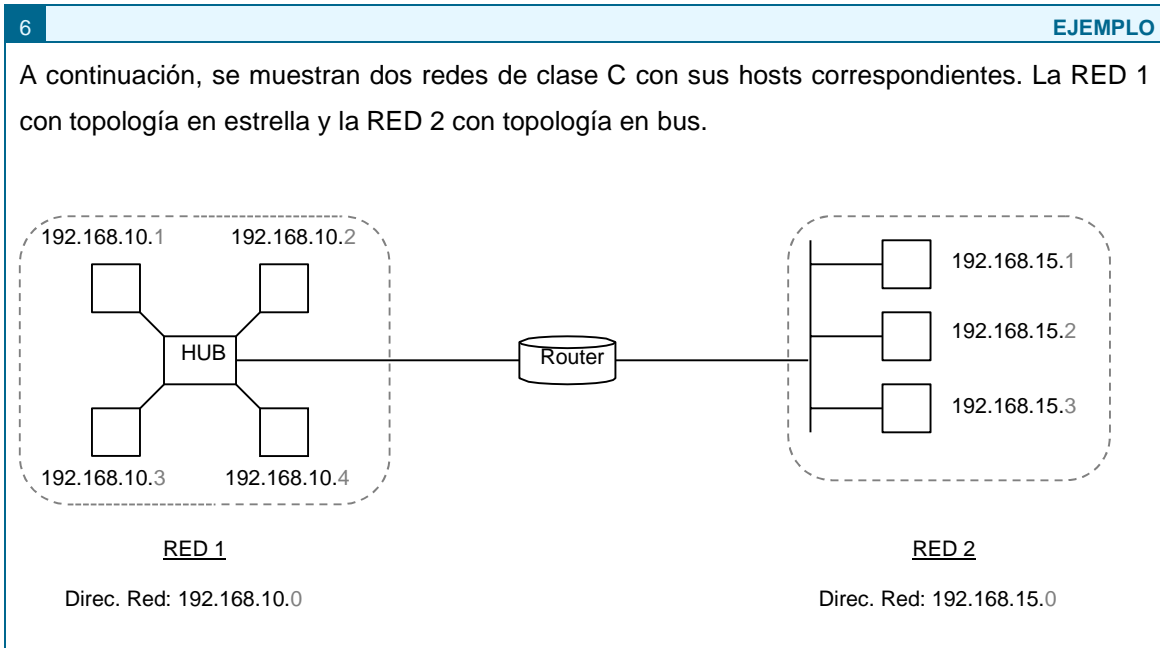
- El primer octeto ($\cong 8$ bits) identifica la clase y la **red**:
 - **Identificador de clase** \cong Id clase – Los cuatro primeros bits del primer octeto, son fijos y va a tener valor **1111** para identificar la clase.
 - **Identificador de red** \cong Id red – Son los $8 - 4 = 4$ bits restantes que se utilizan para identificar la red.
- Los tres últimos octetos identifican el **host** dentro de esa red.

RED <small>¶ Campo</small>		HOST <small>¶ Campo</small>	
1111 _ _ _ _		. _ _ _ . _ _ _ . _ _ _	
8 bits		8 bits	
Los 4 primeros bits son siempre 1111 \Rightarrow Quedan 4 bits para numerar redes. Este octeto va desde: Mínimo Máximo 11110000 - 11111111 240 - 255 Pero: <u>No puede ser todo 1</u>		Este octeto va desde: Mínimo Máximo 00000000 - 11111111 0 - 255	
Este octeto va desde: 240 - 254		Este octeto va desde: 0 - 255	
$N^{\circ} \text{ redes} = (2^{8-4}) = 2^4 - 1 = 15$		$N^{\circ} \text{ host} = (2^8 \times 2^8 \times 2^8) - 2 = 2^{24} - 2 = 16.777.214$	

Conclusión:

- El rango de direcciones IP de una red de clase E va desde 240.0.0.0 hasta 255.255.255.255.

- En una red de clase E tendremos 15 redes y cada una de las ellas puede albergar 16.777.214 hosts.



4. DIRECCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS

A la hora de hablar de redes, debemos diferenciar entre direcciones públicas y privadas:

4.1 DIRECCIONES IP PÚBLICAS

Son accesibles por cualquier “ordenador” conectado a “Internet”.

Las direcciones públicas te serán facilitadas por un organismo oficial (el NIC) que vigila que no existan duplicados en la asignación de estas direcciones, pues técnicamente es inviable que existan dos IP iguales en una misma red. Así solo tienes que decirles que clase de red deseas instalar (A, B o C) y ellos te facilitarán la dirección de la red de manera exclusiva para tu empresa. Luego a tu criterio, completas la IP añadiendo el número de hosts a medida que los vayas instalando.

4.2 DIRECCIONES IP PRIVADAS

Son accesibles desde “equipos privados” conectados en “redes locales”.

Si lo que quieres es configurar una red local privada, las direcciones que colocaremos en cada equipo son irrelevantes, pues no establecerá conflicto con ningún otro ordenador del mundo,

incluso si existieran otras redes locales con las mismas IP configuradas en sus ordenadores en cualquier otra parte del mundo, dado que no hay conexión física entre ellas.

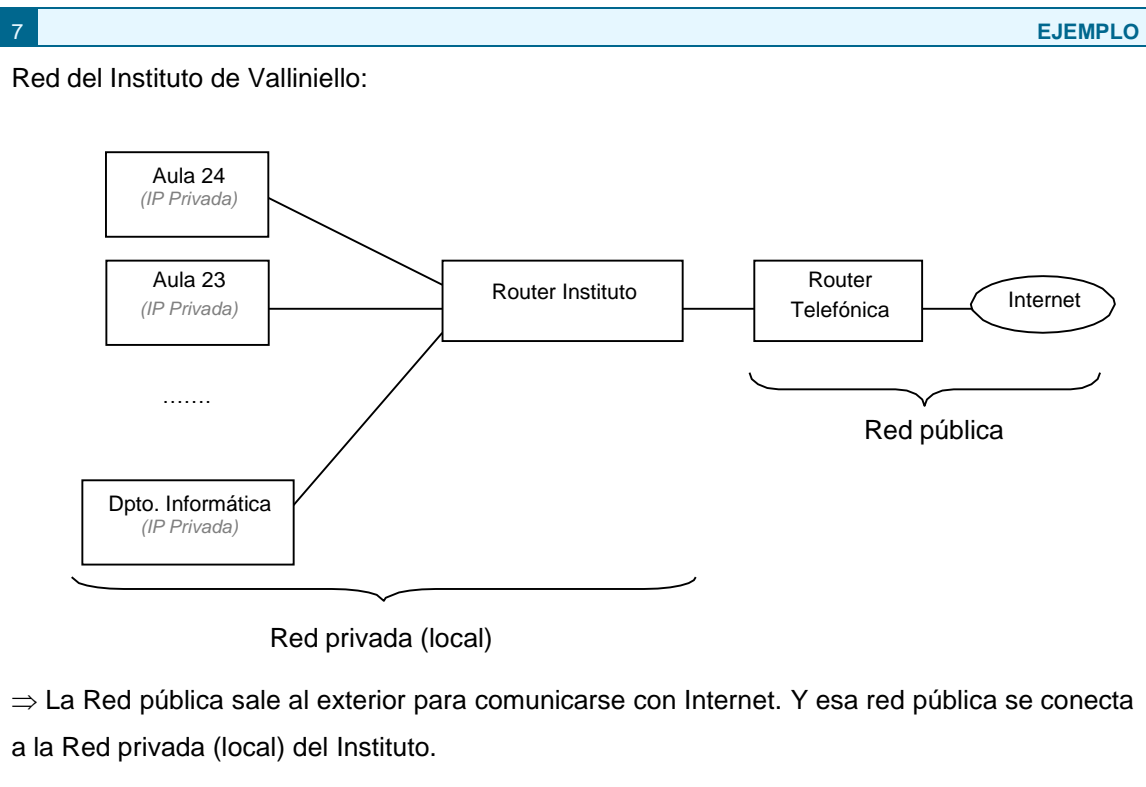
No obstante, se han reservado varios bloques de direcciones para asignarlos en las LAN privadas y que contienen unas direcciones IP que no son utilizadas nunca en Internet, o sea, que nunca serán públicas.

Por razones de estandarización es conveniente que las utilicemos, aunque insistimos en que si la LAN es privada se pueden poner los números que se desee. Eso sí, en la numeración hay que respetar siempre el mismo número de red para todos los equipos, solo iremos variando el número del host.

4.2.1 IP RESERVADAS PARA LAN PRIVADAS

- Para clase A: desde 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255
- Para clase B: desde 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255
- Para clase C: desde 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255

Estas redes podrán conectarse posteriormente a Internet mediante dispositivos Router o Proxy.



5. MÁSCARAS DE RED (\cong SUBRED)

Una máscara de subred es una secuencia de 32 bits que sirve para determinar como distinguir lo que es red de lo que es host en una dirección IP. Y determina el tipo de clase de red que tengamos.

La máscara de red **la utilizan los routers y los switches para comprobar si dos equipos pertenecen o no a la misma red.**

5.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁSCARA DE RED (\cong SUBRED)

La máscara de red se construye:

- Poniendo a 1 todos los bits que pertenecen a la red
- Poniendo a 0 todos los bits que pertenecen al host

Este modo de asignación permite multiplicar extraordinariamente los distintos tipos de subredes.

MÁSCARA DE RED		
Redes Clase A	Redes Clase B	Redes Clase C
255.0.0.0	255.255.0.0	255.255.255.0

Parece redundante asignar una máscara a una red sabiendo que con los primeros bits de dirección sabemos a que tipo de subred pertenece. Sin embargo, el sistema de máscara permite fraccionar de manera más específica las subredes de distintas organizaciones.

6. CALCULOS SOBRE UNA DIRECCIÓN IP

Dada una dirección IP de clase A, podemos calcular: La máscara de red, la dirección de red, las direcciones de los hosts que pertenecen a esa red y la dirección de broadcast.

	Red		Host				
<u>IP</u>	Nº	.	0	.	0	.	0
<u>Máscara</u>	255	.	0	.	0	.	0

AND

Pone a: 1^{ªs} los bits de red
0^{ªs} los bits de host, manteniendo los bits de subred

<u>Dirección de red</u>	Nº	.	0	.	0	.	0		Se calcula realizando un AND lógico entre la dirección IP y su máscara de red. O poniendo a 0 ^{ts} los bits de host.
<u>Dirección de host</u>									
#1	Nº	.	0	.	0	.	1		Los hosts se numeran a partir de la dirección de red Las subredes se numeran a partir de la dirección de red
#2	Nº	.	0	.	0	.	2		
.....		
<u>Dirección de broadcast</u>	Nº	.	255	.	255	.	255		Pone a 1 ^{ts} los bits de host (sobre la dirección de red)

Se realizará lo mismo con las direcciones IP de clase B y C.

8
EJEMPLO

Tenemos la siguiente dirección IP de clase A: 126.0.0.1.

Calcular la máscara, la dirección de red, las direcciones de host que pertenecen a esa red y la dirección de broadcast.

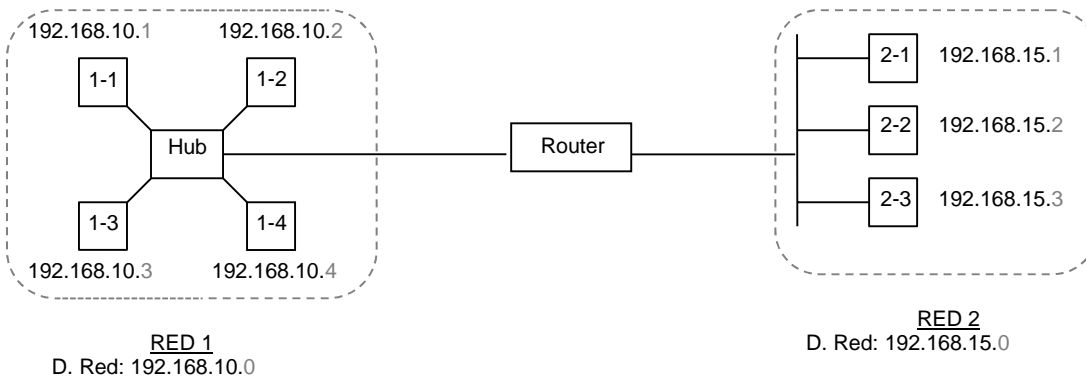
	Red	Host						
<u>IP</u>	126	.	0	.	0	.	1	
<u>Máscara</u>	255	.	0	.	0	.	0	
<u>Dirección de red</u>	126	.	0	.	0	.	0	
<u>Dirección de host</u>								
#1	126	.	0	.	0	.	1	
#2	126	.	0	.	0	.	2	
.....	
<u>Dirección de broadcast</u>	126	.	255	.	255	.	255	

AND

6.1. DIRECCIÓN BROADCAST

La dirección de broadcast identifica a todos los equipos. Entonces si se quiere enviar un mensaje a todos los equipos, se pone todos los bits de host a 1.

Tenemos las siguientes redes:



Para la RED 1 de clase C sabemos que:

	Red				Host				
<u>Dirección de red</u>	192	.	168	.	10	.	00000000	=	192.168.10.0
<u>Dirección de hosts</u>									
#1-1	192	.	168	.	10	.	00000001	=	192.168.10.1
#1-2	192	.	168	.	10	.	00000010	=	192.168.10.2
#1-3	192	.	168	.	10	.	00000011	=	192.168.10.3
#1-4	192	.	168	.	10	.	00000100	=	192.168.10.4
<u>Dirección de broadcast</u>	192	.	168	.	10	.	11111111	=	192.168.10.255

Las direcciones: 192.168.10.0 y 192.168.10.255 no se asignan a ningún equipo, pues:

- 192.168.10.0 – Se usa para reconocer a la propia red
- 192.168.10.255 – Se usa para la dirección de broadcast

Como la dirección de broadcast identifica a todos los equipos. Si el equipo 2-1 (equipo 1 de la RED 2) quiere enviar un mensaje a todos los equipos de la RED 1, lo hace de la siguiente manera: En vez de enviar un mensaje al equipo 1-1, otro al 1-2, otro al 1-3 y otro al 1-4, lo que hace es enviar un mensaje que valga para los 4 equipos. Eso lo hace con la dirección de broadcast, poniendo todos los bits de host a 1, enviando un mensaje a 192.168.10.255

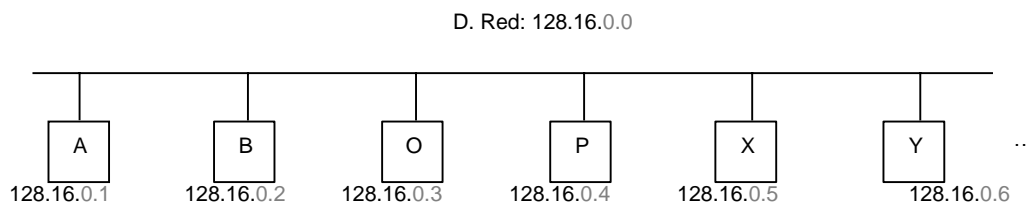
7. SUBREDES

Cuando se trabaja con una red pequeña, con pocos hosts conectados, el administrador de red puede fácilmente configurar el rango de direcciones IP usado para conseguir un funcionamiento óptimo del sistema. Pero a medida que va creciendo la red puede suponer un problema, como puede ser el caso de las organizaciones que poseen redes de tipo A o B. Estas redes están ideadas para alojar multitud de equipos; sin embargo, como sabemos, en un mismo medio físico resulta imposible conectar un número tan elevado de ellos. Entonces, ¿de qué me sirve tener una red que desde el punto de vista IP puede alojar miles de equipos si desde el punto de vista del nivel de acceso a la red esto es imposible? ¿Qué se puede hacer para aprovechar la capacidad que ofrece una red de tipo A o B en cuanto a número de equipos? Para solucionar ese problema, a medida que van aumentando los equipos, se hace necesaria una división en partes de la red creando lo que se conoce como subredes.

10

EJEMPLO

Supongamos que tenemos la siguiente red de clase B, en donde el número de hosts va creciendo con el tiempo:



$N^{\circ} \text{ hosts} = 2^{16} - 2 = 65.534 \rightarrow$ La red puede llegar a tener 65.534 hosts.

Al disponer la red de un número tan elevado de hosts, si se envía un mensaje al host X, ese mensaje viaja por toda la red y se podría producir colisión. Con lo cual el rendimiento de la red se ve afectado seriamente.

Nos referimos a **colisión** cuando un paquete choca con otro. Si por ejemplo varios equipos envían a la vez:

- El equipo X envía un mensaje
- El equipo P envía un mensaje
- El equipo A envía un mensaje

\rightarrow Alguno de los mensajes pueden colisionar y no llegan a su destino (se perderían).

Este problema se puede solucionar dividiendo (\cong segmentando) la red en una serie de subredes (\cong segmentos) significativas, de tal forma que mediante switches podremos limitar estos dominios de colisión, enviando las tramas tan sólo a la subred (\cong segmento) en el que se encuentra el host destino.

7.1 CÁLCULO DE SUBREDES

Para crear subredes lo que se hace es dividir una red en varias, robándole bits al octeto más a la izquierda de la máscara de red en la dirección del host.

$\begin{aligned} \text{Nº Subredes} &= 2^{\text{nº bits de subred } (\cong \text{nº bits robados})} \\ \text{Nº de Hosts (por subred)} &= 2^{\text{nº bits de host}} - 2 \end{aligned}$

$\text{Nº bits de Host} = \text{Nº bits de Host sin robarle ninguno} - \text{Nº bits de subred } (\cong \text{Nº Bits Robados})$.

Dirección local - Es el conjunto formado por la subred y el número de hosts. Un host remoto verá la dirección local como el número de host.

La división en subredes permite crear múltiples redes lógicas de un único bloque de direcciones. Como usamos un router para conectar estas redes, cada interfaz en un router debe tener un ID único de red. Cada nodo en ese enlace está en la misma red.

Creemos las subredes utilizando uno o más de los bits del host como bits de la red. Esto se hace ampliando la máscara para tomar prestado algunos de los bits de la porción de host de la dirección, a fin de crear bits de red adicionales. Cuanto más bits de host se usen, mayor será la cantidad de subredes que puedan definirse. Para cada bit que se tomó prestado, se duplica la cantidad de subredes disponibles. Por ejemplo: si se toma prestado 1 bit, es posible definir 2 subredes. Si se toman prestados 2 bits, es posible tener 4 subredes. Sin embargo, con cada bit que se toma prestado, se dispone de menos direcciones host por subred.

El Router A en la figura posee dos interfaces para interconectar dos redes. Dado un bloque de direcciones 192.168.1.0 /24, se crearán dos subredes. Se toma prestado un bit de la porción de host utilizando una máscara de subred 255.255.255.128, en lugar de la máscara original 255.255.255.0. El bit más significativo del último octeto se usa para diferenciar dos subredes. Para una de las subredes, este bit es "0" y para la otra subred, este bit es "1".

Fórmula para calcular subredes

Use esta fórmula para calcular la cantidad de subredes:

2^n donde n corresponde a la cantidad de bits que se tomaron prestados de la porción de host.

En este ejemplo, el cálculo es así:

$$2^1 = 2 \text{ subredes}$$

Cantidad de hosts

Para calcular la cantidad de hosts por red, se usa la fórmula $2^m - 2$ donde **m** corresponde a la cantidad de bits para hosts, es el número de bits "0" disponible en la porción de host de la dirección IP de la red y - 2 es debido a que toda subred debe tener su propia dirección de red y su propia dirección de broadcast.

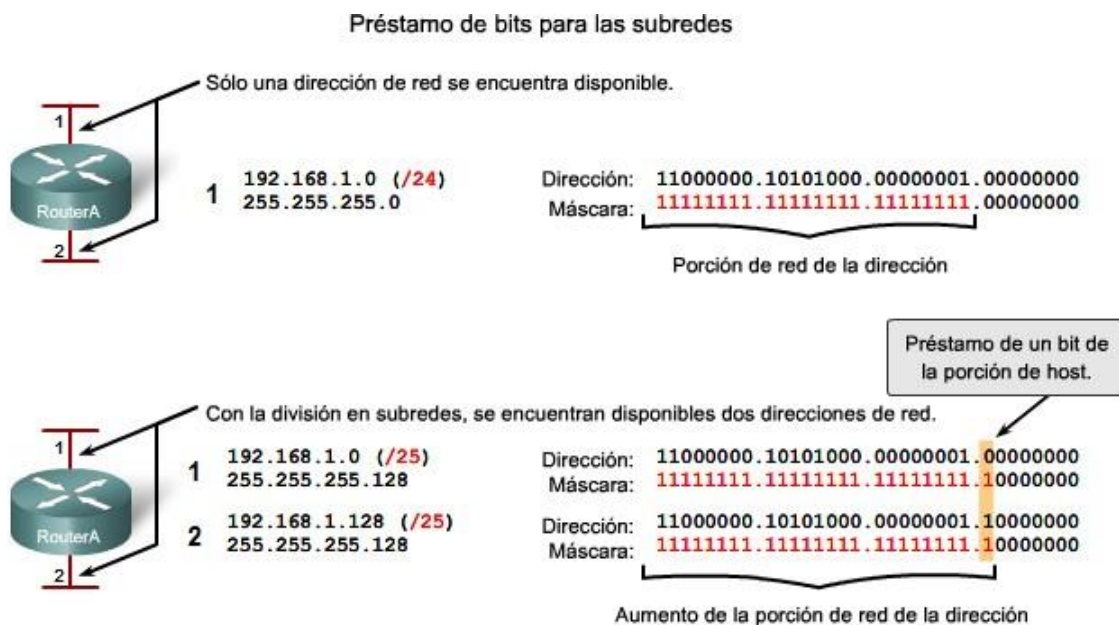
La aplicación de esta fórmula, ($2^7 - 2 = 126$) muestra que cada una de estas subredes puede tener 126 hosts.

En cada subred, examine el último octeto binario. Los valores de estos octetos para las dos redes son:

Subred 1: 00000000 = 0

Subred 2: 10000000 = 128

Observe la figura del esquema de direccionamiento para estas redes



Préstamo de bits para las subredes

Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 2 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/25	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
1	192.168.1.128/25	192.168.1.129 - 192.168.1.254	192.168.1.255

Principios de la división de subredes

Ejemplo con 3 subredes

A continuación, piense en una internetwork que requiere tres subredes. Observe la figura.

Nuevamente, se comienza con el mismo bloque de direcciones 192.168.1.0 /24. Tomar prestado un solo bit proporcionará únicamente dos subredes. Para proveer más redes, se cambia la máscara de subred a 255.255.255.192 y se toman prestados dos bits. Esto proveerá cuatro subredes.

Calcule la subred con esta fórmula:

$$2^2 = 4 \text{ subredes } \geq 3$$

Cantidad de hosts

Para calcular la cantidad de hosts, comience por examinar el último octeto. Observe estas subredes.

Subred 0: 0 = 00000000

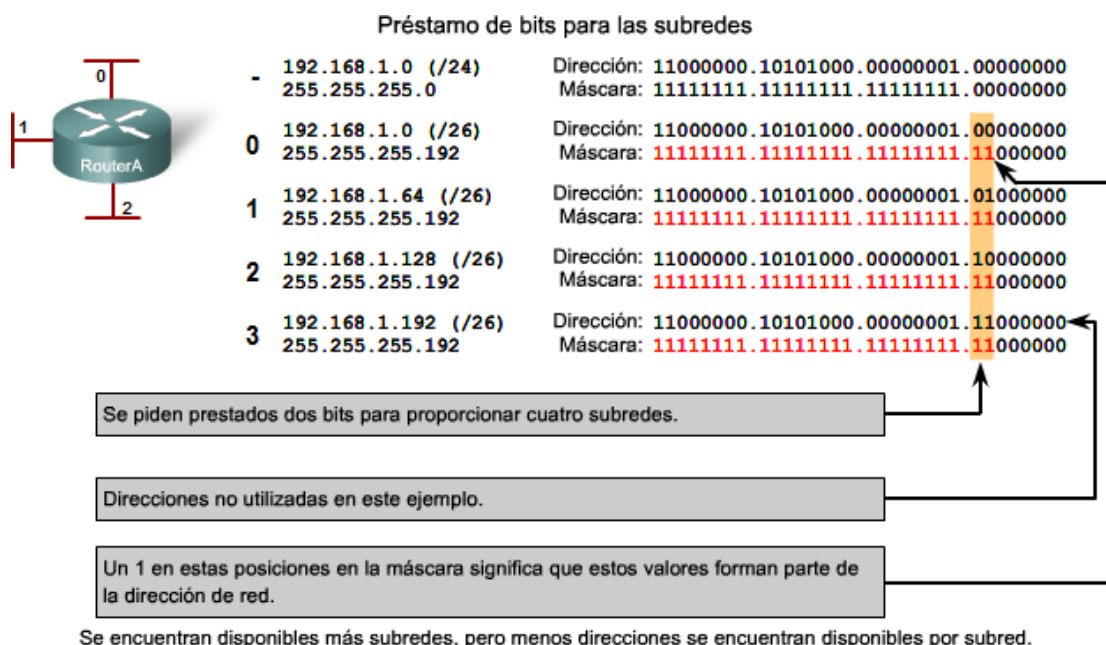
Subred 1: 64 = 01000000

Subred 2: 128 = 10000000

Subred 3: 192 = 11000000

Aplique la fórmula de cálculo de host. $2^6 - 2 = 62$ hosts por subred

Observe la figura del esquema de direccionamiento para estas redes.



Préstamo de bits para las subredes

Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 4 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/26	192.168.1.1 - 192.168.1.62	192.168.1.63
1	192.168.1.64/26	192.168.1.65 - 192.168.1.126	192.168.1.127
2	192.168.1.128/26	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
3	192.168.1.192/26	192.168.1.193 - 192.168.1.254	192.168.1.255

Ejemplo con 6 subredes

Considere este ejemplo con cinco LAN y una WAN para un total de 6 redes. Observe la figura.

Para incluir 6 redes, coloque la subred 192.168.1.0 /24 en bloques de direcciones mediante la fórmula:

$$2^3 = 8$$

Para obtener al menos 6 subredes, pida prestado tres bits de host. Una máscara de subred 255.255.255.224 proporciona los tres bits de red adicionales.

Cantidad de hosts

Para calcular la cantidad de hosts, comience por examinar el último octeto. Observe estas subredes.

0 = 00000000

32 = 00100000

64 = 01000000

96 = 01100000

128 = 10000000

160 = 10100000

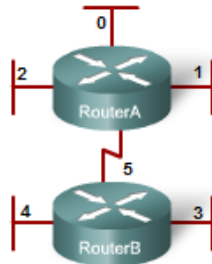
192 = 11000000

224 = 11100000

Aplique la fórmula de cálculo de host: $2^5 - 2 = 30$ hosts por subred.

Préstamo de bits para las subredes

Comience con esta dirección	- 192.168.1.0 (/24)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.00000000
	255.255.255.0	Máscara: 11111111.11111111.11111111.00000000
Forme 8 subredes	0 192.168.1.0 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.00000000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	1 192.168.1.32 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.00100000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	2 192.168.1.64 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.01000000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	3 192.168.1.96 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.01100000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	4 192.168.1.128 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.10000000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	5 192.168.1.160 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.10100000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	6 192.168.1.192 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.11000000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000
	7 192.168.1.224 (/27)	Dirección: 11000000.10101000.00000001.11100000
	255.255.255.224	Máscara: 11111111.11111111.11111111.11100000



Se piden prestados tres bits para proporcionar ocho subredes.

Préstamo de bits para las subredes

Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 6 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/27	192.168.1.1 - 192.168.1.30	192.168.1.31
1	192.168.1.32/27	192.168.1.33 - 192.168.1.62	192.168.1.63
2	192.168.1.64/27	192.168.1.65 - 192.168.1.94	192.168.1.95
3	192.168.1.96/27	192.168.1.97 - 192.168.1.126	192.168.1.127
4	192.168.1.128/27	192.168.1.129 - 192.168.1.158	192.168.1.159
5	192.168.1.160/27	192.168.1.161 - 192.168.1.190	192.168.1.191
6	192.168.1.192/27	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223
7	192.168.1.224/27	192.168.1.225 - 192.168.1.254	192.168.1.255

Para obtener el rango hay varias formas, la que me parece más sencilla a mí es la de restarle a 256 el número de la máscara de red adaptada. En este caso sería: $256-224=32$, entonces 32 va a ser el rango entre cada subred.

8. PROCESO DE COMUNICACIÓN EN UNA RED

Cuando en el nivel de red, un equipo quiere establecer una comunicación con otro del cual conoce su dirección IP, tiene que realizar lo siguiente:

- Tiene que averiguar si comparte el medio físico con dicho equipo; es decir si dicho equipo se encuentra en la misma subred IP que él, o en la misma red en el caso de que se encontrase en una red IP no dividida en subredes.
 - De ser así, entonces sabe que puede mandarle directamente la información a través del medio que comparten.
 - En caso contrario, tendrá que mandarle la información al router por defecto de su subred, que es el que sabrá cómo encaminar dicha información para que llegue a su destino.

En los siguientes apartados veremos cómo se llevan a cabo exactamente cada uno de los pasos mencionados, de tal manera que sea posible la comunicación entre dos equipos a través de la red.

8.1 COMPROBAR SI DOS EQUIPOS PERTENECEN A LA MISMA RED (≅COMPARTEN EL MEDIO FÍSICO)

Cuando un equipo quiere comunicarse con otro, del cual sólo conoce su dirección IP, para saber si comparte el medio físico con él, siempre lleva a cabo el siguiente procedimiento, independientemente de que se encuentre en un entorno con subredes o no:

1. AND lógico entre IP1 y la máscara de red. De esta manera, obtendrá la red o subred, en su caso, a la que pertenece.
2. AND lógico entre IP2 y la máscara de red.
3. XNOR a los resultados de las operaciones anteriores.
4. Si el resultado final esta:
 - Todo a 1 - Significa que los dos nodos SI están en la misma red lógica
 - 1's y 0's – Significa que los dos nodos NO están en la misma red lógica.

A	B	AND	XOR	XNOR
0	0	0	0	1
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	1	0	1

Comprobar si IP1, IP2 pertenecen a la misma red:

IP1 – 126.0.4.1

IP2 – 198.0.0.1

SOLUCIÓN

IP1 – 126.0.4.1 → Clase A → Mascara: 255.0.0.0

IP2 – 198.0.0.1 → Clase C → Mascara: 255.255.255.0

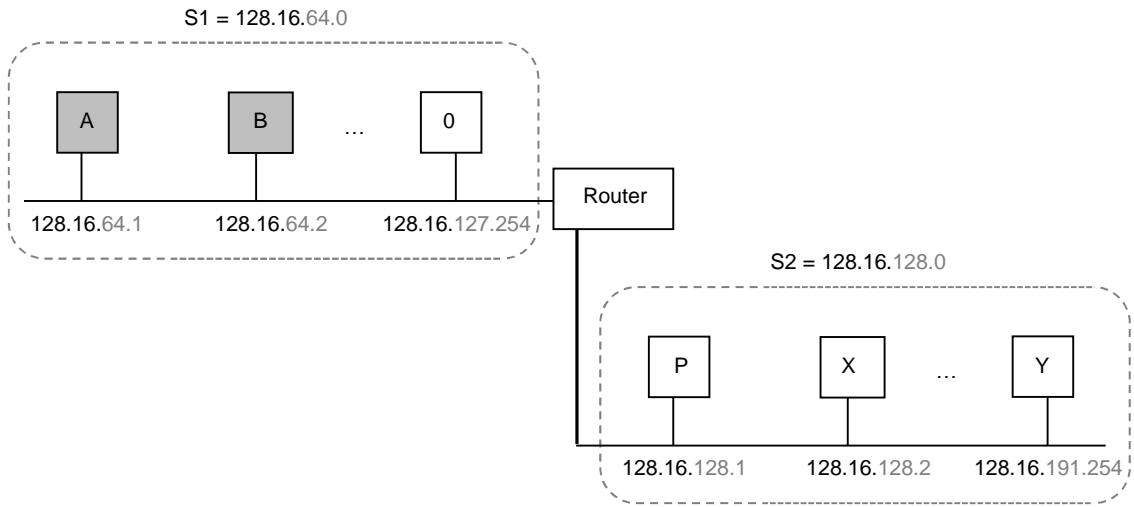
	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
	128	64	32	16	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1	
IP1	0	1	1	1	1	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1	AND
Masc.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	
R1	0	1	1	1	1	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	
IP2:	1	1	0	0	0	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1	AND
Masc.:	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0	
R2	1	1	0	0	0	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	
R1	0	1	1	1	1	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	XNOR
R2	1	1	0	0	0	1	1	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rt	0	1	0	0	0	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	

Rt :1's y 0's ⇒ Los dos nodos NO están en la misma red.

8.1.1. COMUNICACIÓN CUANDO DOS EQUIPOS (FUENTE Y DESTINO) PERTENECEN A LA MISMA RED

¿Cómo se lleva a cabo la comunicación entre dos equipos cuando éstos comparten el medio físico, es decir, cuando pertenecen a la misma subred IP? Veámoslo.

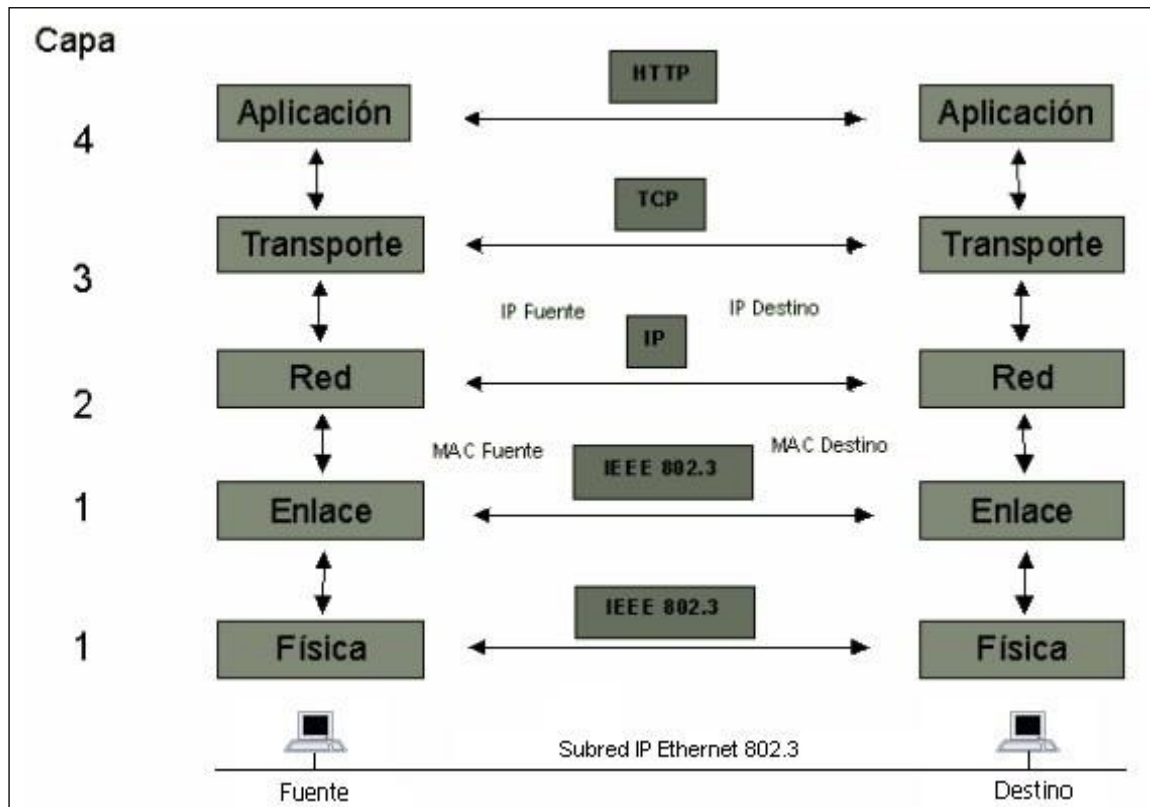
El host A quiere comunicarse con el host B que pertenece a la misma red.



Si el equipo destino con el que el equipo fuente quiere establecer una comunicación se encuentra en su misma subred, esta comunicación puede realizarse directamente a través del medio que comparten, de la siguiente manera:

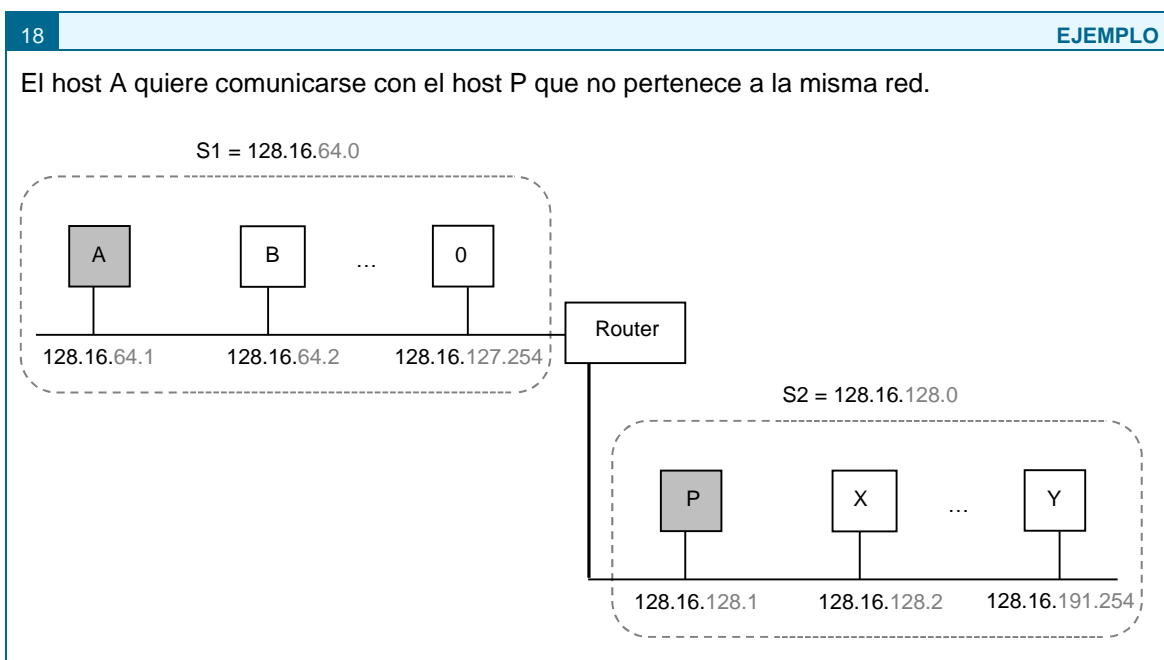
- El nivel de red del equipo fuente encapsulará la información que recibe del nivel superior en un paquete IP que irá dirigido a la dirección IP del equipo destino.
- Asimismo, el nivel de acceso a la red del equipo fuente encapsulará dicho paquete IP en una trama dirigida a la dirección MAC del equipo destino.
- Por su parte, el equipo destino recogerá la trama que va dirigida a él y desencapsulará el paquete IP contenido en su interior.
- Entonces comprobará que el paquete va dirigido a su dirección IP, desencapsulará la información contenida en el paquete y se la pasará a la capa superior.

En la siguiente figura puede verse la interacción de los protocolos implicados en una comunicación de este tipo, suponiendo que los protocolos superiores implicados son HTTP y TCP (se trata, por ejemplo, de una comunicación HTTP entre un navegador y un servidor Web).



8.1.2. COMUNICACIÓN CUANDO DOS EQUIPOS (FUENTE Y DESTINO) NO PERTENECEN A LA MISMA RED

¿Cómo se lleva a cabo la comunicación entre dos equipos cuando éstos no comparten el medio físico, es decir, cuando no pertenecen a la misma red IP o, en su caso, subred IP? Veámoslo.



Si el equipo destino con el que el equipo fuente quiere establecer una comunicación no se encuentra en su misma subred, entonces esta comunicación no puede realizarse directamente a través del medio y tendrán que intervenir elementos intermedios: los routers o encaminadores, también llamados Gateways o puerta de enlace en ciertos entornos. Recordemos que estos encaminadores IP o routers son, básicamente, hosts TCP/IP conectados a dos o más subredes para hacer de puente entre ellas y que cuentan con información y mecanismos para saber qué hacer con los paquetes IP que reciben, para que éstos lleguen a su destino.

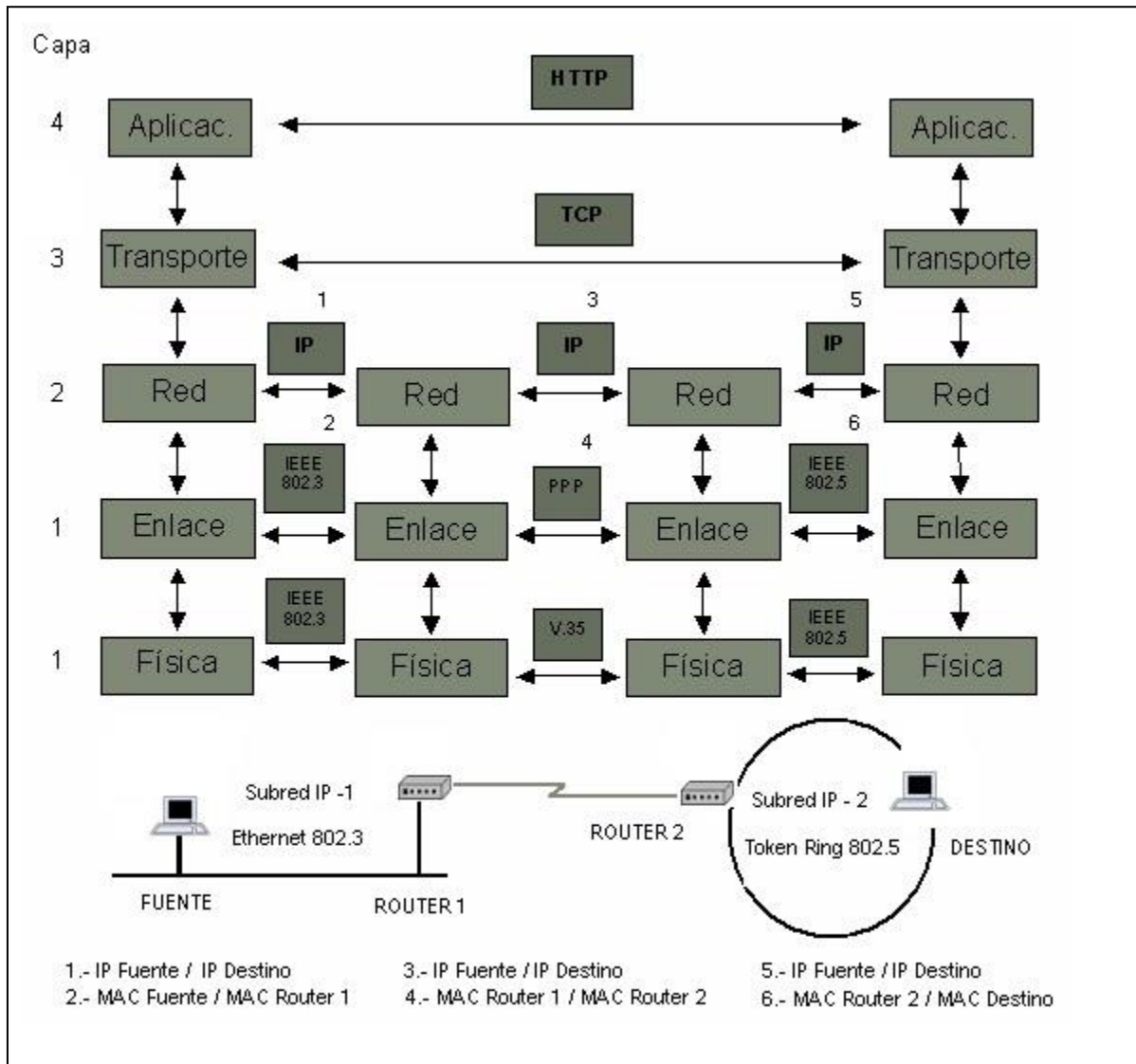
Básicamente, en estas situaciones, el equipo fuente le entrega el paquete IP a uno de los routers de su subred (al adecuado según la dirección destino del paquete). Posteriormente, dicho paquete irá pasando de router en router hasta que llegue a uno que pueda transmitir directamente el paquete al equipo destinatario del mismo, porque comparta subred con él.

Concretamente, el procedimiento que se lleva a cabo en una comunicación cuando los equipos implicados no pertenecen a la misma subred IP es el siguiente:

- El nivel de red del equipo fuente encapsulará la información que recibe del nivel superior en un paquete IP que irá dirigido a la dirección IP del equipo destino.
- Además, el nivel de acceso a la red del equipo fuente encapsulará dicho paquete IP en una trama dirigida a la dirección MAC del router correspondiente de su propia subred.
- Una vez que el router de la subred local recibe la trama que va dirigida a él, desencapsula el paquete IP que ésta contiene y analiza la dirección destino del mismo.
- Entonces, sus algoritmos de encaminamiento le dirán, en base a dicha dirección, cuál es el siguiente router al que tiene que mandar el paquete para que éste llegue a la red destino; es decir, le dirán cuál es el siguiente salto (next-hop) en el camino hacia el destino. Evidentemente, entre ambos routers tiene que existir siempre un medio compartido, por lo que la comunicación entre ellos es directa.
- Por lo tanto, el router encapsulará el paquete IP en una trama del nivel de acceso a la red correspondiente, la cual irá dirigida a la dirección MAC de este router que supone el siguiente salto en el camino.
- Este proceso se repite hasta que el paquete llega a un router que está conectado a la misma red a la que pertenece el equipo destino.
- Entonces este router encapsulará el paquete IP en una trama dirigida a la dirección MAC del destino, el cual la recogerá, desencapsulará el paquete IP contenido en su interior, comprobará que el paquete va dirigido a su dirección IP, desencapsulará la

información contenida en el paquete y se la pasará a la capa superior de su pila de protocolos.

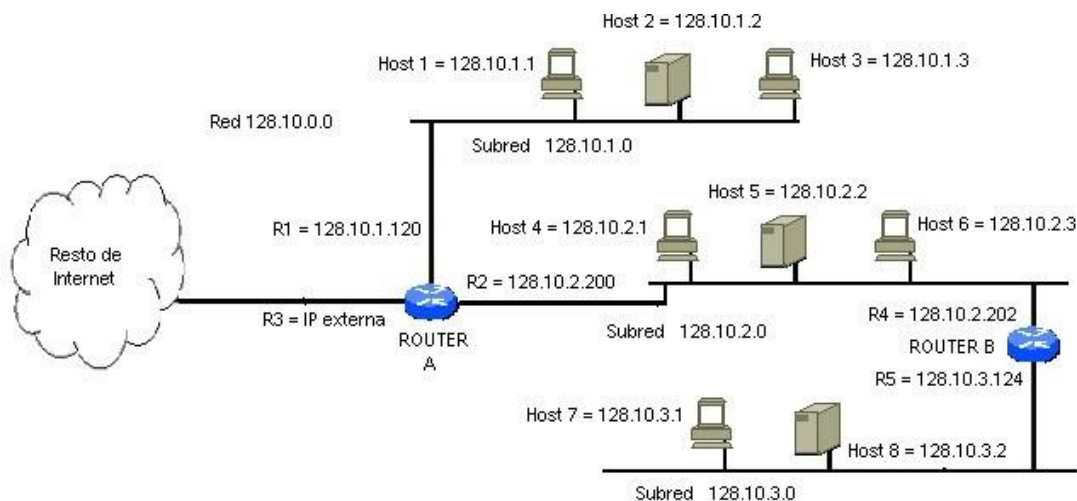
En la siguiente figura puede verse la interacción de los protocolos implicados en una comunicación de este tipo, suponiendo que los protocolos superiores implicados son HTTP y TCP (se trata, por ejemplo, de una comunicación HTTP entre un navegador y un servidor Web).



Vamos a ver como se realiza una comunicación “entre hosts de subredes distintas”:

Supongamos la siguiente estructura de red, en la que tenemos la red de clase B 128.10.0.0 y el resto de redes de Internet. Además, dicha red está dividida en 3 subredes: 128.10.1.0, 128.10.2.0 y 128.10.3.0, dadas por la máscara de red 255.255.255.0. Esta red tiene dos routers:

- El router A, que sirve de nexo de unión entre la primera y segunda subred y que además es el router que da salida hacia el resto de Internet.
- El router B, que sirve de nexo de unión entre la segunda y tercera subred.



- Los equipos de la subred 128.10.1.0 saben que para comunicarse con un equipo que no pertenezca a su subred tienen que salir a través del Router A. Éste es su router por defecto.
- Los equipos de la subred 128.10.2.0 saben que para comunicarse con un equipo que no pertenezca a su subred:
 - Si el destino está en la subred 128.10.3.0 tienen que salir a través del Router *B.
 - En cualquier otro caso tienen que salir a través del Router A. Éste es su router por defecto.
- Los equipos de la subred 128.10.3.0 saben que para comunicarse con un equipo que no pertenezca a su subred tienen que salir a través del Router B. Éste es su router por defecto.
- El Router A, el cual está conectado a tres subredes distintas en cada una de las cuales tiene una IP asignada, cuando recibe un paquete hace lo siguiente:

- Si el destino está en la subred 128.10.1.0 puede entregarlo directamente.
 - Si el destino está en la subred 128.10.2.0 puede entregarlo directamente.
 - Si el destino está en la subred 128.10.3.0, entonces tiene que enviárselo al Router B, al cual tiene definido como Next-Hop para llegar a esa subred.
 - En cualquier otro caso tendrá que enviárselo a un router externo, no visible en el dibujo, y con el cual comparte también un medio físico; es decir, ambos pertenecen a otra subred. Este router será el que el Router A tiene definido como Next-Hop por defecto.
- El Router B, el cual está conectado a dos subredes distintas en cada una de las cuales tiene una IP asignada, cuando recibe un paquete hace lo siguiente:
 - Si el destino está en la subred 128.10.3.0 puede entregarlo directamente.
 - Si el destino está en la subred 128.10.2.0 puede entregarlo directamente.
 - En cualquier otro caso tendrá que enviárselo al Router A, al cual tiene definido como Next-Hop por defecto.

Como hemos visto, una organización que posee una red de tipo A, B o C es libre de subdividirla a su vez en distintas subredes que se ajusten a sus necesidades. No obstante, esta división en subredes es algo interno de la propia organización y no es visible al resto del mundo, que sigue considerando a todos los efectos la existencia de una única red de tipo A, B o C, según sea el caso. Es decir, el resto del mundo sólo sabe cómo hacer llegar la información a la red originaria y son los routers internos de la propia organización los únicos que saben de la existencia de las subredes y las contemplan en sus algoritmos de encaminamiento.

Vamos a ver como se realiza comunicación “desde el exterior hacia los hosts de las subredes distintas”:

En el ejemplo anterior, los únicos equipos que son conscientes de la subdivisión en subredes de la red 128.10.0.0 son los propios equipos integrantes de esa red, gracias a su máscara de red. El resto de equipos y routers de la red global, los que están formando parte de la gran nube de la izquierda, sólo saben de la existencia de la red 128.10.0.0, pero en ningún caso de sus subredes.

Por lo tanto, si un equipo de cualquiera de las redes externas quisiese comunicarse, por ejemplo, con el equipo de IP 128.10.3.1, simplemente considerará que quiere comunicarse con un equipo que pertenece a la red 128.10.0.0. Los routers externos tendrán en sus tablas información sobre cómo llegar a dicha red y, como consecuencia de ello, la información será encaminada hasta el Router A, que es el único que ofrece conectividad entre esa red y el exterior. Este Router A sí que tiene conocimiento de la subdivisión en subredes y es capaz de identificar que la dirección 128.10.3.1 pertenece a la subred 128.10.3.0. Este router, entonces, encamina la información por dentro de la estructura de subredes, tal y como vimos en el ejemplo anterior, en este caso concreto, entregando la información al Router B.

9. CONFIGURACIÓN DE LA RED MEDIANTE EL PROTOCOLO TCP/IP

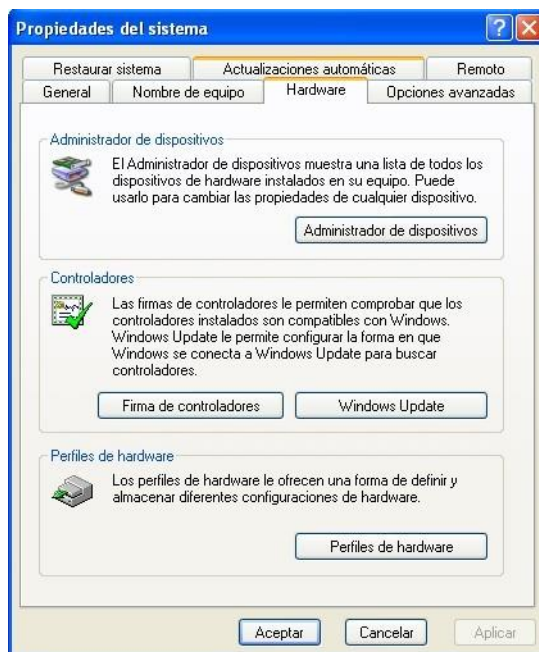
Para configurar la red mediante el protocolo TCP/IP, debemos de realizar lo siguientes pasos:

1. Comprobación de la correcta instalación de la tarjeta de red
2. Comprobación de la inexistencia de conflictos con el sistema
3. Instalación del protocolo TCP/IP
4. Configuración del protocolo TCP/IP
5. Hacer un ping

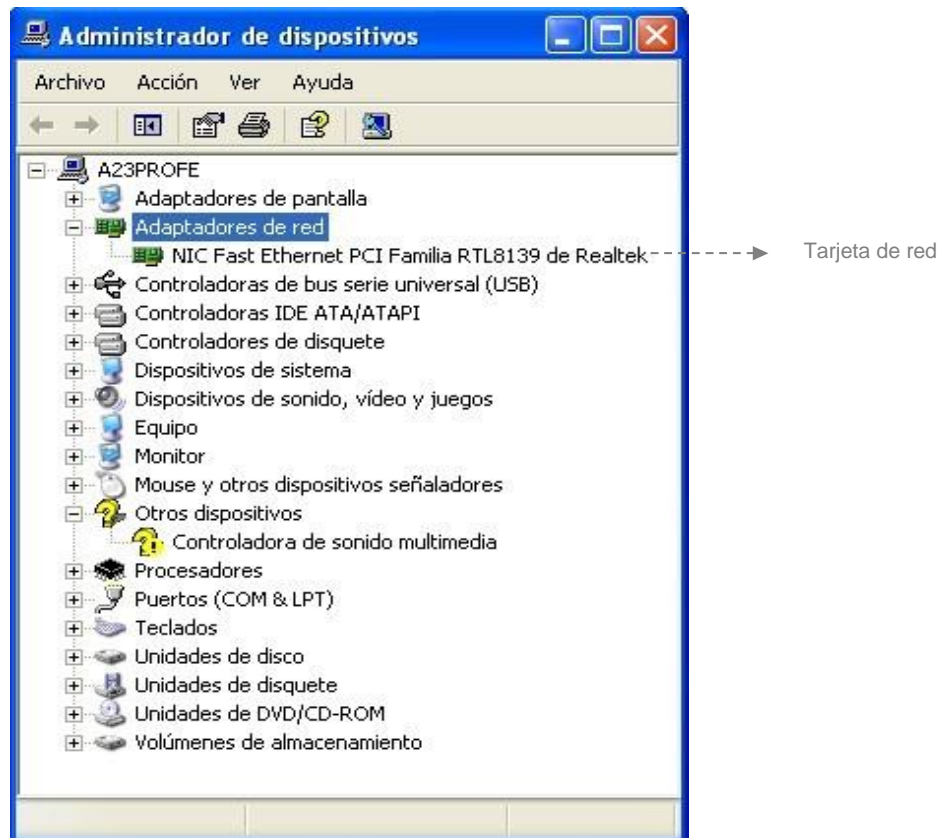
9.1 COMPROBACIÓN DE LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LA TARJETA DE RED

Para la comprobar si está correctamente instalada la tarjeta de red, realizar los siguientes pasos:

Inicio → Panel de control → Sistema → (pestaña) Hardware → Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:



(Clic) Administrador de dispositivos → Aparecerá la siguiente ventana:

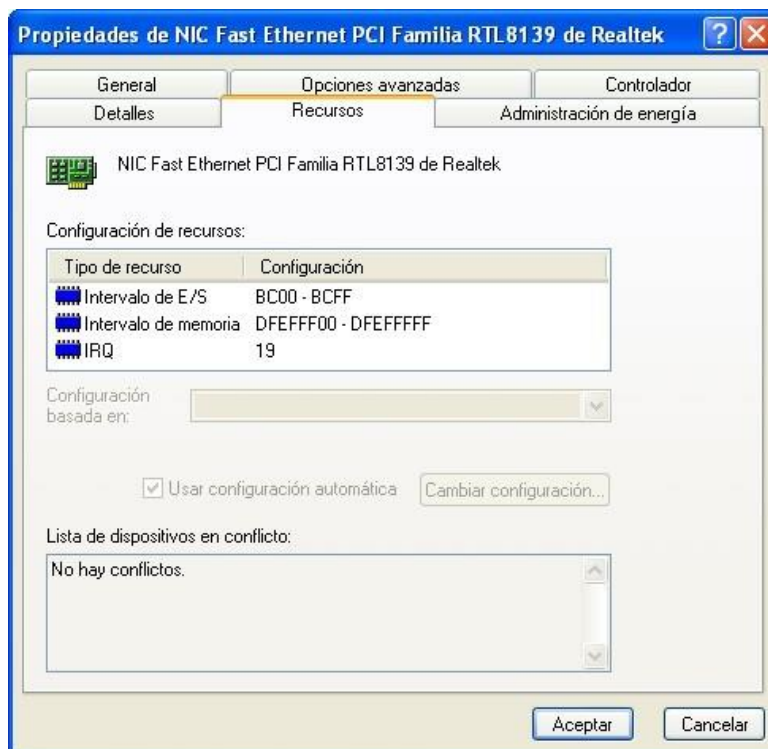


(Doble clic) Adaptadores de red → Muestra los distintos adaptadores (\cong tarjetas de red) existentes en nuestro equipo. Así, deberemos de cerciorarnos que el adaptador identificado como el específico (\cong NIC Fast Ethernet PCI...) para la posterior configuración, no aparece con ningún tipo de signos de admiración o deshabilitación del mismo:

- Si el adaptador se muestra un signo de *admiración*, deberemos de reinstalar los controladores del adaptador, ya que no se encuentra correctamente instalado. Para ello: (botón derecho) Adaptador específico (\cong NIC Fast Ethernet PCI...) → (clic) Instalar
- Si el adaptador se muestra con un *aspa roja*, entenderemos que dicho adaptador se encuentra deshabilitado, por lo que deberemos de habilitar dicho adaptador. Para ello: (botón derecho) Adaptador específico (\cong NIC Fast Ethernet PCI ...) → (clic) Habilitar

9.2 COMPROBACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE CONFLICTOS CON EL SISTEMA

Partiendo de la ventana anterior: (botón derecho) Adaptador específico (\cong NIC Fast Ethernet PCI...) → Propiedades → (Pestaña) Recursos → Mostrará el siguiente cuadro de diálogo con las distintas propiedades de dicho dispositivo (\cong adaptador):



Nos situamos en la pestaña Recursos para comprobar si existe algún tipo de conflicto en el sistema con nuestro dispositivo:

- Si visualizamos algún tipo de conflicto concerniente a otro tipo de dispositivo, genéricamente vienen definidos por la utilización de las IRQ. Una forma de solucionarlo sería cambiando de slot o ranura la tarjeta de red y comenzando de nuevo el proceso de configuración.

Para que no haya conflicto, las IRQ's de los diferentes dispositivos no deben coincidir. En el momento que alguna IRQ coincida (Por ejemplo, la IRQ de la tarjeta de red = 19 y la IRQ de la impresora = 19), entonces hay conflicto.

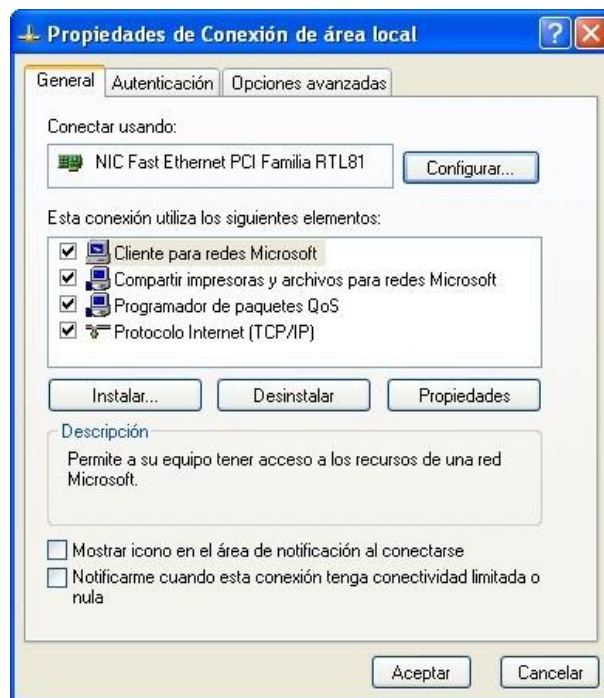
9.2 INSTALACIÓN DEL PROTOCOLO TCP/IP

Si no tenemos el protocolo TCP/IP que necesita nuestra máquina para salir a Internet no, recibiremos mensajes de error cuando queramos conectar y no seremos capaces de hacerlo.

Veamos pues si lo tenemos instalado realizando los siguientes pasos:

Inicio → Panel de control → Conexiones de red → (botón derecho) Conexión de área local → Propiedades.

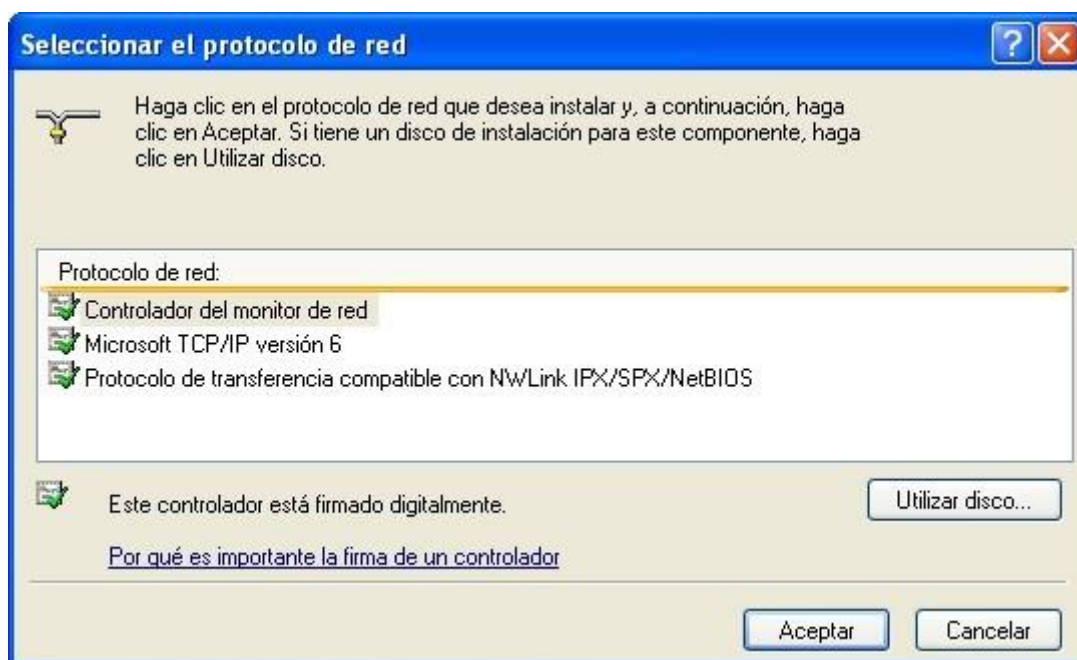
Obtendrás un cuadro de diálogo como el siguiente:



- Si aparece instalado el protocolo TCP/IP (tal y como es el caso de la imagen superior), podemos estar tranquilos y continuar con los pasos necesarios para conectarnos a Internet.
- Si no aparece: (clic) Instalar → Muestra otro cuadro de diálogo:



(Seleccionar) Protocolo → (clic) Agregar → Obtendremos un nuevo cuadro de diálogo:



(Seleccionar) Microsoft TCP/IP versión 6 → Aceptar.

Necesitará copiar algunos archivos, así que es conveniente tener preparado el CD de Windows.

Al final se nos advertirá que debemos reiniciar el equipo. Lo haremos para que los cambios efectuados surtan efecto.

La instalación estará completa cuando el equipo arranque de nuevo.

9.2 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO TCP/IP

Para poder acceder a todos los servicios que nos brinda Internet, necesitamos que nuestro ordenador tenga instalado el protocolo de comunicaciones TCP/IP (idioma común de Internet).

9.4.1. PARÁMETROS

Para configurar correctamente la dirección de un host TCP/IP hacen falta los siguientes parámetros:

- **Dirección IP** - Como habíamos visto al principio del tema, una dirección IP es un número exclusivo que existe en cada ordenador de una red TCP/IP (por ejemplo 189.67.37.2, Internet es un ejemplo de red TCP/IP). Deberá de ser suministrada por el administrador de la red de la instalación.
- **Máscara de subred** – Como habíamos visto al principio del tema, la máscara de subred nos servirá para determinar como distinguir lo que es red de lo que es host en una dirección IP. Y determina el tipo de clase de red que tengamos.
- **Puerta de enlace (o gateway) predeterminada** - También llamada encaminador. Es la dirección de un enrutador IP local de la misma red que este equipo y se utiliza para reenviar el tráfico a los destinos que están fuera de la red local. Una puerta de enlace es el punto de conexión o intercambio que conecta redes IP diferentes. Por ejemplo, una red de área local (LAN) puede necesitar una puerta de enlace para conectarse a una red de área extensa (WAN) o a Internet.

Resumiendo – Una puerta de enlace es el punto de salida a otra red y la puerta de enlace puede ser un router, un switch, un ordenador...

Un router – Toma las decisiones de encaminamiento hacia donde tiene que ir el mensaje.

- **Servidor DNS preferido** – Se refiere al servidor DNS principal de este equipo. El DNS (\cong Servicio de Nombres de Dominio \cong Domain Name Service) es una forma sencilla de localizar un ordenador en Internet. Todo ordenador conectado a Internet se identifica por su dirección IP, pero como a las personas les resulta más fácil acordarse de nombres que de números, se inventó un sistema (DNS \cong Servidor de nombres de dominio \cong Domain Name Server) capaz de traducir esos largos y complicados números, difíciles de recordar (200.36.172.40), en un sencillo nombre de dominio (web.userservers.net) y viceversa.

Ejemplo

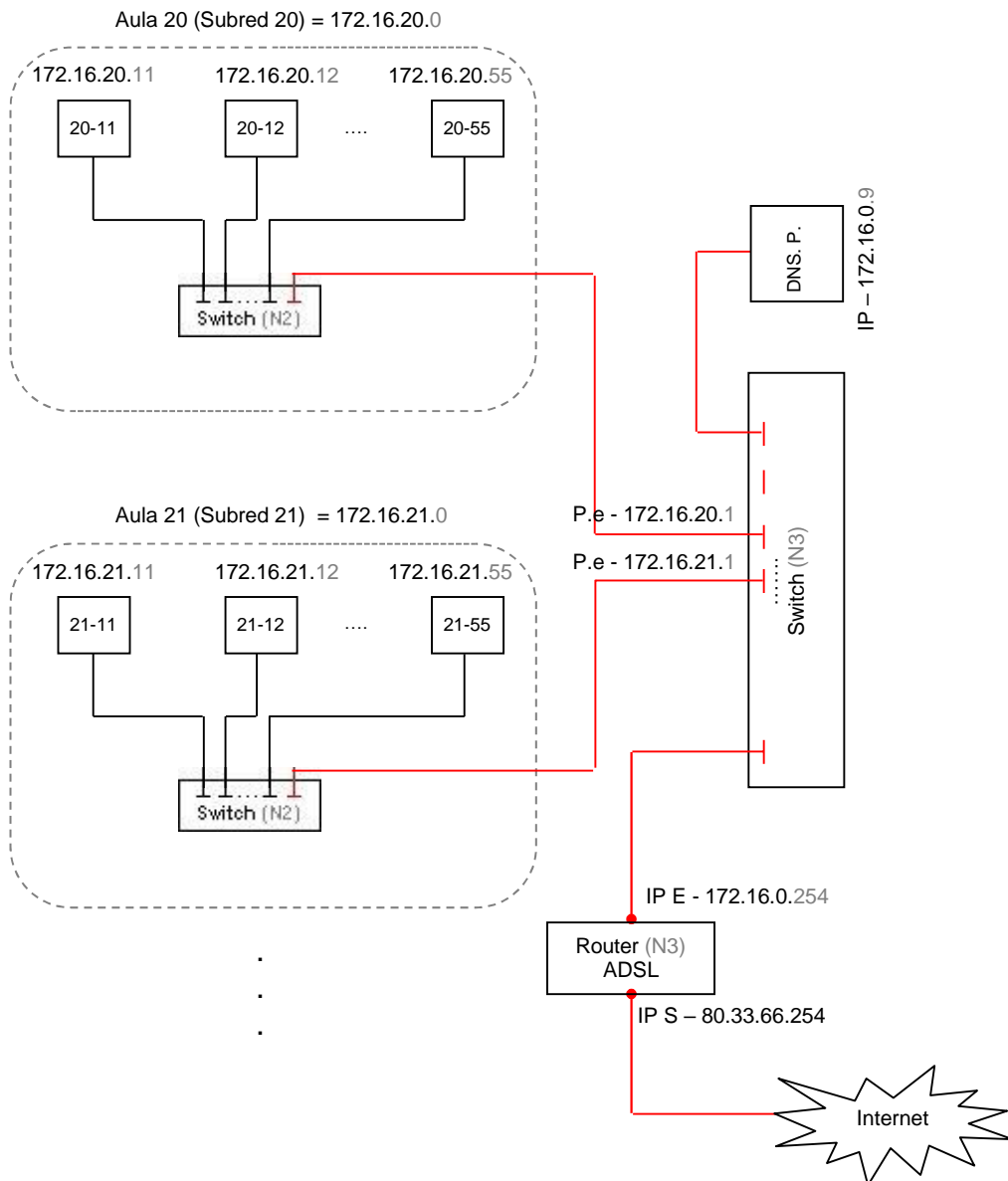
Servidor DNS preferido: 172.16.0.1 → Esa es la dirección que se le asigna al servidor DNS preferido que es el que hace las traducciones.

- **Servidor DNS alternativo** – Se refiere al servidor DNS secundario de este equipo. Dicho servidor se utiliza como siguiente punto de contacto en el caso de que el servidor DNS preferido no está disponible o falle.

21

EJEMPLO

Vamos a ver las diferentes IP's y puertos de enlace de la red del instituto:



Switch (N2) – El Switch trabaja a nivel 2

Switch (N3) – El Switch trabaja a nivel 3

Router (N3) – El Router trabaja a nivel 3

El Router va a tener 2 bocas, y cada boca necesita su propia IP:

IP E – Comunica con el instituto

IP S – Comunica con internet. Es la IP que telefónica proporciona al contratar la línea ADSL

Todas las subredes coincidirán en lo siguiente:

Máscara de subred: 255.255.255.0

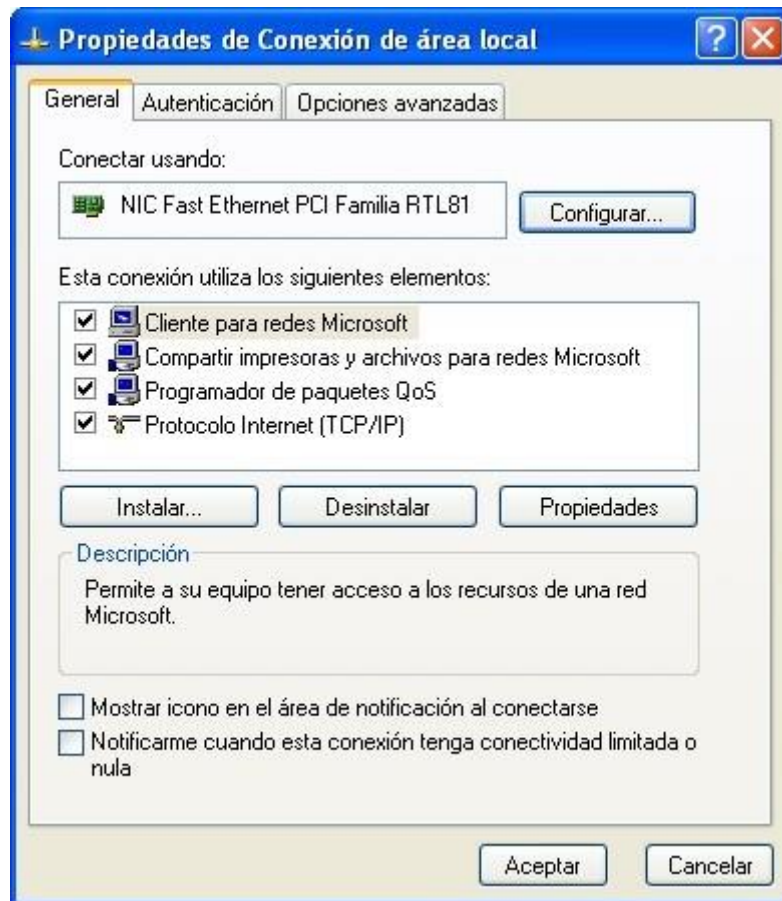
Servidor DNS preferido: 172.16.0.9

Servidor DNS alternativo: No existe

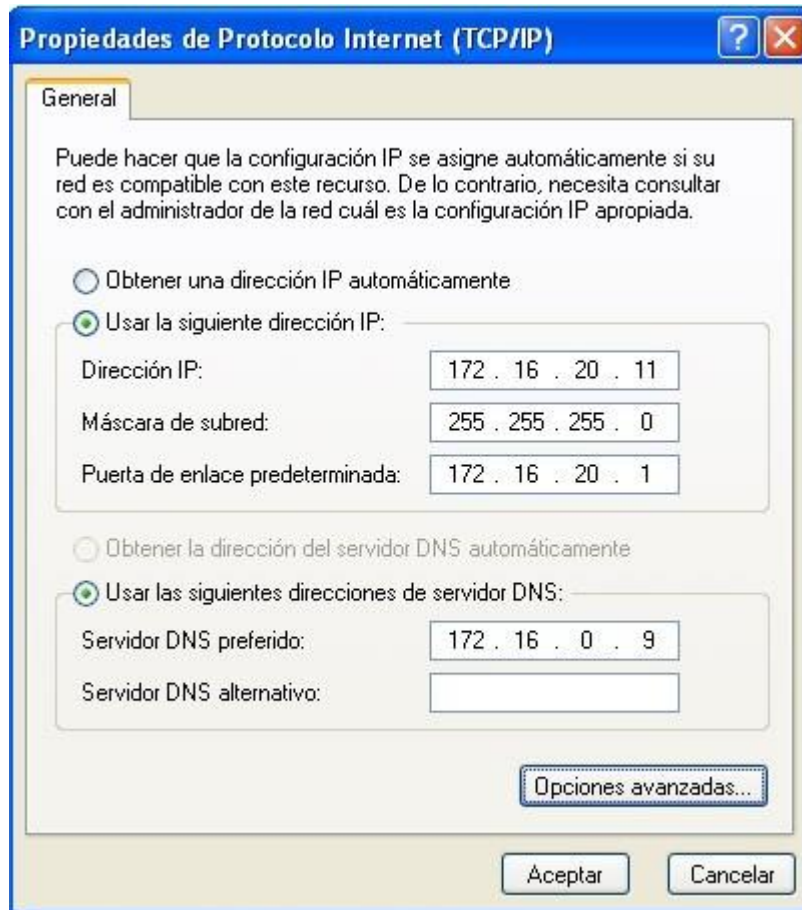
9.4.2. ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS

Para asignar esos parámetros realizar los siguientes pasos:

Inicio → Panel de control → Conexiones de red → (botón derecho) Conexión de área local → Propiedades → (Pestaña) General. Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:



→ Esta conexión utiliza los siguientes elementos: Protocolo Internet (TCP/IP) → Propiedades. Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo donde se introducirán los parámetros de configuración:



- Obtener una dirección automáticamente – Especifica que esta conexión de red obtenga de forma dinámica la dirección del protocolo Internet (IP) desde un servidor del Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol) o un servidor o enrutador de acceso telefónico de Protocolo punto a punto (PPP, Point-to-Point Protocol).
- Usar la siguiente dirección IP – Especifica que esta conexión de red use una dirección de protocolo Internet (IP) configurada manualmente.

9.2 HACER UN PING

Utilizar la orden ping para comprobar que todo funciona como es debido. Esta orden se usa para verificar que una dirección dada es accesible y para medir el retraso entre el envío de un datagrama y su recepción de vuelta. Este tiempo es conocido como tiempo de ida y vuelta. Se deberán hacer los siguientes ping's:

- 1º) A la dirección: 127.0.0.1 para comprobar que la tarjeta de red funciona correctamente
- 2º) A todos los equipos para comprobar que se puede acceder a ellos
- 3º) A la puerta de enlace para comprobar que se puede salir de la red.

Supongamos que estamos configurando la red del aula 20, para realizar los ping's tenemos que realizar los siguientes pasos:

1º) Comprobar que funciona la tarjeta de red:

Ir a: Inicio → Ejecutar → cmd



```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\administrador>ping 127.0.0.1

Haciendo ping a 127.0.0.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 127.0.0.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 127.0.0.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 127.0.0.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 127.0.0.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128

Estadísticas de ping para 127.0.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de recorrido redondo en milisegundos:
        mínimo = 0ms, máximo = 0ms, promedio = 0ms
  
```

2º) Comprobar que se pueden acceder a todos los ordenadores del aula:

- Enviamos un ping a un ordenador para comprobar si está conectado correctamente a la red:



```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\administrador>ping 172.16.20.22

Haciendo ping a 172.16.20.22 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.16.20.22: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 172.16.20.22: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 172.16.20.22: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128
Respuesta desde 172.16.20.22: bytes=32 tiempo<10ms TTL=128

Estadísticas de ping para 172.16.20.22:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de recorrido redondo en milisegundos:
        mínimo = 0ms, máximo = 0ms, promedio = 0ms

C:\Documents and Settings\administrador>
  
```

Vemos que los paquetes dirigidos a la máquina 172.16.20.22 están siendo entregados correctamente y la respuesta a ping es recibida de forma casi instantánea. Esto significa que ha establecido con éxito la conexión.

Tiempo – Es el tiempo que tarda en enviar un mensaje y recibir la respuesta.

- Enviamos un ping a otro ordenador para comprobar si está conectado correctamente a la red:



```
C:\WINNT\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\administrador>ping 172.16.20.11

Haciendo ping a 172.16.20.11 con 32 bytes de datos:

Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 172.16.20.11:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4 (100% perdidos),
    Tiempos aproximados de recorrido redondo en milisegundos:
        mínimo = 0ms, máximo = 0ms, promedio = 0ms
```

Vemos que los paquetes dirigidos a la máquina 172.16.20.11 no están siendo recibidos correctamente, se han perdido. Esto significa que no ha establecido con éxito la conexión.

No existe conexión por las siguientes causas:

- La configuración no se ha hecho correctamente.
- El equipo de destino no esta conectado o no esta encendido.

3º) Hacer un ping a la puerta de enlace para comprobar que se puede salir de la red:



```
C:\WINNT\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\administrador>ping 172.16.20.1

Haciendo ping a 172.16.20.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.16.20.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.20.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.20.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=255
Respuesta desde 172.16.20.1: bytes=32 tiempo<10ms TTL=255

Estadísticas de ping para 172.16.20.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de recorrido redondo en milisegundos:
        mínimo = 0ms, máximo = 3ms, promedio = 0ms
```