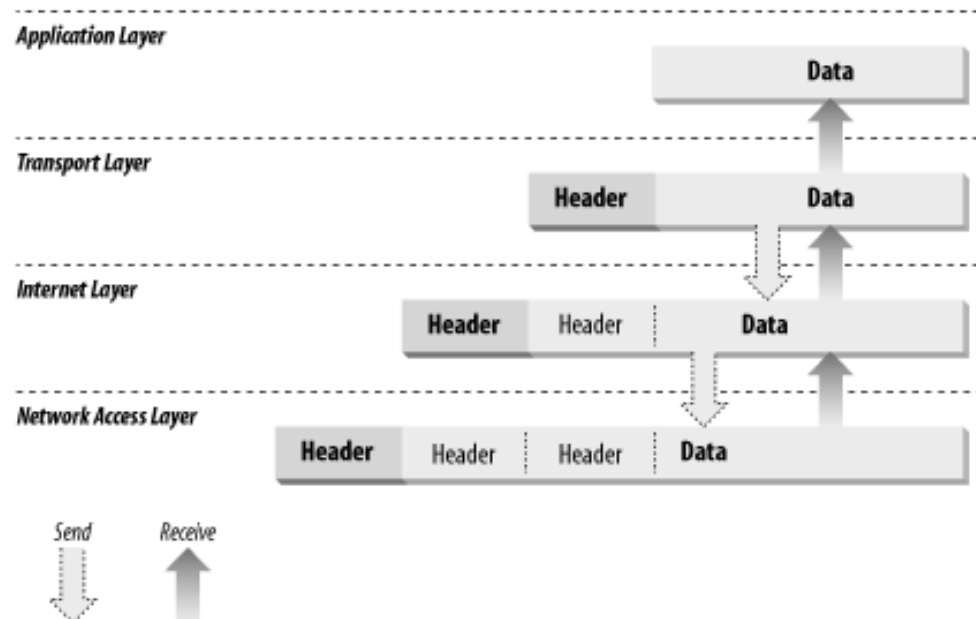


La capa de red

Los protocolos TCP-IP (internet)

En la arquitectura TCP/IP, la capa de red es la primera que se define (las capas inferiores utilizan la arquitectura 802). Asume que por debajo haya otras capas que garantizan la transmisión de datos entre dos dispositivos conectados físicamente.

Las funciones de la capa de internet no coinciden al 100% con las funciones definidas en OSI. La capa internet no se ocupa del control de congestión (lo deja a la capa de transporte)



La capa de red

Funciones principales (capa red en internet)

La capa de internet se ocupa de:

- Definir el datagrama IP (o paquete de nivel 3).
- Direccionamiento IP.
- Encaminamiento entre origen y destino.
- Segmentación y reensamblado de datagramas.

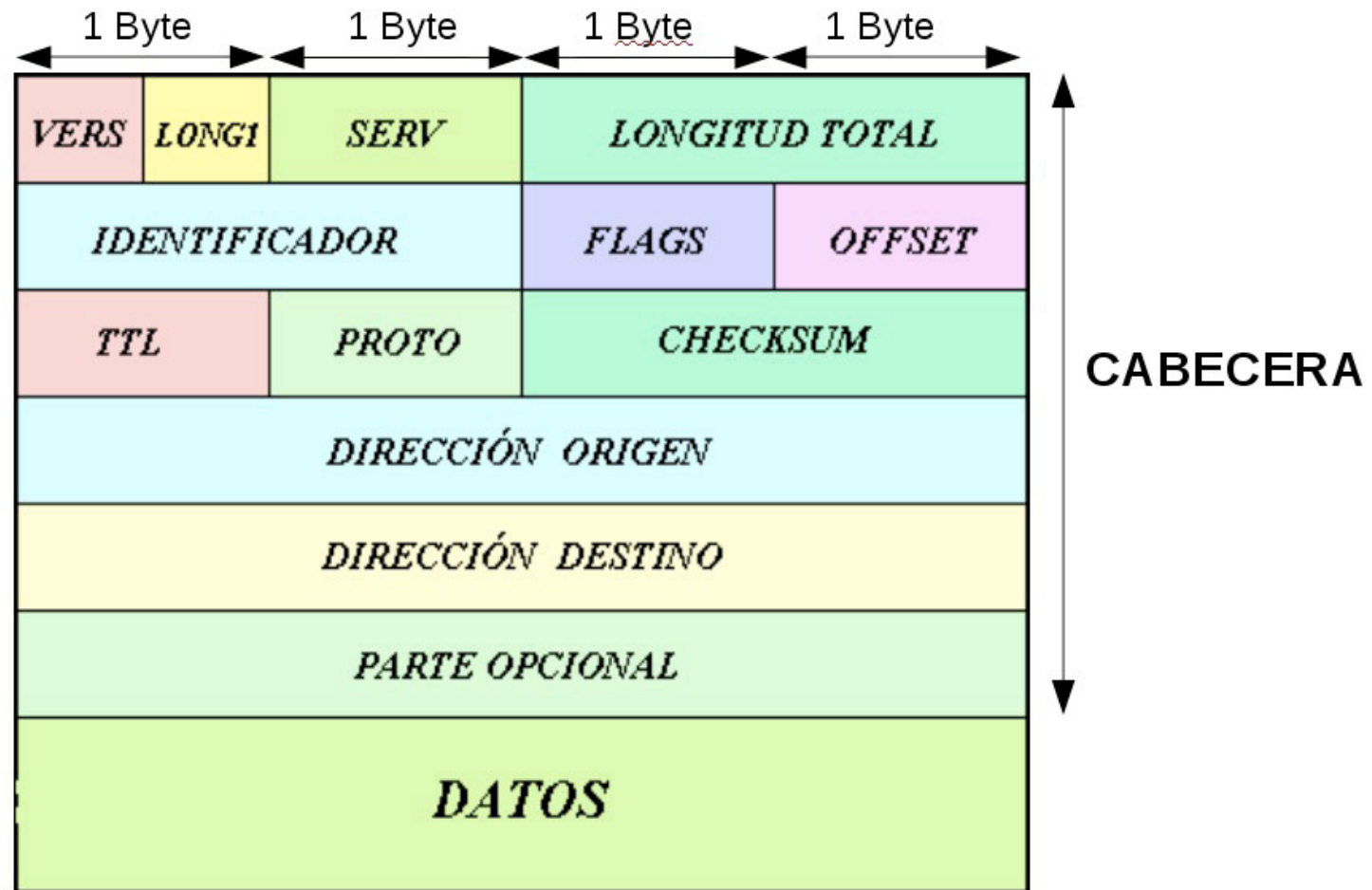


Algunas de sus características son:

- El nivel de red en TCP/IP NO está orientado a la conexión.
- Es no fiable. No provee detección y recuperación ante errores.
- Utiliza la tecnología de conmutación de paquetes.
- Existen dos versiones. IPV4 es la más usada actualmente, IPV6 es la opción de futuro con cierta presencia ya en internet.

La capa de red

Formato del paquete IP

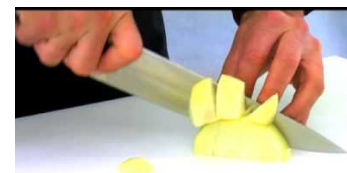


La capa de red

Formato del paquete IP

El tamaño máximo es de 65535 bytes.

La capa de red adapta (fragmenta) los paquetes para que puedan viajar en una trama de tamaño correcto para la capa de enlace que use.



Se compone de dos partes:

- Cabecera: 20 bytes obligatorios más una parte opcional de longitud variable.
- Datos: tiene una longitud variable.



La capa de red

Paquete IP. Campos de la cabecera

- **Vers**: versión de IP.
- **Long**: longitud de la cabecera en palabras de 32 bits.
- **Serv**: indica el tipo de servicio solicitado, la prioridad del paquete y otros aspectos relacionados con el QoS(Quality of Service). Muchos routers ignoran este campo.
- **Longitud total**: longitud de todo el datagrama. Tamaño máximo 65535
- **Identificador**: identifica al datagrama. Útil en caso de fragmentación: todos los fragmentos del mismo datagrama tienen el mismo identificador.



La capa de red

Paquete IP. Campos de la cabecera

- **FLAGS**: se usan para la fragmentación. Son 3 bits.
 - El primero es para usos futuros.
 - El segundo indica si este datagrama se puede fragmentar.
 - El tercero dice si hay más fragmentos o es el último.
- **Offset (desplazamiento)**: permite determinar el orden de los fragmentos.
- **TTL (Time to live)**: indica cuantos “saltos” puede hacer el datagrama como máximo. En cada salto, se resta 1 a este campo. Si alcanza 0, se descarta.
- **Proto**: indica a la capa de transporte qué protocolo puede entender este datagrama (por ejemplo TCP o UDP).



La capa de red

Paquete IP. Campos de la cabecera y datos

- **Checksum**: código de redundancia para control de errores en la cabecera.
- **Dirección origen**: dirección IP del equipo que ha enviado el datagrama.
- **Dirección destino**: dirección IP del equipo al que ha sido enviado el datagrama.
- **Parte opcional**: puede estar formada por información muy variada. Se puede especificar la ruta del paquete, algunos nodos obligatorios, parámetros de seguridad ...
- **Datos**: información útil para la capas superiores.

La capa de red

Direccionamiento IP

Cada equipo o dispositivo tiene asociada (al menos) una dirección IP que lo identifica en internet.

La dirección IP codifica.

- La red a la que pertenece el dispositivo.
- El número que identifica el host en esa red.

En IPv4 las direcciones IP tienen 4 bytes (32 bits) de longitud (¿cuántas direcciones IPv4 posibles existen?). Se representan como una serie de 4 números entre 0 y 255 separados por puntos.

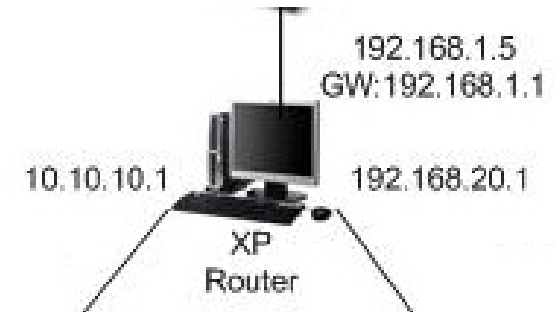
Ejemplo: 104.22.144.239



La capa de red

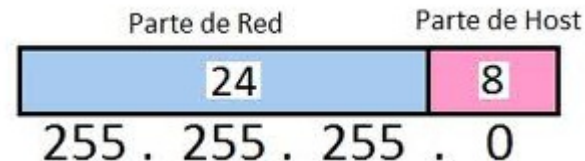
Direcciones IP

Si un equipo se conecta a varias redes, tendrá varias interfaces de conexión y tendrá una dirección IP por cada una de las interface.



Una dirección IP consta de dos partes:

- Porción de red: identifica la red. son los primeros N bits a la izquierda
- Porción de host: identifica el equipo. Son los restantes bits.



192.168.1.0 /24

● PORCION DE RED

● PORCION DE HOST

● MASCARA DE RED



La capa de red

Máscara de subred

¿Cómo se puede saber cuántos bits corresponden a la red y cuántos al host?. Se utiliza una máscara.

La máscara es un número de 32 bits que tiene

- 1 en los bits correspondientes a la porción de red.
- 0 en los bits correspondientes a la porción de host.



IP: 192.168.5.12

Máscara: 255.255.255.0

255.255.255.0 en binario sería:

11111111 11111111 11111111 00000000

También se puede indicar: 192.168.5.12/24



La capa de red

Convenios de numeración

Las direcciones se escriben en notación decimal, con puntos entre los bytes.

La dirección 255.255.255.255 está reservada para broadcast.

La dirección 0.0.0.0 sirve para indicar la ruta por defecto.

Una dirección con la parte host a ceros, se usa para referirse a esa red concreta. 192.168.2.0/24.

Una dirección con la parte host a unos, se usa para referirse a la dirección de broadcast de esa red. 192.168.2.255/24.

Una dirección con la parte de red a ceros identifica a un host en la red actual (sea cual sea).



La capa de red

Convenios de numeración

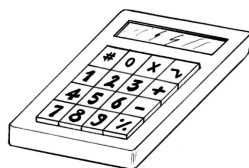
Las IP a partir de 240.0.0.0 están reservadas para usos futuros.

Las IP 127.x.y.z se reservan para pruebas de loopback. Los datagramas enviados a esta dirección son devueltos al mismo host que los envía.

Como consecuencia de estas reglas, en cada red existen 2 direcciones que no se pueden utilizar para identificar hosts:

- La IP con la parte host a ceros → identifica la red.
- La IP con la parte host a unos → broadcast de la red.

Por tanto con una máscara de red 255.255.255.0 podemos tener 2^{24} subredes y $(2^8) - 2$ dispositivos por subred.



La capa de red

Clases

Las IP se dividen en 5 clases

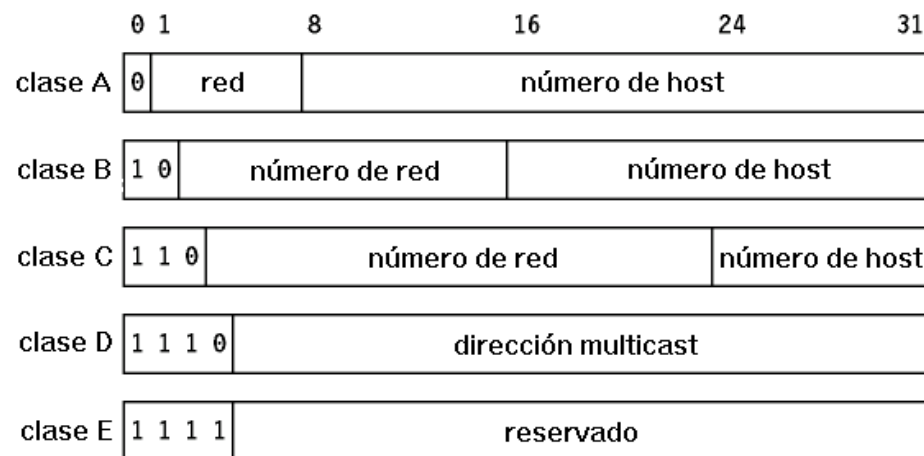
A: 0.0.0.0 – 127.255.255.255

B: 128.0.0.0 – 191.255.255.255

C: 192.0.0.0 – 223.255.255.255

D: 224.0.0.0 – 239.255.255.255

E: 240.0.0.0 -254.255.255.255



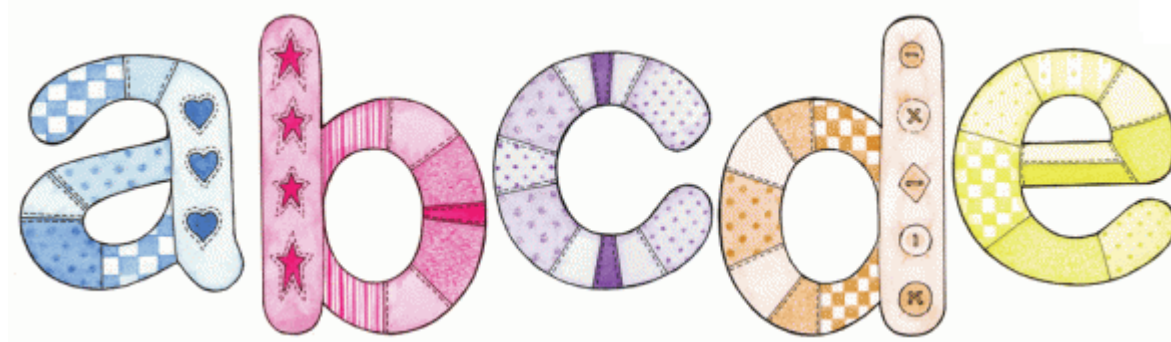
La capa de red

Clases

Clases A, B y C se utilizan para identificar redes informáticas y los hosts que pertenecen a esas redes.

Las Clases D se utilizan para direcciones multicast (no es lo mismo que broadcast!). Estas direcciones permiten mandar un paquete a múltiples hosts (pero no a todos).

Las Clases E están reservadas para usos futuros.





La capa de red

Actividad. Completa la tabla

La clase A tiene 1 byte para la parte de red y 3 bytes para la parte de hosts.

El primer bit de la parte de red tiene que ser 0. por lo tanto puede direccionar $2(8-1)=128$ redes

- Pero hay que quitar las redes 0.0.0.0 y 127.0.0.0 que están reservadas.

La parte de hosts puede direccionar 224 hosts. Pero el primero y el último están reservados. Por lo tanto, tenemos $(224)-2$ hosts

Clase	Nº redes	Nº Hosts
A	126	$2^{24}-2$
B		
C		



La capa de red

Resumen clases

Clase	Valor de w	Identificador de red	Identificador de host	Número de redes	Número de hosts por red
A	1-126	w	x.y.z	126	16,777,214
B	128-191	w.x	y.z	16,384	65,534
C	192-223	w.x.y	z	2,097,152	254
D	224-239	Reservado para direcciones de multidifusión	No disponible	No disponible	No disponible
E	240-254	Reservado para uso experimental	No disponible	No disponible	No disponible

Clase de dirección	Bits para la máscara de subred	Máscara de subred
Clase A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
Clase B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
Clase C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0



La capa de red

Redes privadas

En general una dirección IP tiene que ser única en internet.

Existen rangos de números IP que se pueden usar para crear una red privada (es decir que esas direcciones se pueden usar muchas veces dentro de una red creada en una empresa o organización). No pueden ser asignadas en internet.

Estos IP existen solo dentro de la red privada, no son alcanzables directamente desde internet (se necesitan técnicas más avanzadas que veremos más adelante)

Existen varias redes para uso privado:

- 1 red en la clase A: 10.0.0.0/8
- 16 redes en la clase B: 172.16.0.0/16→172.31.0.0/16
- 256 redes en la clase C:
192.168.0.0/24→192.168.255.0/24

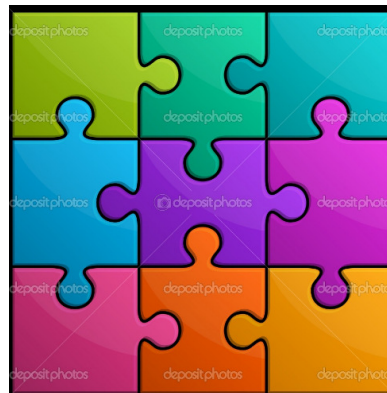
La capa de red

Subnetting

Una red puede dividirse en varias redes más pequeñas usando las máscaras de subred.

Una empresa o organización recibe un rango de direcciones públicas fijas. Es posible que la empresa quiera dividir la red en subredes más pequeñas.

- Para mejorar la privacidad entre departamentos.
- Para evitar la comunicación entre determinados grupos.
- Mejorar la seguridad.
- Porque se utilizan distintas tecnologías.



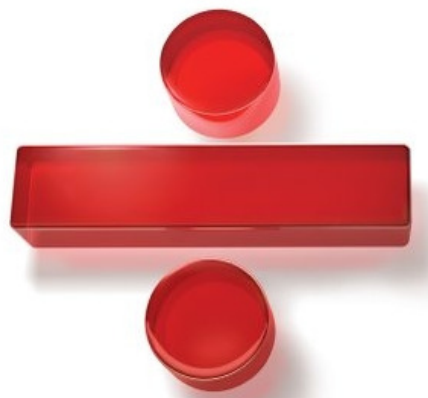
La capa de red

Subnetting

Creando subredes, el tráfico de broadcast se limitará a un grupo de host (los que pertenecen a la subred).

Desde el exterior, sólo aparecerá una red (las subredes son para la organización interna).

Serán los routers locales los encargados de gestionar el tráfico y permitirán la comunicación desde y hacia el exterior.





La capa de red

Subnetting

Para crear una subred se utilizan los bits más a la izquierda de la parte de HOST de una dirección IP.

Si se dispone de la clase C 192.168.1.0/24, donde:

- 192.168.1.0 como identificador de red
- .1 → .254 como identificadores de host (último byte).

Cambiando la máscara /24 por una /26

```
255.255.255.0   o  11111111 11111111 11111111 00000000
255.255.255.192 o  11111111 11111111 11111111 11000000
```

Estamos reservando 2 bits de la parte de host para usarlos como identificadores de subred. Esto nos permite crear 4 subredes (y cada una dispondrá de un máximo de $64 - 2$ hosts).

La capa de red Actividad.

A una empresa le ha sido asignada la subred 170.1.0.0 para el acceso a sus ordenadores desde internet.

- ¿De qué clase es?.
- ¿Qué máscara tiene?.
- ¿Cuántos bits sería necesario reservar para poder crear al menos 100 subredes?.
- ¿Cada una de estas subredes, cuántos hosts puede direccionar?.
- ¿Cuál es la nueva máscara?.

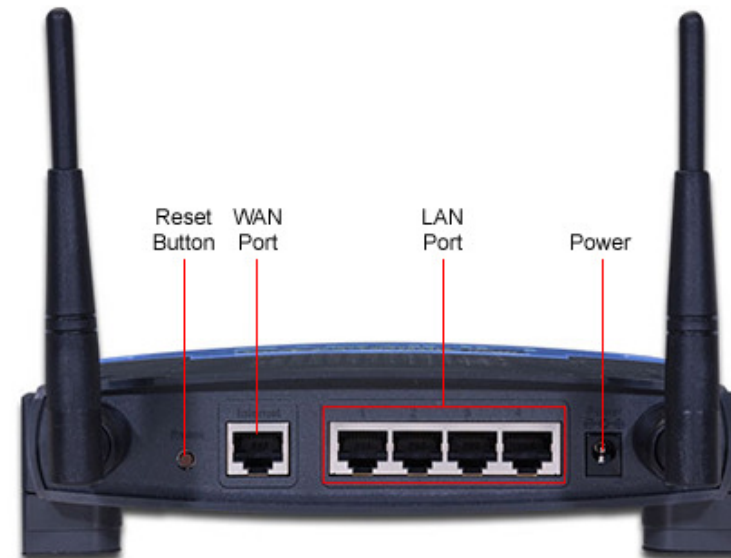
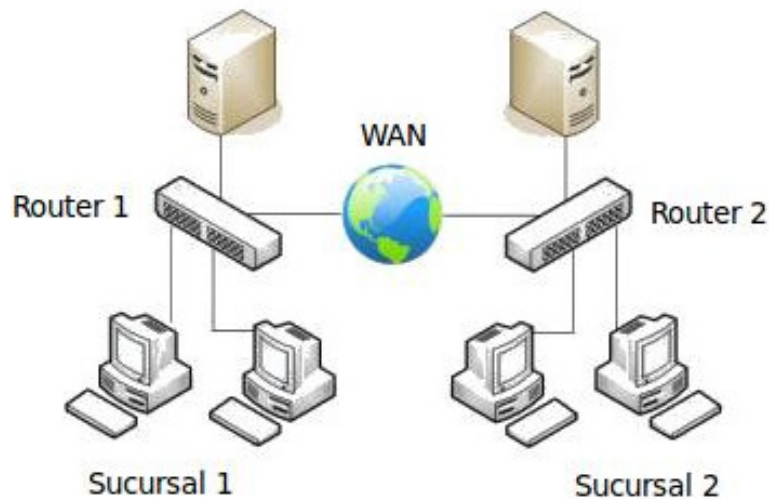


La capa de red

Subnetting

Físicamente hay que incluir routers para separar las redes.

Para interconectar subredes se utilizan los routers.





La capa de red

Configuración de los host

Cuando se configura un host normalmente se necesitan 4 parámetros:

- 1. Dirección IP del host.
- 2. Máscara de subred correspondiente.
- 3. Puerta de enlace (gateway).
- 4. Dirección IP del servidor de nombres (DNS).

La puerta de enlace es una dirección IP (perteneciente a la red local del host) hacia donde tienen que ir los paquetes cuando su destino está fuera de la red en la que está el host mismo.

- Normalmente es la dirección IP del router.



☒ Usar la siguiente dirección IP:

Dirección IP:	192 . 168 . 0 . 1
Máscara de subred:	255 . 255 . 255 . 0
Puerta de enlace predeterminada:	192 . 168 . 0 . 254

☐ Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

☒ Usar las siguientes direcciones de servidor DNS:

Servidor DNS preferido:	192 . 168 . 0 . 254
-------------------------	---------------------

La capa de red

Actividad.



Una empresa quiere dividir la red 192.168.1.0/24 en dos redes distintas.

En la primera subred hay 2 ordenadores conectados al switch SW1(topología estrella)

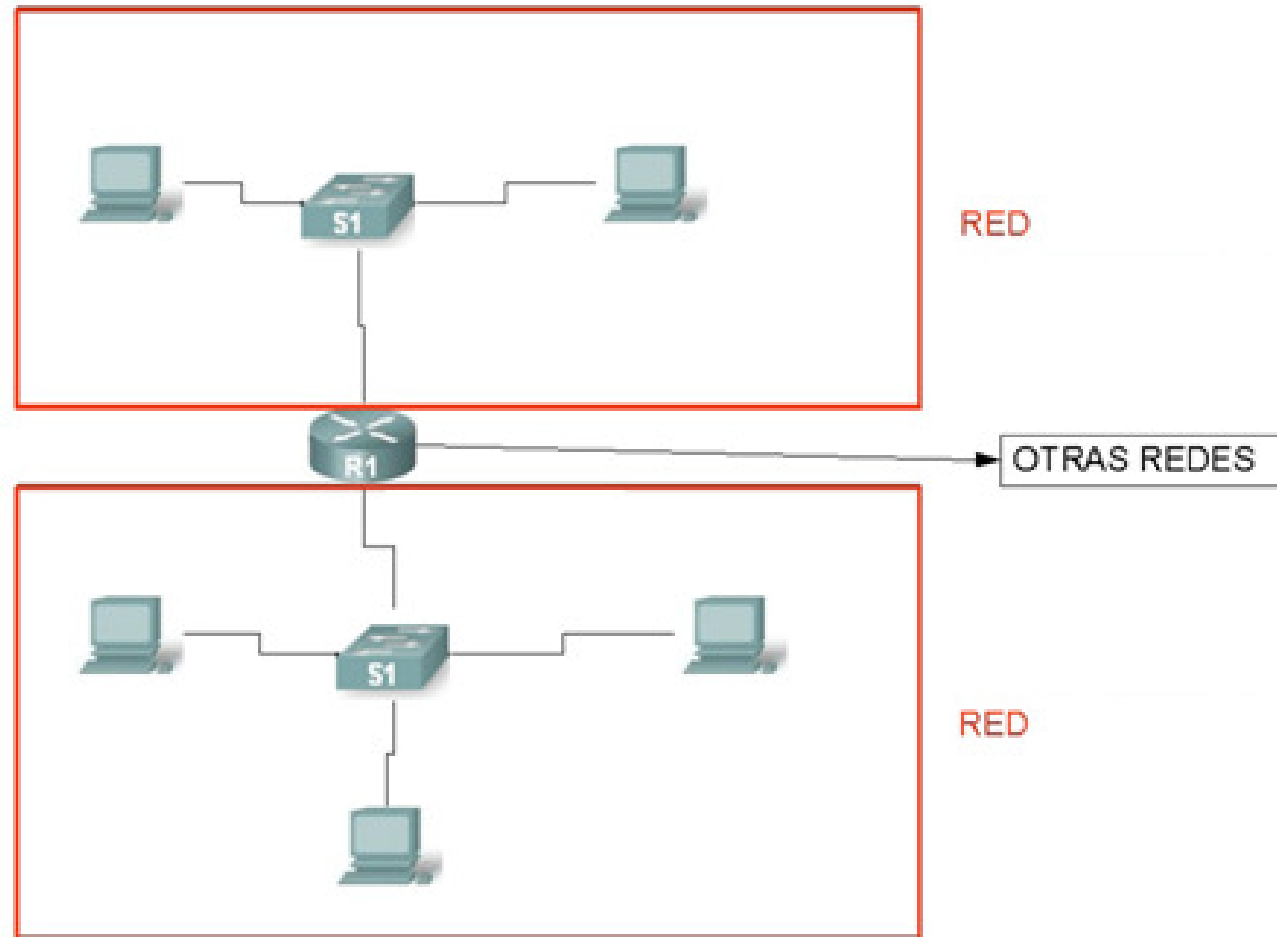
En la segunda subred hay 3 ordenadores conectados al switch SW2 (topología estrella).

Un router conecta las dos subredes (el router se conecta a SW1 y a SW2).

Indica por cada subred su identificador, la máscara, el rango de los identificadores de host y la dirección de broadcast.

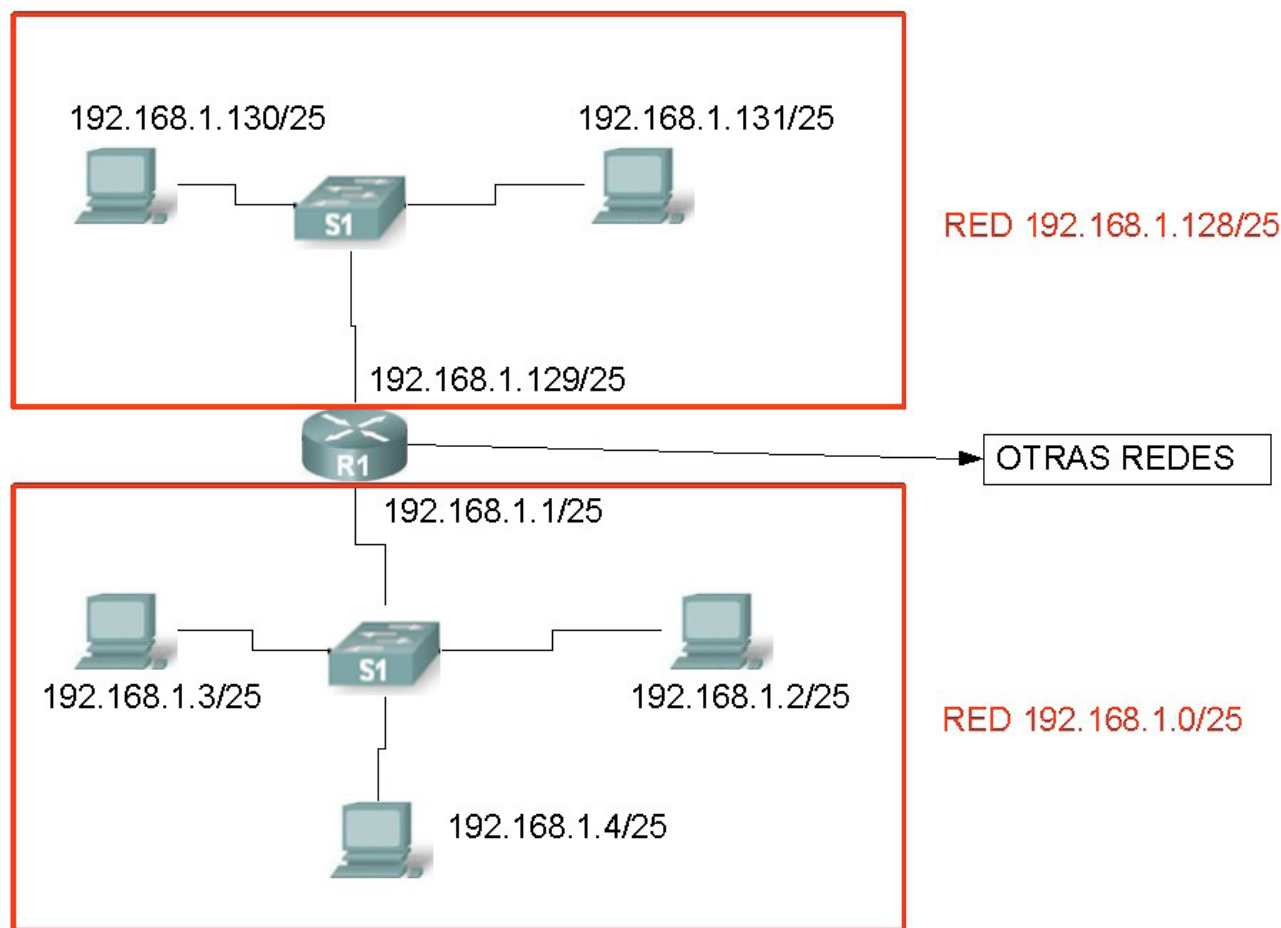
Indica las direcciones IP de cada ordenador y de los dos puertos del router.

La capa de red Actividad.



La capa de red

Actividad. Una posible solución



La capa de red

Actividad. Completa la tabla.



IP	Máscara	subred	broadcast	Nºhosts
192.168.1.130		192.168.1.128	192.168.1.255	
200.1.17.15		200.1.17.0	200.1.17.255	
133.32.4.161				30
200.9.41.23	255.255.255.192			
132.4.60.99	255.255.0.0			
222.43.15.41		222.43.15.0	222.43.15.255	

La capa de red

Actividad.



Una organización tiene 5 departamentos independientes. En cada uno de ellos se van a instalar 3000 hosts.

- Si todas las máquinas disponen de una dirección IP única en internet. ¿Qué clase deberá solicitar el administrador de la empresa?.
- Establece la máscara necesaria para que la organización subdivida la red en redes a razón de una subred por cada departamento.
- Indica las direcciones de subred, broadcast y rangos de direcciones IP de los hosts para cada departamento.
- Si se desea interconectar todos los departamentos será necesario utilizar un router. Determina las IP y máscaras del router y si es preciso realizar alguna configuración adicional en los equipos de cada subred.

La capa de red

Actividad.



Una organización tiene asignada la red 192.168.2.0/24 y desea agrupar a su personal en grupos de trabajo de 140 empleados. En conjunto de trabajadores de cada grupo, comparte una subred diferente a la de los otros grupos.

- ¿Cuántos grupos de trabajo se pueden hacer?.
- Establece la máscara necesaria para que la organización subdivida la red en redes a razón de una subred por cada grupo.
- Indica las direcciones de subred, broadcast y rangos de direcciones IP de los host para cada departamento.
- Si se desea interconectar todos los equipos será necesario utilizar un router. Determina las IP y máscaras del router y si es preciso realizar alguna configuración adicional en los equipos de cada subred.

La capa de red

Actividad.



Una organización tiene asignada la red 192.168.2.0/24 y desea agrupar a su personal en grupos de trabajo de 60 empleados. En conjunto de trabajadores de cada grupo, comparte una subred diferente a la de los otros grupos.

- ¿Cuántos grupos de trabajo se pueden hacer?.
- Establece la máscara necesaria para que la organización subdivida la red en redes a razón de una subred por cada grupo.
- Indica las direcciones de subred, broadcast y rangos de direcciones IP de los host para cada departamento.
- Si se desea interconectar todos los equipos será necesario utilizar un router. Determina las IP y máscaras del router y si es preciso realizar alguna configuración adicional en los equipos de cada subred.

La capa de red Actividad.

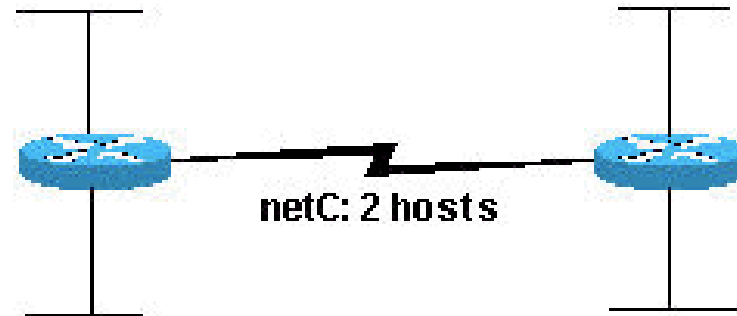


Dada la dirección de red 204.15.5.0/24, divide la red en subredes iguales para crear la red de la figura, en la que se muestran los requerimientos de número de redes y hosts por red. Una vez definido, utiliza Packet Tracer para:

- Configurar los interfaces del router.
- Para cada subred con hosts, dibuja 2 hosts, uno con la dirección más pequeña y otro con dirección más grande para esa subred.
- Utiliza switches para conectar varios hosts a un router.

netA: 14 hosts

netD: 7 hosts



netC: 2 hosts

netB: 28 hosts

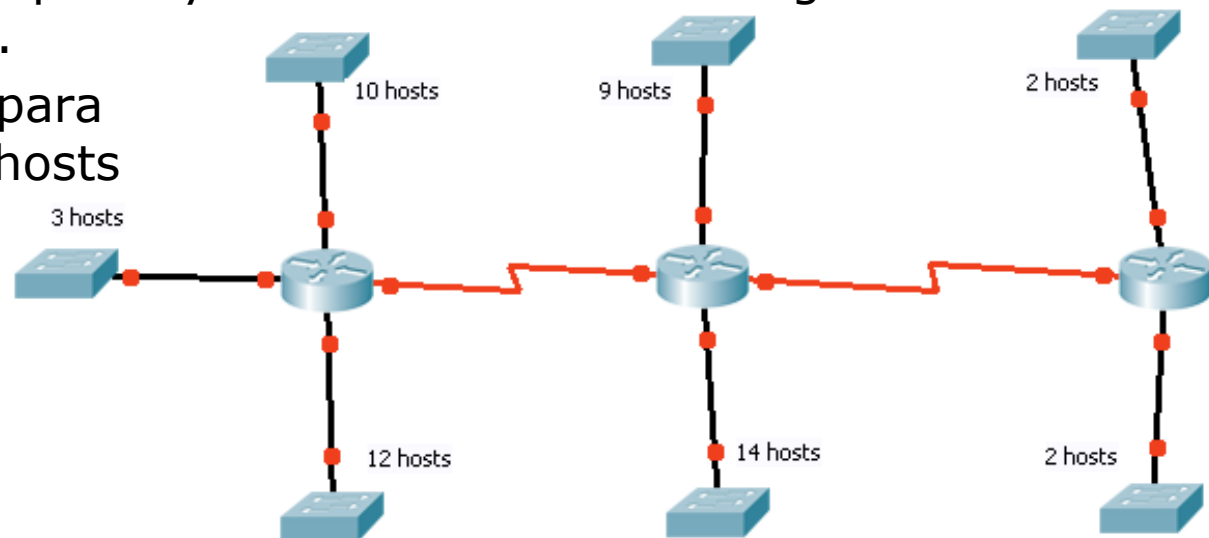
netE: 28 hosts

La capa de red Actividad.



Dada la dirección de red 204.15.5.0/24, divide la red en subredes iguales para crear la red de la figura, en la que se muestran los requerimientos de número de redes y hosts por red. Una vez definido, utiliza Packet Tracer para:

- Configurar los interfaces del router.
- Para cada subred con hosts, dibuja 2 hosts, uno con la dirección más pequeña y otro con dirección más grande para esa subred.
- Utiliza switches para conectar varios hosts a un router.





La capa de red

VLSM VARIABLE LENGTH SUBNET MASK.

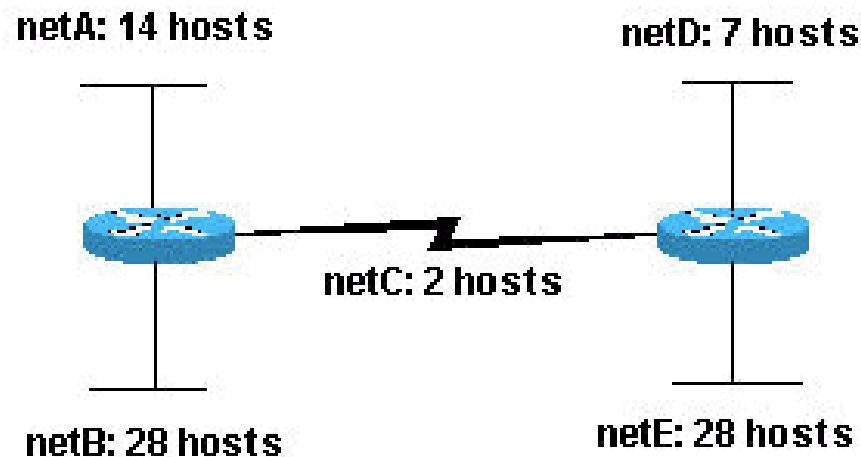
- Hasta ahora nosotros siempre hemos dividido las redes en subredes con la misma máscara (y por lo tanto con el mismo número de hosts).
- En la práctica lo lógico sería poder usar subredes de tamaño variable, para poderse adaptar a las necesidades concretas de la red que estamos creando.
- Con esta técnica se pueden utilizar máscaras de red distintas para distintas subredes.

La capa de red Actividad.



Dada la dirección de red 192.168.10.0/24, subdivide la red en subredes para crear la red de la figura, en la que se muestran los requerimientos de número de redes y hosts por red, usando VLSM.

- Establece las máscaras necesarias para que la organización subdivide la red en redes a razón de una subred por cada departamento.
- Especifica las IP y máscaras del router y los equipos de cada subred.

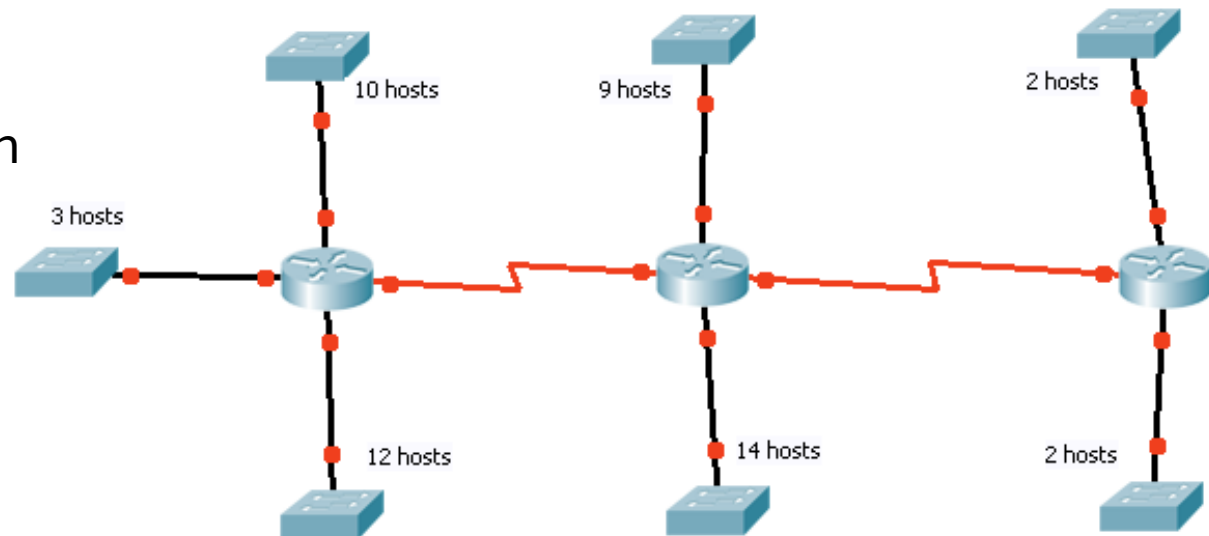


La capa de red Actividad.



Dada la dirección de red 204.15.5.0/24, subdivide la red en subredes iguales para crear la red de la figura, en la que se muestran los requerimientos de número de redes y hosts por red.

- Configura todos los interfaces del router usando packet tracer.
- Para cada subred con hosts, configura 2 hosts, uno con la dirección más pequeña y otro con dirección más grande para esa subred
- Utiliza switches para conectar varios hosts a un router



La capa de red

Actividad.

- Una empresa recibe la dirección 132.33.0.0 para su red.
- La empresa tiene 7 departamentos llamados A, B, C... G
- A continuación se indica el numero de ordenadores por cada departamento:
 - A: 8000 ordenadores
 - B: 2047 ordenadores
 - C,D: 1020 ordenadores
 - E,F: 4000 ordenadores
 - G: 500 ordenadores
- Diseña la red de la empresa.





La capa de red

CIDR CLASSLESS INTERDOMAIN ROUTING

Esta es una de las medidas utilizadas para resolver el problemas de la escasez de direcciones IP.

Consiste en asignar, por ejemplo, varias direcciones de clase C consecutivas donde anteriormente era necesario asignar una clase B.

Esto permite un ajuste mejor y un desperdicio menor de direcciones IP.

Si por ejemplo una red necesita conectar 1000 hosts, normalmente se le asignaría 1 dirección de clase B. Alrededor de 64000 IP gastados.

La solución es asignarle 4 IP de clase C (que sumarían 1024 hosts, más o menos).



La capa de red CIDR. Ejemplo

Una empresa necesita crear una red de 1000 hosts, por lo tanto necesitaría 4 redes de clase C.

Por ejemplo se les asigna las 192.100.104.0, 192.100.105.0, 192.100.106.0 y 192.100.107.0

La máscara de la clase C usa los primeros 24 bits para la red. Nosotros “robamos” 2 bits de la parte de red y los usamos para los hosts.

104	01101000
105	01101001
106	01101010
107	01101011

Es decir que usamos la red 192.100.105.0/22

- Máscara: 255.255.252.0