

UT3 – Nivel de red



Funciones del protocolo IP



- Entregar paquetes al destino y **enrutar** los paquetes entre origen y destino.
 - Direcccionamiento.
- Evitar la congestión.
- Fragmentar los paquetes (límite = MTU)
 - Encapsular y desencapsular.
- IP es **no orientado a la conexión**.
 - No crea circuitos virtuales ni reales.
 - No es fiable. No garantiza la entrega.

Direccionamiento



- Direccionamiento en distintas capas de la arquitectura TCP/IP:

Direcciones en TCP/IP

Nivel de aplicación	Procesos	<i>Direcciones específicas</i>
Nivel de transporte	TCP UDP SCTP DCCP	<i>Direcciones de puerto</i>
Nivel de red	IP y otros protocolos	<i>Direcciones lógicas</i>
Niveles de enlace y físico	Redes físicas	<i>Direcciones físicas</i>

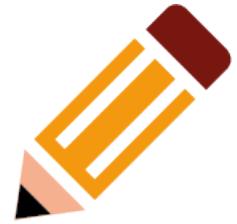
Direccionamiento



- Físicas → MAC
- **Lógicas** → Direcciones IP
 - IPv4 → 32 bits
 - IPv6 → 128 bits.
 - Clases - CIDR.
 - Públicas – Privadas.
- Puerto → 16 bits
- Específicas → De dominio/nombres: URL

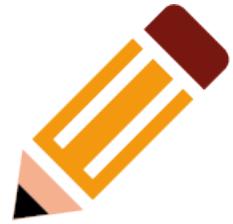


Direccionamiento



- La dirección IP (en la versión 4) son siempre 32 bits.
- Con 32 bits tenemos 2^{32} números diferentes.
- La máscara indica qué bits son la parte de red y qué bits son la parte de host respecto a una dirección. **Máscara no es dirección.**
- La máscara 255.0.0.0 == /8 indica que el primer byte es de red.
 - Completamos con 0's lo que queda hasta 32 bits para la dir. de red.
 - Completamos con 1's lo que queda hasta 32 bits para la dir. de BC.
 - Nos quedan $32-8=24$ bits para host.
 - Es decir, podemos tener $2^{24} - 2$ hosts en cada red.
- La máscara 255.255.224.0 o /19 indica que el primer y segundo byte son de red... ¡y parte del tercero!!
 - Del tercero, 3 bits son de red. $8+8+3=19$
 - Tendremos que pasar de decimal a binario y luego de binario a decimal.
 - El resto: $32-19=13$ son bits para host. $2^{13} - 2$ host en cada red.

Direccionamiento

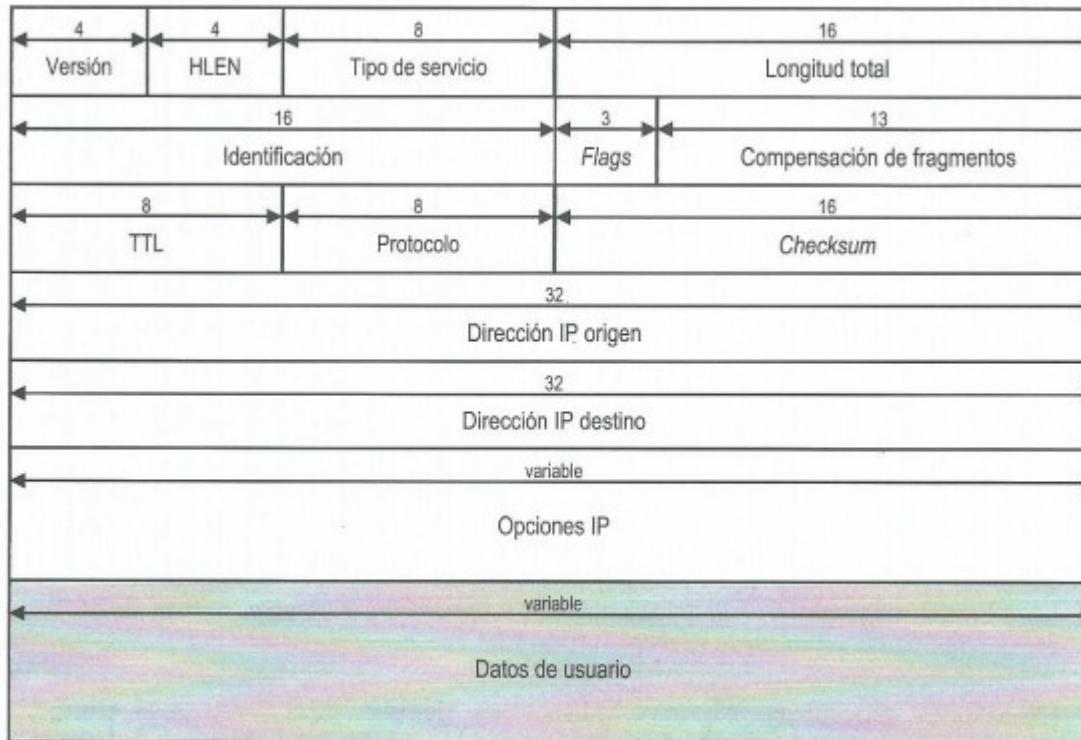


- Gateway: Puerta por defecto = El primer router.
 - Ruta por defecto: 0.0.0.0 - Lo veremos en UT7 – Enrutamiento.
- **BROADCAST**: Dir. de red + resto de bits (los de host) a **1**
 - Para enviar datos a **todos** los equipos.
 - Ejemplo1: 192.168.0.1/24 → 192.168.0.255
 - Ejemplo2: 10.0.0.1/8 → 10.255.255.255
 - Ejemplo3: 192.168.101.81/19 → 192.168.127.255

https://www.aprendaredes.com/cgi-bin/ipcalc/ipcalc_cgi?host=192.168.101.81&mask1=19

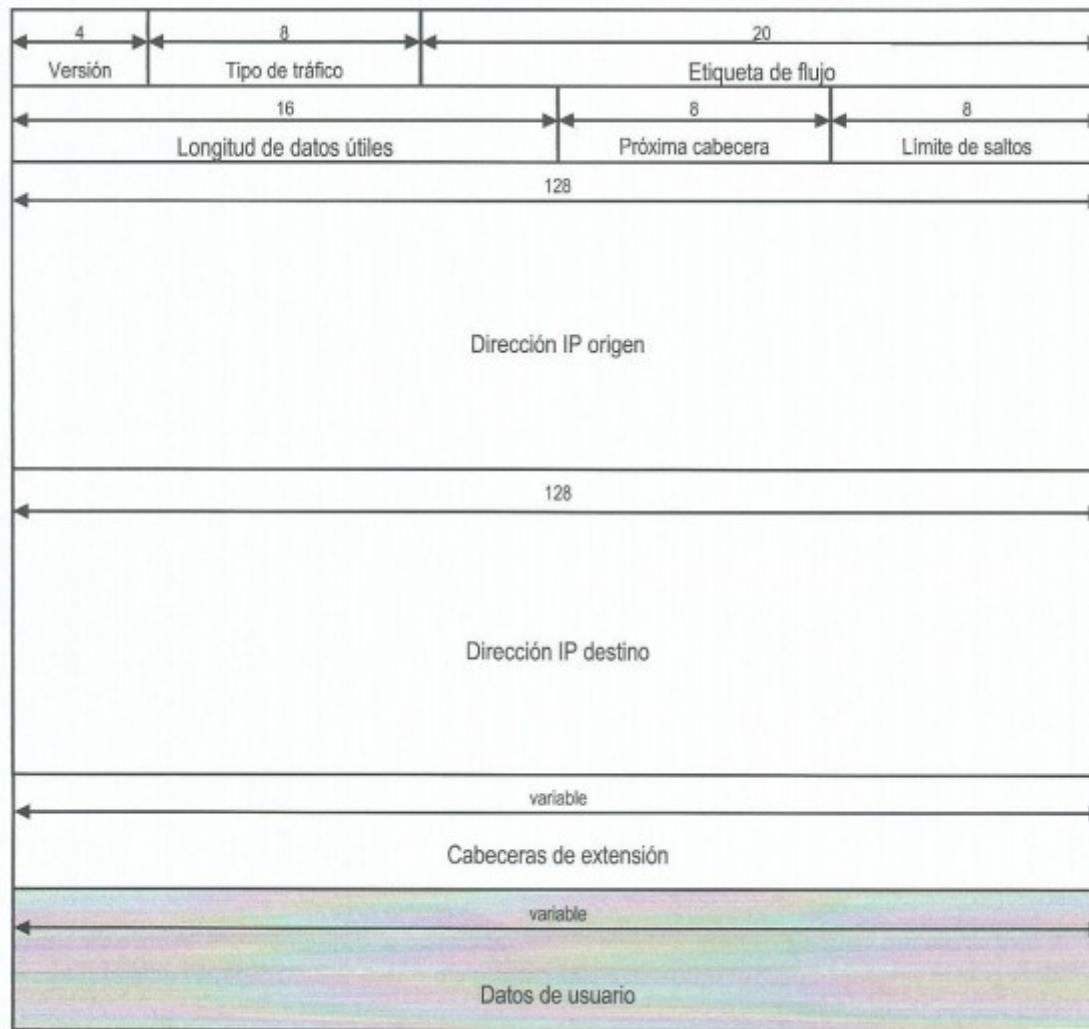
- **MULTICAST**: 224.0.0.0 a 239.255.255.255 (Clase D)
 - Direccionamiento de **grupos**.
- Reservadas para uso futuro (Clase E)
 - 240.0.0.0 a 255.255.255.254
- **El resto (1.0.0.0 a 223.255.255.255) para REDES Y HOSTS.**
 - Excepto: 127.0.0.1 (loopback) y TEST-NET (192.0.2.0/24)
 - Excepto: Enlace local: 169.254.0.0 /16 (equipos sin conexión IP)

Encapsulamiento - Cabecera IPv4



- Si la dirección son 32 bits → **Versión** = IPv4
- **Longitud** en bytes.
- Identificación/Compensación: Para “reensamblar” fragmentos.
- **TTL** → Saltos que puede dar el paquete (esta información se muestra en el comando “ping”, por ejemplo). **Cada router resta 1 a este valor.**
- **CheckSum** → Comprueba errores, pero no corrige. Si está mal → Descarta.

Encapsulamiento - Cabecera IPv6



- Si la dirección son 128 bits → **Versión** = IPv6
- Longitud en bytes. **TTL** → Saltos.
- Cabeceras de extensión → Funcionalidades extra del protocolo IPv6.

Direcciones: Subnetting vs Agregación



- Si la **máscara de red** no coincide con la que la clase tiene por defecto entonces...
 - Puede ser que se haga **subnetting**:
 - Máscara más “pequeña” que la de clase.
 - Cogemos prestados esos bits de host para hacer redes más pequeñas → **subredes**.
 - Puede ser que se haga “**agregación**”:
 - Máscara más “grande” que la de clase.
 - Agrupamos redes para “unirlas” en una más grande.
 - Usaremos la notación **CIDR**.

¿En el instituto tenemos subredes o agregación?

Subnetting: Ejemplos



**EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara
255.255.255.0, obtener 8 subredes.**



Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 1. Comprobar si se pueden tener esas subredes con la configuración dada.

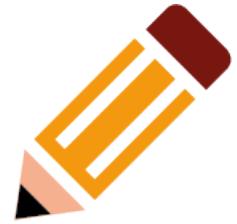
Vemos que sí es posible tener las 8 subredes, porque hay suficientes bits de host disponibles (8 bits).

La máscara es: 11111111.11111111.11111111.**00000000**

Los bits de host (a 0) son los bits en **rojo**. Esta máscara la ampliaremos para crear subredes, obteniendo una nueva máscara de subred.



Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 2. Calcular el número de bits mínimo para las subredes.

Es necesario utilizar al menos 3 bits, porque $2^3=8$ (que son el número de subredes que queremos). Esos bits son los que hay que usar para indicar el número de subred.

Ahora, fíjate bien, a continuación se expone la máscara original, indicando en rojo los bits que serán utilizados para especificar (en la dirección ip) el número de cada subred:

11111111.11111111.11111111.00000000

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 3. Calcular la máscara ampliada o máscara de subred.

Calculamos los bits reservados para indicar el número de subred, añadiendo esos bits reservados para subredes a la máscara inicial tal y como se indica a continuación:

Mascara origen: **11111111.11111111.11111111.00000000**
(255.255.255.0) === /24

Mascara ampliada: **11111111.11111111.11111111.11100000**
(255.255.255.224) === /27

Ahora, las subredes que tengamos usarán esta máscara ampliada (todas la misma). Los unos **destacados** de la máscara ampliada son los que usaremos para indicar el nº de subred.

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 4. ¿Cuantos equipos habrá por subred?

Los ceros de la máscara ampliada son los que utilizaremos para indicar el número de host dentro de cada subred. Como puedes observar en la máscara ampliada, tenemos 5 bits reservados para indicar el número de host dentro de cada subred y esto nos permite tener $2^5 - 2$ hosts por subred, o lo que es lo mismo, 30 hosts.

NOTA: Recuerda que quitamos 2 por la propia dirección de subred y, además, la dirección de BROADCAST de la subred.



Subnetting: Ejemplos

EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 5. ¿Que tenemos que modificar en la dirección de red?

Ahora, la mascara ampliada nos indica que bits podemos cambiar en la dirección de red. La dirección de red para la dirección ip que has indicado es: 192.168.10.0, con lo que según la máscara ampliada, los bits que modificariamos sería:

Máscara amp: 11111111.11111111.11111111.**111**00000 - 255.255.255.224

Dirección de red: 11000000.10101000.00001010.**000**00000 - 192.168.10.0

Como puedes observar, los bits de la mascara anterior no se podrán modificar, son intocables. Los bits destacados son los que modificaremos para indicar la subred.

OJO, los cambiamos en la dirección de red, no en la mascara.

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 6. Listado de las subredes que habría.

A continuación, calcularíamos todas las subredes que se podrían crear con la configuración dada.

Es importante tener en cuenta que estas subredes parten desde la subred 0 (cero), ya que los bits de subred son ceros.

Así, tendríamos desde la Subred 0 a la Subred 7 = 8 subredes

Ten en cuenta que el siguiente número a la dirección de subred indica el primer equipo de la subred y que en anterior a la dirección de broadcast es el último equipo de dicha subred.

Además, ten en cuenta que todas las subredes tienen la misma máscara ampliada (255.255.255.224).

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 6. Listado de las subredes que habría.

N.º Subred	Dirección de subred	Dirección de broadcast
1	192.168.10.0 11000000.10101000.00001010. 00000000	192.168.10.31 11000000.10101000.00001010. 00011111
2	192.168.10.32 11000000.10101000.00001010. 00100000	192.168.10.63 11000000.10101000.00001010. 00111111
3	192.168.10.64 11000000.10101000.00001010. 01000000	192.168.10.95 11000000.10101000.00001010. 01011111
4	192.168.10.96 11000000.10101000.00001010. 01100000	192.168.10.127 11000000.10101000.00001010. 01111111
5	192.168.10.128 11000000.10101000.00001010. 10000000	192.168.10.159 11000000.10101000.00001010. 10011111

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 6. Listado de las subredes que habría.

N.º Subred	Dirección de subred	Dirección de broadcast
6	192.168.10.160 11000000.10101000.00001010. 101 00000	192.168.10.191 11000000.10101000.00001010. 101 11111
7	192.168.10.192 11000000.10101000.00001010. 110 00000	192.168.10.223 11000000.10101000.00001010. 110 11111
8	192.168.10.224 11000000.10101000.00001010. 111 00000	192.168.10.255 11000000.10101000.00001010. 111 11111

NOTA: Para obtener alguna subred en específico, se debe obtener el decimal asociado, respecto de los bits de subred (en este ejemplo, 3 bits de subred). Es decir, si quiere obtener la Subred nº6 → Los bits de red son (101), es el numero, la dirección de subred es 192.168.10.160.

Subnetting: Ejemplos



EJEMPLO 1.- Para la red 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0, obtener 8 subredes.

Solución:

Paso 6. Listado de las subredes que habría.

N.º Subred	Dirección de subred	Dirección de broadcast
6	192.168.10.160 11000000.10101000.00001010. 101 00000	192.168.10.191 11000000.10101000.00001010. 101 11111
7	192.168.10.192 11000000.10101000.00001010. 110 00000	192.168.10.223 11000000.10101000.00001010. 110 11111
8	192.168.10.224 11000000.10101000.00001010. 111 00000	192.168.10.255 11000000.10101000.00001010. 111 11111

NOTA: Para obtener alguna subred en específico, se debe obtener el decimal asociado, respecto de los bits de subred (en este ejemplo, 3 bits de subred). Es decir, si quiere obtener la Subred nº6 → Los bits de red son (101), es el numero, la dirección de subred es 192.168.10.160.

Subnetting: Ejercicios



Ejercicio n.º 1: Queremos seis subredes como mínimo. IP 180.10.0.0. Máscara: 255.255.254.0

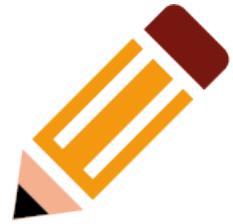
→ Calcula la máscara ampliada o de subred y la dirección de subred y broadcast de cada subred. Indica cuántos host tendrá cada subred como máximo.

Ejercicio n.º 2: Queremos cien subredes como mínimo.

IP 10.0.0.0. Máscara: 255.0.0.0.

Calcula la máscara ampliada o máscara de subred.

Además, obtén la dirección de las subredes n.º 39, 76, 87, 99.



Subnetting: Ejercicios

Ejercicio n.º 1: Queremos seis subredes como mínimo. IP 180.10.0.0. Máscara: 255.255.254.0

Ayuda n.º 1: Si necesito 6 subredes, ¿cuántos bits necesito usar para crearlas?

Ayuda n.º 2: ¿Cuántos bits de red tiene nuestra máscara inicial? ¿Y entonces la nueva? Lo puedo saber fácilmente si sumo bits de subred al n.º CIDR de la original.

Ayuda n.º 3: Pongo en binario la dirección de red y me concentro en los bits que son de subred, y los voy poniendo en columnas, desde el 0..0 al 1..1

Ayuda n.º 4: Y ahora paso las direcciones de red a decimal puntuada. Ya lo tengo.

Ejercicio n.º 2: Queremos cien subredes mínimo.

IP 10.0.0.0. Máscara: 255.0.0.0.

Ayuda n.º 1: Si necesito 100 subredes, ¿cuántos bits necesito usar para crearlas?

Ayuda n.º 2: ¿Cuántos bits de red tiene nuestra máscara inicial? ¿Y entonces la nueva? Lo puedo saber fácilmente si sumo bits de subred al n.º CIDR de la original.

Ayuda n.º 3: Pongo en binario la dirección de red y me concentro en los bits que son de subred, y los voy poniendo en columnas, desde el 0..0 al 1..1

Subnetting: Ejercicios - Solución



Ejercicio n.º 1:

Subred	Dirección de subred	Dirección de broadcast
0	180.10.0.0 (10110100.00001010.00000000.00000000)	180.10.0.63 (10110100.00001010.00000000.00111111)
1	180.10.0.64 (10110100.00001010.00000000.01000000)	180.10.0.127 (10110100.00001010.00000000.01111111)
2	180.10.0.128 (10110100.00001010.00000000.10000000)	180.10.0.191 (10110100.00001010.00000000.10111111)
3	180.10.0.192 (10110100.00001010.00000000.11000000)	180.10.0.255 (10110100.00001010.00000000.11111111)
4	180.10.1.0 (10110100.00001010.00000001.00000000)	180.10.1.63 (10110100.00001010.00000001.00111111)
5	180.10.1.64 (10110100.00001010.00000001.01000000)	180.10.1.127 (10110100.00001010.00000001.01111111)
6	180.10.1.128 (10110100.00001010.00000001.10000000)	180.10.1.191 (10110100.00001010.00000001.10111111)
7	180.10.1.192 (10110100.00001010.00000001.11000000)	180.10.1.255 (10110100.00001010.00000001.11111111)

Ejercicio n.º 2:

Subred	Dirección de subred	Dirección de broadcast
39	10.78.0.0 (00001010.01001110.00000000.00000000)	10.79.255.255 (00001010.01001111.11111111.11111111)
76	10.152.0.0 (00001010.10011000.00000000.00000000)	10.153.255.255 (00001010.10011001.11111111.11111111)
87	10.174.0.0 (00001010.10101110.00000000.00000000)	10.175.255.255 (00001010.10101111.11111111.11111111)
99	10.198.0.0 (00001010.11000110.00000000.00000000)	10.199.255.255 (00001010.11000111.11111111.11111111)

Subnetting: Ejercicios



Ejercicio n.º 3: Para la red 192.168.50.0 con máscara 255.255.255.0, obtener las subredes que sea posible, sabiendo que vamos a tener 60 host en cada subred.

Ayuda n.º 1: No sé cuántas subredes tengo que crear, pero sí se cuántos bits de host necesito para tener 60 direcciones distintas. Si tengo libre 8 y necesito X... resto y... ¡ahí está!

Ayuda n.º 2: Como antes, ahora calculo máscara ampliada. Paso a binario la dirección de red y me concentro en ir variando desde 0..0 hasta 1..1 los bits de subred. Los pongo en columnas y lo paso a decimal.

¡Reto! Calcula el host n.º 36 de la subred n.º 2.

Ejercicio n.º 4: Obtener 2000 host mínimo por subred.

IP 153.15.0.0. Máscara: 255.255.192.0. Calcula...

- a. El host 1312, de la subred 3.
- b. El host 287, de la subred 5.
- c. El host 1898, de la subred 7.

Ayuda: Si usas distinto color para bits de red, bits de subred y bits de host, seguro que te resulta más fácil.

Subnetting: Ejercicios



Ejercicio n.º 3: Para la red 192.168.50.0 con máscara 255.255.255.0, obtener las subredes que sea posible, sabiendo que vamos a tener 60 host en cada subred.

Nº de Subred	Dirección de subred (Binaria)	Dirección de broadcast (Binaria)
0	192.168.50.0 (11000000.10101000.00110010.00000000)	192.168.50.63 (11000000.10101000.00110010.00111111)
1	192.168.50.64 (11000000.10101000.00110010.01000000)	192.168.50.127 (11000000.10101000.00110010.01111111)
2	192.168.50.128 (11000000.10101000.00110010.10000000)	192.168.50.191 (11000000.10101000.00110010.10111111)
3	192.168.50.192 (11000000.10101000.00110010.11000000)	192.168.50.255 (11000000.10101000.00110010.11111111)

Subnetting: Ejercicios



Ejercicio n.º 3: Para la red 192.168.50.0 con máscara 255.255.255.0, obtener las subredes que sea posible, sabiendo que vamos a tener 60 host en cada subred.

Ejemplo: El host 36, de la subred 2

Obtenemos la subred 2, de acuerdo a los bits de host, como se mostro en el ejemplo 1.

2	192.168.50.128 (11000000.10101000.00110010.10000000)
---	---------------------------------------------------------

Los bits en verde (bits de red), hacen el numero 2 → 10 en binario

Ahora ya teniendo la subred 2, buscamos el host 36, considerando los bits de host. (6 bits de host)

36 → 100100

11000000.10101000.00110010.10100100 → 192.168.50.164 → Host 36, de la subred 2

Subnetting: Ejercicios



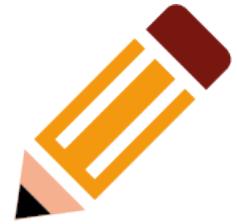
Ejercicio n.º 4: Obtener 2000 host mínimo por subred.

IP 153.15.0.0. Máscara: 255.255.192.0. Calcula...

- a. El host 1312, de la subred 3.
- b. El host 287, de la subred 5.
- c. El host 1898, de la subred 7.

Nº de Subred	Dirección de subred	Host Pedido
3	153.15.24.0 (10011001.00001111.00011000.00000000)	153.15.29.32 (10011001.00001111.00011101.00100000)
5	153.15.40.0 (10011001.00001111.00101000.00000000)	153.15.41.31(10011001.00001111.00101001.00011111)
7	153.15.56.0 (10011001.00001111.00111000.00000000)	153.15.63.106 (10011001.00001111.00111111.01101010)

Subnetting: Ejercicios



Más ejercicios resueltos:

<http://redesafondo.blogspot.com/2008/05/ejercicios-de-subred-resueltos.html>

- Os recomiendo hacer varios de ellos.
- Vienen explicados en esa página.
- Si alguno no os sale, pedidlo y lo hacemos en clase.
- En mi correo
franciscojavier.hernandez@iesjovellanos.org
podéis consultar dudas, problemas, etc.

Protocolos: ARP, DHCP, ICMP, NAT/PAT



- **ARP**: Asociación de direcciones físicas a lógicas.
 - Es un protocolo de nivel de **ENLACE**.
 - Para consultar se usa trama “broadcast”
 - FF:FF:FF:FF:FF:FF
 - Cada equipo almacena su tabla para no tener que repetir consultas ya hechas.
 - C:\>**arp -a**
- **DHCP**: “Reparto” de direcciones IP dinámicas.
 - Lo realiza un servidor.
 - Es un protocolo de nivel de **APLICACIÓN**.
 - Un servidor DHCP te proporciona dirección IP y máscara de subred. Si no usas DHCP tendrás que proporcionar manualmente esta información a tu host. Esto se llama utilizar una **dirección IP estática**.

Protocolos: ARP, DHCP, ICMP, NAT/PAT



- **ICMP**: Protocolo de nivel de RED.
 - El que se usa cuando usamos “ping” o “tracert”
 - Nos da información sobre:
 - Saltos y TTL.
 - Tiempos.
 - Mensajes de error.
- **NAT/PAT**: Protocolos de nivel del RED.
 - Se ocupa de la traducción de direcciones IP (o puertos).
 - De ámbito privado a ámbito público → En tu casa, p. ej.
 - Además, permite que a una dirección pública se “mapeen” varias direcciones privadas (usando n.º de puerto distintos)

Protocolos: ARP, DHCP, ICMP, NAT/PAT



- **NAT - (Network Address Translation)**
"Traducción de direcciones de red":
- Inventado para no quedarse sin direcciones en IPv4:
 - Tenemos hosts en red privada (sin acceso directo a Internet)
 - Tenemos un router que proporciona acceso a Internet.
 - Solo este router necesita una dirección IP pública para comunicarse en Internet.
 - El grupo de hosts comparte esa dirección IP pública.
 - Gracias a esta característica la necesidad de pasar a IPv6 es menos crítica que antes de la invención de NAT.



Utilidades: ipconfig, tracert, ping, netstat



- **IPCONFIG:** (en linux ifconfig / iwconfig / ip addr...)
 - Para mostrar la información de configuración de red
 - Dirección IP
 - Máscara de red
 - Gateway (puerta de enlace – primer router)
 - Si uso “ipconfig /all” obtengo información ampliada.
 - Si uso “ipconfig /renew” lo que hago es resetear la configuración de red.
 - Útil cuando se ha quedado inestable y no funciona.
 - Si tenemos DHCP pedirá nueva dirección al servidor.



Utilidades: ipconfig, tracert, ping, netstat



- **TRACERT**: (en linux traceroute)
 - Para mostrar la información del camino (saltos de router en router) de los paquetes enviados:
 - Tiempos
 - Dirección IP
 - Nombres del host
 - Errores
 - Útil cuando saber por qué no tengo conexión con un host en concreto o es lenta.
 - Veré dónde se localiza el problema:
 - ¿En la red interna? ¿En algún salto externo?

Utilidades: ipconfig, tracert, ping, netstat



- **PING**: (en linux ping)
 - Determina si otra máquina es «accesible».
 - Si el comando ping puede enviar un paquete de red (ICMP) a otra máquina y recibir una respuesta, entonces te deberías poder conectar a esa máquina por telnet, ssh, http, ftp o el servicio que haya configurado en ésta.
 - Si el comando ping falla, recibirás un mensaje que dice Destination Host Unreachable (o «Host de destino inalcanzable» en español).
 - Ten en cuenta aunque ping falle no significa que el sistema remoto sea realmente inalcanzable. Algunos administradores configuran sus máquinas para no responder a las solicitudes de ping, para evitar ataques por denegación de servicio. En este tipo de ataque, un servidor es saturado con un número masivo de paquetes de red. Al ignorar las peticiones de ping, el servidor es menos vulnerable.
 - Por tanto, el comando ping puede ser útil para comprobar la disponibilidad de máquinas locales, pero no siempre para máquinas fuera de tu propia red.

Utilidades: ipconfig, tracert, ping, netstat



- **NETSTAT:** (en linux netstat -las opciones difieren-)
 - Es una poderosa herramienta que proporciona una gran cantidad de información de la red.
 - Se utiliza para mostrar conexiones abiertas (sockets).
 - Por ejemplo, si inicio sesión en un host desde otro host utilizando SSH, mostrará que tiene asignado el puerto #22.
- **OTROS COMANDOS:**
 - Puedes probar a ejecutar y buscar información de otros comandos como:
 - host
 - nslookup
 - arp