



INTRODUCCIÓ A LES XARXES TELEMÀTIQUES (IXT)
2º CONTROL TEORIA – 6 de Junio de 2017

2016/2017 Primavera

NOMBRE Y APELLIDOS:

Normas de realización de la prueba:

- En la resolución de los problemas se debe ser claro. Una resolución mal presentada o ilegible no será corregida.
- La solución final de cada apartado debe quedar claramente expresada y dentro de un recuadro.
- Cada problema se debe entregar en hojas separadas. Las 3 preguntas se entregan juntas.
- Si tiene que utilizar una fórmula, escríbala previamente antes de sustituir los valores.
- Duración de la prueba: 2h.
- **Publicación notas provisionales en ATENEA: 13 junio 2017, 16:00h.**
- **Revisiones: Con vuestro/a profesor/a. La fecha será comunicada por cada profesor/a.**
- **Publicación notas definitivas en ATENEA: 16 junio 2017, 16:00h.**
- No se permite la utilización de ningún tipo de dispositivo con capacidad de comunicación:
 - Prohibido llevar encima el móvil o dispositivos similares con capacidades de comunicación.
 - Todo móvil deberá ser apagado y guardado en mochila/bolso o bien será entregado voluntariamente al profesor al inicio del examen (se lo devolverá al final del mismo).
 - Si se observa que alguien hace uso de un dispositivo de comunicaciones (móvil), será expulsado del examen y comunicado a dirección de la escuela. Se tomará la misma medida aunque el móvil esté apagado o en el bolsillo. No se puede llevar el móvil encima. Dejar el móvil apagado dentro de la mochila/bolso.
 - Se recomienda llevar otro sistema para saber la hora que no sea el móvil (reloj de pulsera).

Las preguntas test 1, 2 y 3 se puntúan así: 1 cada respuesta correcta, y -1/3 cada respuesta incorrecta.

Pregunta 1 (1p)

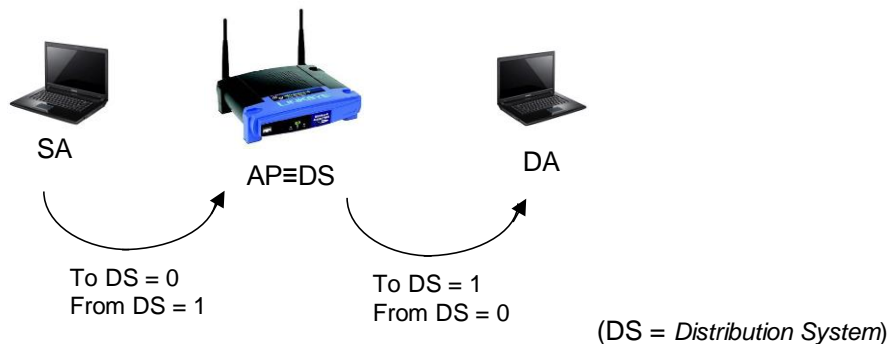
Elija la afirmación correcta sobre LAN (*Local Area Network*) Ethernet.

- a) Los HUB (Concentradores) son dispositivos de red que permiten conectar varias estaciones, y que pueden filtrar direcciones MAC para reducir el tráfico entre segmentos.
- b) Los Switch (Conmutadores) de nivel de enlace, utilizan tablas de conmutación para transmitir las tramas de un segmento a otro.
- c) Una dirección MAC está formada por 6 bytes: 2 bytes definen la OUI (*Organisationally Unique Identifier*) que identifica al fabricante y 4 bytes asignados por el fabricante definen la NIC (*Network Interface Controller*).
- d) Ninguna de las anteriores

Pregunta 2 (1p)

Elija la afirmación correcta sobre IEEE 802.11 de WLAN (*Wireless Local Area Network*):

- a) Las tramas RTS/CTS (*Request To Send / Clear To Send*) en IEEE 802.11 deben transmitirse a la velocidad adecuada para que cualquier estación que pueda haber dentro del BSS (*Basic Service Set*) las pueda decodificar.
- b) Una estación que envía una trama de datos, mientras espera el ACK correspondiente puede ser que detecte que el medio esté ocupado porque otra estación inició el envío de una trama de datos. Suponga que los ACK no se pierden y llegan correctamente.
- c) Las estaciones saben diferenciar si una trama detectada va dirigida al punto de acceso (AP) o a alguna estación mediante los bits "To DS" y "From DS" del campo de control de la trama. Dichos bits en una transmisión como la que se muestra a continuación, serían:



- d) Ninguna de las anteriores

Pregunta 3 (1p)

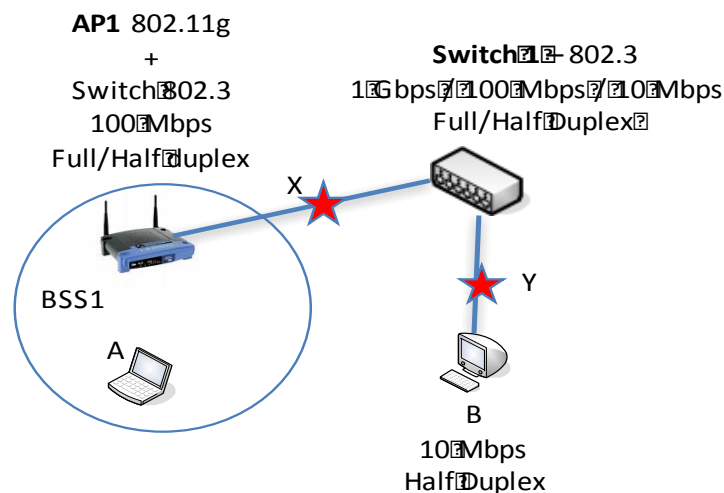
Elija la afirmación verdadera sobre redes IP:

- a) La dirección IP 192.168.191.0 es la dirección *broadcast* de la dirección de red 192.168.176.0/20
- b) Configuramos dos equipos situados en la misma red Ethernet y sin *router* con estas direcciones IPs y máscaras: @IP_A=192.168.22.15/22, @IP_B=192.168.17.16/21. Un proceso ping iniciado desde A a B no funcionará (no se recibe la respuesta), pero en sentido contrario sí que funcionaría.
- c) El encaminamiento entre dos ordenadores con direcciones IP @IP_A=192.168.20.123/26 y @IP_B=192.168.20.129/26 es por entrega directa.
- d) Ninguna de las anteriores.

Problema 1 (3.5p)

A la xarxa de la següent figura es té que:

- Totes les trames enviades inclouen 400 bytes d'informació.
- La xarxa Ethernet utilitza el format de trama definida pel protocol IEEE 802.3.
- La xarxa WIFI només accepta estacions 802.11g i utilitza RTS/CTS.
- La estació A utilitza una velocitat de transmissió de dades de 54 Mbps.
- Consideri que el camp de QoS (*Quality of Service*) de la capçalera MAC 802.11 no s'utilitza.
- Les trames RTS/CTS es transmeten a la mínima velocitat suportada pel 802.11g.
- Per realitzar els càlculs consideri que no hi ha col·lisions ni errors de transmissió.
- Els temps de propagació i de procés dels dispositius de la xarxa és negligible.



Utilitzant la informació proporcionada al final de l'enunciat, respongui les següents qüestions:

- (1 p) Tenint en compte que les trames Ethernet s'han d'enviar separades com a mínim un temps IFS (*Inter-Frame Spacing*), quin és el **throughput** màxim (expressat en **bits d'informació per segon**) que aconsegueix el protocol en el punt Y? Indica si l'enllaç és *half duplex* o *full duplex* i què significa en relació al *throughput* total.
- (0,5 p) Quin és el **throughput** màxim (expressat en **bits d'informació per segon**) que aconsegueix el protocol en el punt X? Indica si l'enllaç és *half duplex* o *full duplex* i què significa en relació al *throughput*.
- (1 p) Quin és el **throughput** màxim (expressat en **bits d'informació per segon**) que s'aconsegueix entre l'AP1 i l'estació A? Indica si l'enllaç és *half duplex* o *full duplex* i què significa en relació al *throughput*.
- (0,5 p) Quin és el **throughput** màxim (expressat en **bits d'informació per segon**) que s'aconsegueix en una connexió des d'A fins a B. Quin problema es genera i com es podria solucionar?
- (0,5 p) Suposem ara que l'AP1 comença a enviar paquets *broadcast* dins el BSS (*Basic Service Set*). Aquests paquets s'envien a la mínima velocitat permesa, tenen una longitud del camp de dades de 1000 bytes, i s'envien a una cadència que és un terç de la cadència de l'estació A. És a dir, per cada 3 paquets enviats per l'estació A, l'AP n'envia 1 de *broadcast*.

Els paquets de *broadcast* enviats per l'AP no utilitzen RTS/CTS. Quin és el *throughput* màxim (expressat en **bits d'informació per segon**) que aconsegueix l'estació A?

INFORMACIÓ ADDICIONAL:

Dades de l'IEEE 802.11:

Standard	DIFS (μ s)	SIFS (μ s)	SLOT (μ s)	CW _{min}	CW _{max}
802.11	50	10	20	32	1024
802.11b	50	10	20	32	1024
802.11a	34	16	9	16	1024
802.11g	28 / 50	10	9 / 20	16 / 32	1024
802.11n	28 / 50 (2,4 GHz) 34 (5 GHz)	10 (2,4 GHz) 16 (5 GHz)	9 / 20 (2,4 GHz) 9 (5 GHz)	16 / 32 (2,4 GHz) 16 (5 GHz)	1024
802.11ac	34	16	9	16	1024

Velocitats del 802.11b long format (en Mbps): 1; 2; 5.5; 11.

Velocitats del 802.11b short format (en Mbps): 2; 5.5; 11.

Velocitats del 802.11g (en Mbps): 6; 9; 12; 18; 24; 36; 48; 54.

Capçaleres 802.11:

PHY – 802.11	MAC – 802.11	LLC – 802.2	DATA	FCS
--------------	--------------	-------------	------	-----

Standard	Physical header duration
802.11 802.11b (long)	192 μ s
802.11b (short)	96 μ s
802.11a	26 μ s + (22 bits + padding)* in MAC header
802.11g	26 μ s + (22 bits + padding)* in MAC header
802.11n	30 μ s + variable (depending on the number of MIMO streams) + (variable number of bytes in MAC header)
802.11ac	40 μ s + variable (depending on the number of MIMO streams) + (variable number of bytes in MAC header)

*** Assume 3 Bytes in the MAC header**

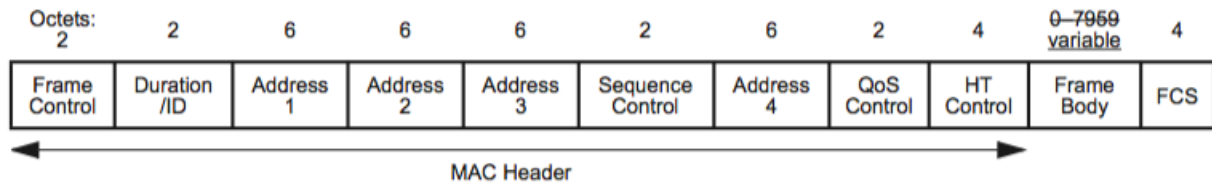


Figure 8-1—MAC frame format

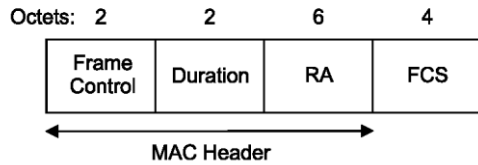


Figure 7-8 □ ACK frame

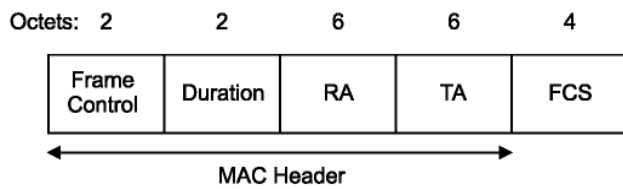


Figure 7-6 □ RTS frame

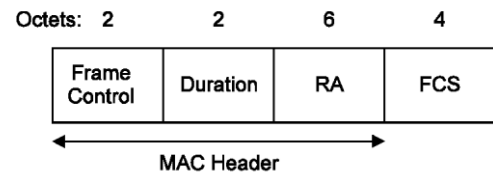
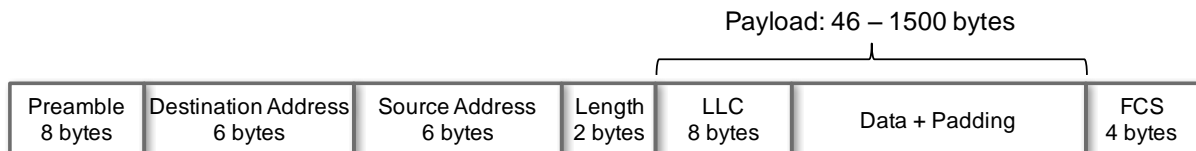


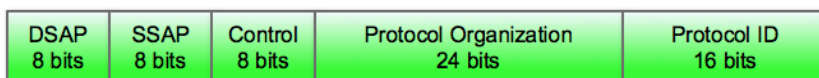
Figure 7-7 □ CTS frame

Capçalera IEEE 802.3:



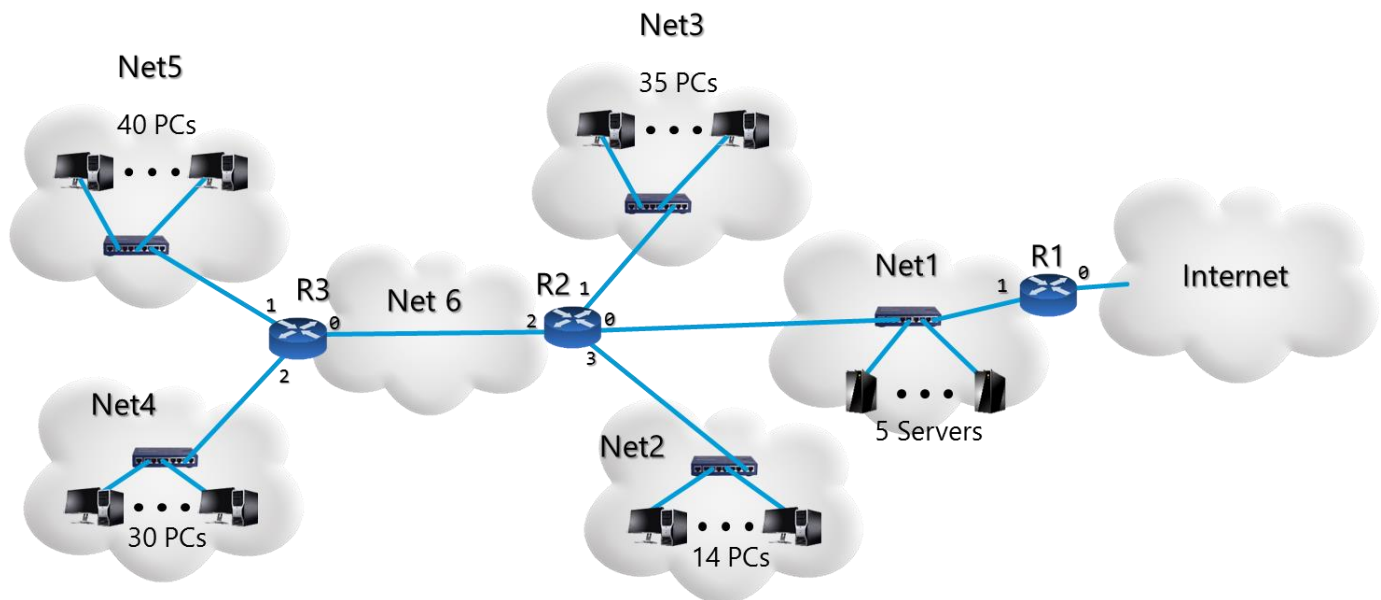
Inter Packet Gap (IPG) o Inter Frame Spacing (IFS) = 12 bytes.

Capçalera LLC:



Problema 2 (3.5p).

En una determinada empresa, se dispone de 6 redes interconectadas como se muestra en la siguiente figura:



Se dispone del bloque de direcciones 192.168.10.0/24 para realizar la asignación de direcciones IP en la red de la empresa.

- (0,5 p) ¿Es posible realizar la asignación utilizando FLSM (*Fixed Length Subnet Mask*)? Justifique la respuesta.
- (1,5 p) Realice la asignación de direcciones IP utilizando VLSM (*Variable Length Subnet Mask*), indicando, para cada red, su dirección de red con máscara y dirección de broadcast, teniendo en cuenta las siguientes restricciones.
 - Las redes Net1 y Net6 deberán tener el menor tamaño posible.
 - La red Net1 deberá incluir la dirección 192.168.10.0.
 - Para el resto de redes, asigne la numeración más pequeña posible a las redes que requieran un mayor número de direcciones IP.
- (1,5 p) Indique las tablas de rutas de los *routers* R1, R2 y R3, teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:
 - Utilice la notación */Mask_Length* para indicar la máscara de red.
 - Debe haber conectividad a Internet desde todas las redes.
 - Debe haber conectividad entre todas las redes de la empresa.
 - El número de entradas de las tablas de rutas debe ser el mínimo posible.
 - R1 accede a Internet a través de la red 10.0.0.0/24 usando como Gateway el *router* del operador que tiene la dirección IP 10.0.0.1.
 - Asigne a los *routers* las direcciones IP que considere convenientes.
 - Asuma que nunca se enviará tráfico a las IPs que han quedado libres (es decir, aquellas direcciones IP que no han sido asignadas a ninguna de las redes de la empresa).

Solución

Pregunta 1 (1p)

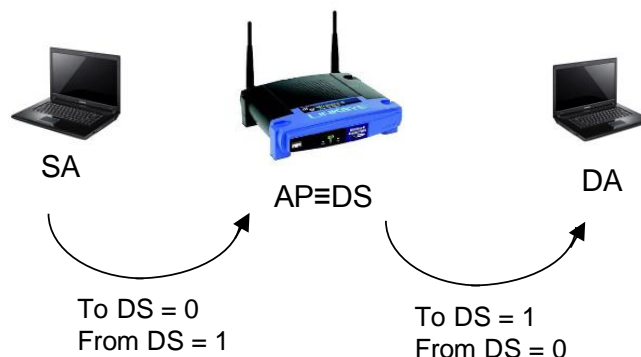
Elija la afirmación correcta para LAN (*Local Area Network*) Ethernet.

- a) Los HUB (Concentradores) son dispositivos de red que permiten conectar varias estaciones, y que pueden filtrar direcciones MAC para reducir el tráfico entre segmentos. → NO, SON REPETIDORES MULTIPUERTO, NO FILTRAN @MAC, OPERAN A NIVEL FÍSICO.
- b) **Los Switch (Conmutadores) de nivel de enlace, utilizan tablas de conmutación para transmitir las tramas de un segmento a otro.**
- c) Una dirección MAC está formada por 6 bytes: 2 bytes definen la OUI (*Organisationally Unique Identifier*) que identifica al fabricante y 4 bytes asignados por el fabricante definen la NIC (*Network Interface Controller*). → FALSO, SON 3 BYTES DE OUI Y 3 BYTES DE NIC
- d) Ninguna de las anteriores

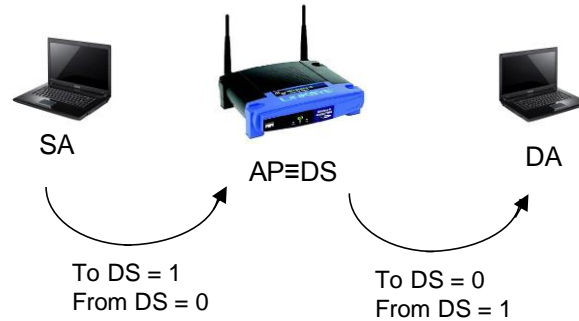
Pregunta 2 (1p)

Elija la afirmación correcta para IEEE 802.11 de WLAN (*Wireless Local Area Network*)

- a) **Las tramas RTS/CTS (*Request To Send / Clear To Send*) en IEEE 802.11 deben transmitirse a la velocidad adecuada para que cualquier estación que pueda haber dentro del BSS (*Basic Service Set*) las pueda decodificar. → CIERTO, Y SERÁ LA VELOCIDAD MÍNIMA DISPONIBLE**
- b) Una estación que envía una trama de datos, mientras espera el ACK correspondiente puede ser que detecte que el medio esté ocupado porque otra estación inició el envío de una trama de datos. Suponga que los ACK no se pierden y llegan correctamente. → FALSO, PUES COMO SÓLO ESPERA SIFS<<DIFS, ES IMPOSIBLE QUE OTRA ESTACIÓN LOGRE DETECTAR MEDIO LIBRE (PARA ELLO AL MENOS HA DE PASAR DIFS)
- c) Las estaciones saben diferenciar si una trama detectada va dirigida al punto de acceso (AP) o a alguna estación mediante los bits “To DS” y “From DS” del campo de control de la trama. Dichos bits en una transmisión como la que se muestra a continuación, serían:



→ FALSO, SERÍA CIERTO CON LOS BITS JUSTO AL REVÉS, ES DECIR:



d) Ninguna de las anteriores

Pregunta 3 (1p)

Elija la respuesta verdadera:

- a) La dirección IP 192.168.191.0 es la dirección broadcast de la dirección de red 192.168.176.0/20.

No es cierto. $192.168.191.0/20 = 192.168.10110000.00000000/20$

→ @Broad = $192.168.10111111.11111111 = 192.168.191.255$

- b) Configuramos dos equipos situados en la misma red con estas @IPs y máscaras: @IP_A=192.168.22.15/22, @IP_B=192.168.17.16/21. Un proceso ping iniciado desde A a B no funcionará (no se recibe la respuesta), pero en sentido contrario sí que funcionaría.

@IP_A=192.168.22.15/22 = @IP_A= $192.168.00010110.00001111/22$

@IP_B=192.168.17.16/21 = @IP_B= $192.168.00010001.00010000/21$

Ping de A a B: A aplica su propia máscara /22 a @IP_A y a @IP_B: @Net_A= $192.168.00010100.00000000$, @Net_B= $192.168.00010001.00010000$ → No coinciden, A no ve a B en su propia red (tendría que enviar el paquete a algún *router*, pero no existe en la presente configuración). No le envía el *echo_request*, por lo que tampoco recibe el *echo_reply*.

Ping de B a A: B aplica su propia máscara /21 a @IP_A y a @IP_B: @Net_A= $192.168.00010100.00000000$, @Net_B= $192.168.00010001.00010000$ → Sí que coinciden, B ve a A en su red, B le envía el *echo_request* a A, pero cuidado, como A no ve a B en su red, A no responderá con un *echo_reply* a B, por lo que el proceso ping de B a A no va a funcionar tampoco.

- c) El encaminamiento entre dos ordenadores con direcciones IP @IP_A=192.168.20.123/26 y @IP_B=192.168.20.129/26 es por entrega directa.

@IP_A=192.168.20.123/26 = $192.168.20.01111011/26$ y @IP_B= $192.168.20.10000001/26$ → Ni A ve a B, ni B ve a A, están en subredes diferentes.

También se puede ver así:

@netmask = 255.255.255.192 → .11000000 → /26 → 4 subredes:

Subred1= .0 - .63 / Subred2= .64-.127 / Subred3 = .128-.191 / Subred4= .192 - .255

Vemos que @IP_A=192.168.20.123/26 pertenece a la Subred2 mientras que @IP_B=192.168.20.129/26 pertenece a la Subred3.

d) Ninguna de las anteriores. → Esta afirmación es la correcta

PROBLEMA 1

a) Les trames tenen la següent seqüència de camps:

IFS---PREAMBLE---DA---SA---LENGTH---LLC---DATA---FCS

No requereixen farciment perquè el camp de LLC+DADES és superior a 46 bytes.

El throughput màxim s'aconsegueix enviant les trames consecutivament, només separades per un IFS.

Throughput = bits_payload / Temps_entre_trames

$T_{\text{entre_trames}} = (12 + 8 + 6 + 6 + 2 + 8 + 400 + 4) * 8 \text{ bits} / 10^7 \text{ bits/s} = 356,80 \mu\text{s}$

Throughput = $(400 * 8) \text{ bits} / [(12 + 8 + 6 + 6 + 2 + 8 + 400 + 4) * 8 \text{ bits} / 10^7 \text{ bits/s}] = \mathbf{8,97 \text{ Mbps}}$

L'enllaç del punt Y és half duplex ja que la màquina B només suporta connexions half duplex. Half duplex significa que els 8,97 Mbps s'han de compartir entre les dades de pujada i de baixada.

b) És igual que l'apartat anterior però ara la connexió és 100 Mbps full duplex.

$T_{\text{entre_trames}} = (12 + 8 + 6 + 6 + 2 + 8 + 400 + 4) * 8 \text{ bits} / 10^8 \text{ bits/s} = 35,68 \mu\text{s}$

Es disposarà d'un **throughput de 89,7 Mbps** de pujada i de 89,7 Mbps de baixada.

c)

Les trames tenen la següent seqüència:

DIFS---BACKOFF_MITJÀ---RTS---SIFS---CTS---SIFS---DADES---SIFS---ACK

S'utilitza backoff perquè per tal d'aconseguir el throughput màxim, les estacions transmeten molts paquets consecutius.

Els paquets de RTS i CTS s'envien a la mínima velocitat del 802.11g, és a dir, a 6 Mbps.

$$T_{\text{entre_trames}} = 28 \mu\text{s} + (15 / 2 * 9 \mu\text{s}) + (26 + (3 + 20) * 8 / 6) \mu\text{s} + 10 \mu\text{s} + (26 + (3 + 14) * 8 / 6) \mu\text{s} + 10 \mu\text{s} + (26 + (3 + 28 + 8 + 400) * 8 / 54) \mu\text{s} + 10 \mu\text{s} + (26 + (3 + 14) * 8 / 54) \mu\text{s} = 350,39 \mu\text{s}$$

$$\text{Throughput} = 400 * 8 \text{ bits} / 350,39 \mu\text{s} = \mathbf{9,13 \text{ Mbps}}$$

Els enllaços WIFI són per definició half duplex. Quan el terminal transmet l'AP no pot transmetre, i al revés.

Per tant, els 9,13 Mbps s'han de compartir entre les dades de pujada i de baixada.

d)

Les trames han de passar per 3 enllaços, amb throughputs de 9,13 Mbps, 89,7 Mbps i 8,97 Mbps.

El throughput global és el més restrictiu de tots, és a dir **8,97 Mbps**.

També es pot buscar temps entre paquets en el destí que serà el Màxim (temps de transmissió, temps de procés) dels tres enllaços.

El problema que es generarà és que l'estació A començarà a enviar paquets de forma contínua que es transmetran correctament pels enllaços WIFI i Ethernet a 100 Mbps, a un throughput de 9,13 Mbps, però a l'arribar al darrer enllaç, només es disposa d'un throughput de 8,97 Mbps, per lo que el buffer del sortida d'aquest enllaç es començarà a omplir fins que es desbordi i llavors es perdran trames.

Per solucionar-ho es requereix un mecanisme de control de flux.

e)

Les trames de broadcast no tenen ACK i ens diuen que no utilitzen RTS/CTS. S'envien a 6 Mbps.

La duració de les trames de broadcast és:

$$T_{\text{broadcast}} = 28 \mu\text{s} + 15 / 2 * 9 \mu\text{s} + (26 + (3 + 28 + 8 + 1000) * 8 / 6) \mu\text{s} = 1506,83 \mu\text{s}$$

El temps d'enviament d'una trama des de l'estació A l'hem calculat a l'apartat c) i és $T_{\text{trama_A}} = 350,39 \mu\text{s}$

En mitjana, s'enviarà 1 paquet de broadcast per cada 3 paquets de l'estació A. Per tant:

$$\text{Throughput_A} = 3 * 400 * 8 \text{ bits} / (3 * T_{\text{trama_A}} + T_{\text{broadcast}}) = 3,75 \text{ Mbps}$$

PROBLEMA 2

- a) La asignación de direcciones usando FLSM (*Fixed Length Subnet Mask*), simplemente divide el bloque de direcciones disponible 192.168.10.0/24 en subredes de igual tamaño. Por tanto, todas las subredes utilizarán la misma máscara.

En este caso, tenemos 6 subredes, por lo que deberemos utilizar 3 bits (8 subredes) para identificar a cada una de ellas. Es decir, deberemos utilizar una máscara /27. Con esta máscara, el número de direcciones IP en cada red es:

$$2^{32 - \text{Mask_length}} = 2^{32 - 27} = 2^{32 - 27} = 2^5 = 32 \text{ direcciones IP}$$

De las cuales, de forma efectiva, se dispone de 30 direcciones IP para identificar interfaces de red, ya que 2 direcciones están reservadas para identificar a la red y a la dirección de *broadcast*.

Por tanto, el número máximo de interfaces a identificar en cada subred no puede ser mayor de 30. Sin embargo, en Net3, Net4 y Net5, se necesitan respectivamente 36, 31 y 41 direcciones IP para asignarlas a los PCs y al interfaz del *router* que da acceso al resto de la red. Así que **no es posible realizar la asignación utilizando FLSM**.

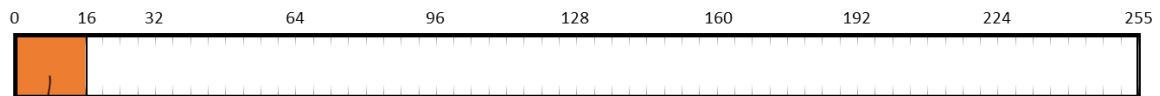
- b) Para realizar la asignación VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) necesitamos conocer cuál es el requerimiento mínimo de direcciones IP en cada subred. De esta forma podremos conocer cuál será el tamaño más pequeño posible de cada subred.

Subred	Direcciones IP requeridas	Máscara de red requerida de mayor longitud	Número de Direcciones IP (con @red y @broad)	Número de Direcciones IP efectivas (solo @host)
Net1	7 (5 servidores + R1(1) + R2(0))	/28	16	14
Net2	15 (14 PCs + R2(3))	/27	32	30
Net3	36 (35 PCs + R2(1))	/26	64	62
Net4	31 (30 PCs + R3(2))	/26	64	62
Net5	41 (40 PCs + R3(1))	/26	64	62
Net6	2 (R2(2) + R3(0))	/30	4	2

La primera restricción es que Net1 y Net6 deben ser lo más pequeñas posibles, por lo que utilizarán las máscaras de mayor longitud posible. En este caso, Net1 usará una máscara /28 y Net6 una máscara /30.

La segunda restricción nos indica que Net1 debe incluir la dirección 192.168.10.0. Por tanto, la Net1 quedará asignada como:

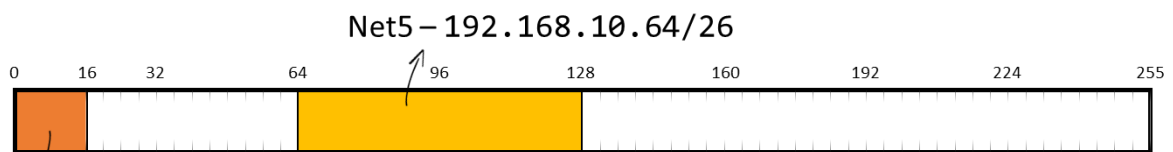
Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net1	192.168.10.0/28	192.168.10.0	192.168.10.15



Net1 – 192.168.10.0/28

Las siguientes redes las asignaremos en orden decreciente de número de direcciones IP requeridas para asegurar que la numeración es lo más pequeña posible. Seguimos, por tanto, con la Net5 (tiene 41 interfaces) que tendrá una máscara /26 (64 @IP). Le asignamos la numeración libre más pequeña que permite ese tamaño que es 192.168.10.64/26.

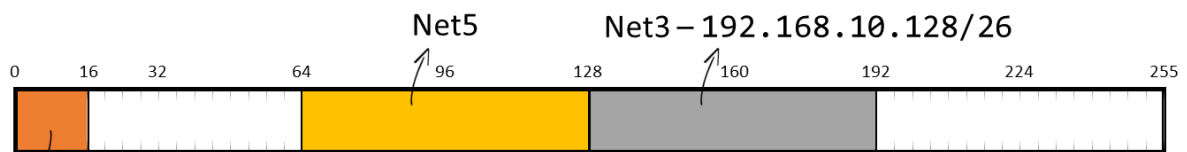
Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net5	192.168.10.64/26	192.168.10.64	192.168.10.127



Net1

La siguiente red que asignaremos es la Net3 (36 interfaces) que tendrá una máscara /26 (64 @IP). Le asignamos la numeración libre más pequeña que permite ese tamaño que es 192.168.10.128/26.

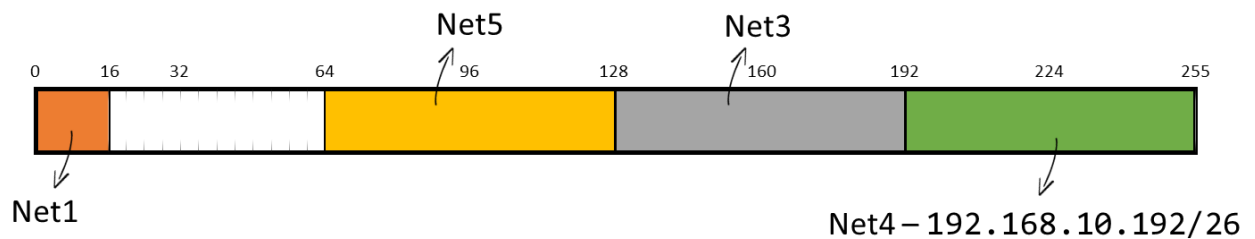
Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net3	192.168.10.128/26	192.168.10.128	192.168.10.191



Net1

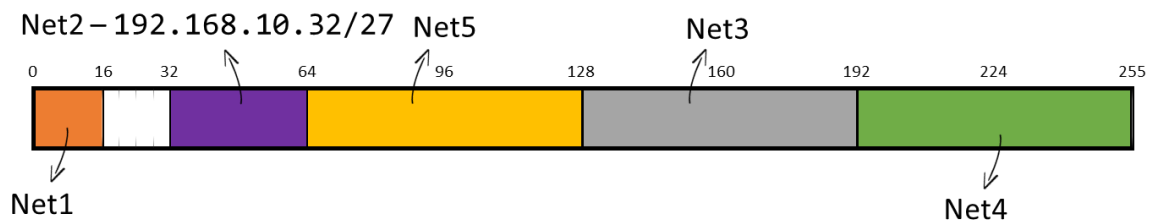
La siguiente red que asignaremos es la Net4 (31 interfaces) que tendrá una máscara /26 (64 @IP). Le asignamos la numeración libre más pequeña que permite ese tamaño que es 192.168.10.192/26.

Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net4	192.168.10.192/26	192.168.10.192	192.168.10.255



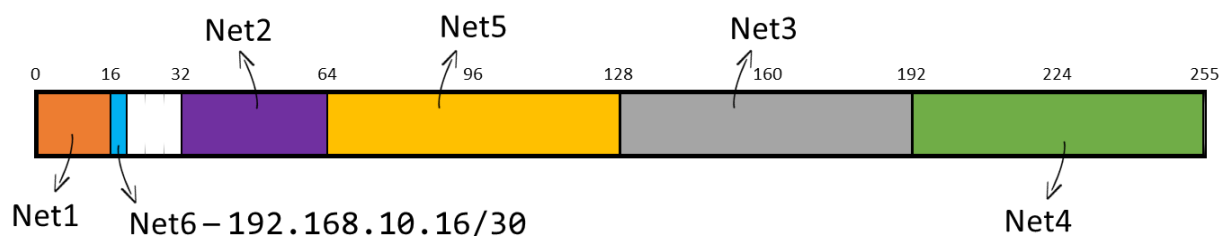
La siguiente red que asignaremos es la Net2 (15 interfaces) que tendrá una máscara /27 (32 @IP). Le asignamos la numeración libre más pequeña que permite ese tamaño que es 192.168.10.32/27.

Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net2	192.168.10.32/27	192.168.10.32	192.168.10.63



Finalmente, asignaremos la Net6 (2 interfaces) que tendrá una máscara /30 (4 @IP). Le asignamos la numeración libre más pequeña que permite ese tamaño que es 192.168.10.16/30.

Subred	Bloque asignado	@ IP Red	@ IP Broadcast
Net6	192.168.10.16/30	192.168.10.16	192.168.10.19



Como se puede observar los rangos libres no asignados a ninguna red son 192.168.10.20/30 y 192.168.10.24/29.

c) Tabla de rutas de R1

Este *router* permite la conectividad con Internet. Por un lado, el interfaz 0 está conectado a la red 10.0.0.0/24. El interfaz 1 está conectado a la red Net1 (192.168.10.0/28). En estas dos redes se realizará entrega directa.

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
10.0.0.0/24	0.0.0.0	0
192.168.10.0/28	0.0.0.0	1

Los paquetes que vienen de Internet hacia el resto de redes internas deben poder alcanzar su destino, por lo que añadiremos una ruta específica para acceder al resto de la red 192.168.10.0/24 a través del interfaz 0 del *router* R2 al que asignaremos, por ejemplo, la dirección 192.168.10.2. Nótese que como queremos el menor número de entradas en la tabla de rutas hay que utilizar *supernetting* siempre que sea posible como en este caso.

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
10.0.0.0/24	0.0.0.0	0
192.168.10.0/28	0.0.0.0	1
192.168.10.0/24	192.168.10.2	1

Finalmente, la ruta por defecto del *router* R1 dirigirá el tráfico hacia Internet, por lo que se usará el Gateway 10.0.0.1. La tabla de rutas quedará de la siguiente forma:

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
10.0.0.0/24	0.0.0.0	0
192.168.10.0/28	0.0.0.0	1
192.168.10.0/24	192.168.10.2	1
0.0.0.0/0	10.0.0.1	0

Tabla de rutas de R2

Este *router* está conectado a las redes Net1 (192.168.10.0/28), Net2 (192.168.10.32/27), Net3 (192.168.10.128/26) y Net6 (192.168.10.16/30). En estas cuatro redes se realizará entrega directa.

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.10.0/28	0.0.0.0	0
192.168.10.32/27	0.0.0.0	3
192.168.10.128/26	0.0.0.0	1
192.168.10.16/30	0.0.0.0	2

En cuanto a rutas específicas, el *router* R2 es el encargado de dar acceso hacia las redes Net4 y Net5, por lo que se necesitará una ruta específica. En este caso, la red 192.168.10.0/24 selecciona a todas las redes del bloque 192.168.10.0/24 a las que no está conectado R2, que en este caso son Net4 y Net5. Para acceder a ellas se accede a través del interfaz 0 de R3 en la Net6 (192.168.10.16/30) que supongamos que tiene dirección 192.168.10.17.

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.10.0/28	0.0.0.0	0

192.168.10.32/27	0.0.0.0	3
192.168.10.128/26	0.0.0.0	1
192.168.10.16/30	0.0.0.0	2
192.168.10.0/24	192.168.10.17	2

Finalmente, la ruta por defecto del *router* R2 dirigirá el tráfico hacia Internet, por lo que se usará el interfaz 1 de R1 como Gateway, que suponemos que tiene dirección 192.168.10.1. La tabla de rutas quedará de la siguiente forma:

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.10.0/28	0.0.0.0	0
192.168.10.32/27	0.0.0.0	3
192.168.10.128/26	0.0.0.0	1
192.168.10.16/30	0.0.0.0	2
192.168.10.0/24	192.168.10.17	2
0.0.0.0/0	192.168.10.1	0

Tabla de rutas de R3

Este *router* está conectado a las redes Net4 (192.168.10.192/26), Net5 (192.168.10.64/26) y Net6 (192.168.10.16/30). En estas tres redes se realizará entrega directa.

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.10.192/26	0.0.0.0	2
192.168.10.64/26	0.0.0.0	1
192.168.10.16/30	0.0.0.0	0

En cuanto a rutas específicas, el *router* R3 es el encargado de dar acceso a las redes Net4 y Net5 hacia el resto de redes. Pero en este caso, el camino es el mismo que seguirán los paquetes hacia Internet, por lo que no es necesaria ninguna ruta específica y se podrá seguir la ruta por defecto.

Finalmente, la ruta por defecto del *router* R3 dirigirá el tráfico hacia Internet (que como acabamos de decir es el mismo camino que siguen los paquetes que van hacia Net2), por lo que se usará el interfaz 2 de R2 como Gateway, que suponemos que tiene dirección 192.168.10.18. La tabla de rutas quedará de la siguiente forma:

Destino/Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.10.192/26	0.0.0.0	2
192.168.10.64/26	0.0.0.0	1
192.168.10.16/30	0.0.0.0	0
0.0.0.0/0	192.168.10.18	0