



## INTRODUCCIÓ A LES XARXES TELEMÀTIQUES (IXT)

### Re-avaluació TEORÍA – 5 de Julio de 2017

NOMBRE Y APELLIDOS:

GRUPO:

#### 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: 3h.**
- **Publicación notas provisionales en ATENEA: 10 julio 2017, 12:00**
- **Alegaciones: El período de alegaciones online (Intranet ETSETB) es del 10/07/17 a las 12:00, al 12/07/17 a las 12:00. Podréis ver vuestro examen realizado el 11/07/16 de 10:00 a 12:00 en el despacho C3-301.**
- **Publicación notas definitivas en ATENEA: 13 julio 2017, 16:00**
- 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: **0.83333** cada respuesta correcta, y **-0.27777** cada respuesta incorrecta.

#### **Pregunta 1 (0.83333 puntos)**

Elija la afirmación verdadera sobre técnicas de acceso múltiple:

- a) En Aloha ranurado el tiempo de vulnerabilidad es el doble que con Aloha puro, debido a que los inicios de transmisión ocurren sólo en instantes de inicio de ranura.
- b) La principal diferencia entre CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) y CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*) es que CSMA/CD incluye un mecanismo de back off antes de enviar la trama: Si el canal se escucha como libre (antes de la transmisión), la transmisión se difiere por un intervalo de tiempo aleatorio. Esto reduce la probabilidad de colisión en el canal.
- c) En CSMA/CD, si no llega el ACK de una trama se deduce que hubo colisión, se transmite una señal de *jamming* (señal interferente intencionada) y se ejecuta el algoritmo de back-off antes de intentar la retransmisión del paquete.

- d) Ninguna de las anteriores.

### Pregunta 2 (0.83333 puntos)

Elija la afirmación verdadera sobre LAN (*Local Area Network*) y WLAN (*Wireless Local Area Network*):

- a) Un HUB es un dispositivo de nivel 2 para interconectar dispositivos. Retransmite los paquetes que llegan de un puerto por todos los puertos incluyendo el puerto por donde llegó el paquete.
- b) Una trama Ethernet será descartada en recepción solamente en el caso de que el FCS (*Frame Check Sequence*) calculado en recepción no coincida con el valor del campo FCS de la trama recibida.
- c) Si un paquete se ha de fragmentar porque su longitud es mayor que la MTU (*Maximum Transfer Unit*) de la red física subyacente, los fragmentos llevarán un Número de Fragmento diferente, pero compartirán el mismo Número de Secuencia.
- d) Ninguna de las anteriores.

### Pregunta 3 (0.83333 puntos)

Elija la afirmación verdadera sobre IP (*Internet Protocol*):

- a) El nivel de Red nos permite crear una única red lógica, por encima de las redes de diversa tecnología subyacente. Para identificar a las estaciones, cada estación dispone de una dirección lógica (p.ej. IP) que viene dada por el fabricante en la tarjeta de red del equipo.
- b) Si un datagrama IP tiene longitud mayor que la MTU (*Maximum Transfer Unit*) de la red física subyacente, habrá que fragmentar el datagrama IP. Los flags DF (*Don't Fragment*) y MF (*More Fragments*) de la cabecera IP controlan la fragmentación. Si DF=1 permite fragmentar, si DF=0 no lo permite. Si MF=1 indica que hay más fragmentos.
- c) El encaminamiento de datagramas IP entre dos estaciones con direcciones IP: @IP<sub>A</sub>=192.168.100.150/27 y @IP<sub>B</sub>=192.168.100.130/25 es por entrega directa.
- d) Ninguna de las anteriores

### Problema 1 (2.5p)

Dos usuarios de una red se desean comunicar entre sí, de acuerdo al diagrama que se muestra a continuación:



En un primer instante, el *usuario A* desea enviar 9000 bytes de información al *usuario B*. Para ello emplea la técnica de conmutación de paquetes, empleando paquetes de 1500 bytes que incluyen 50 bytes de cabecera. Los nodos intermedios emplean la técnica de *store&forward* para reenviar los paquetes recibidos. Considere igualmente que todos los enlaces son *full-duplex*, que la velocidad de

propagación en todos ellos es de  $2 \cdot 10^5$  km/s y que el tiempo de procesamiento de los paquetes en los distintos nodos que atraviesan es despreciable.

Teniendo en cuenta todo lo anterior:

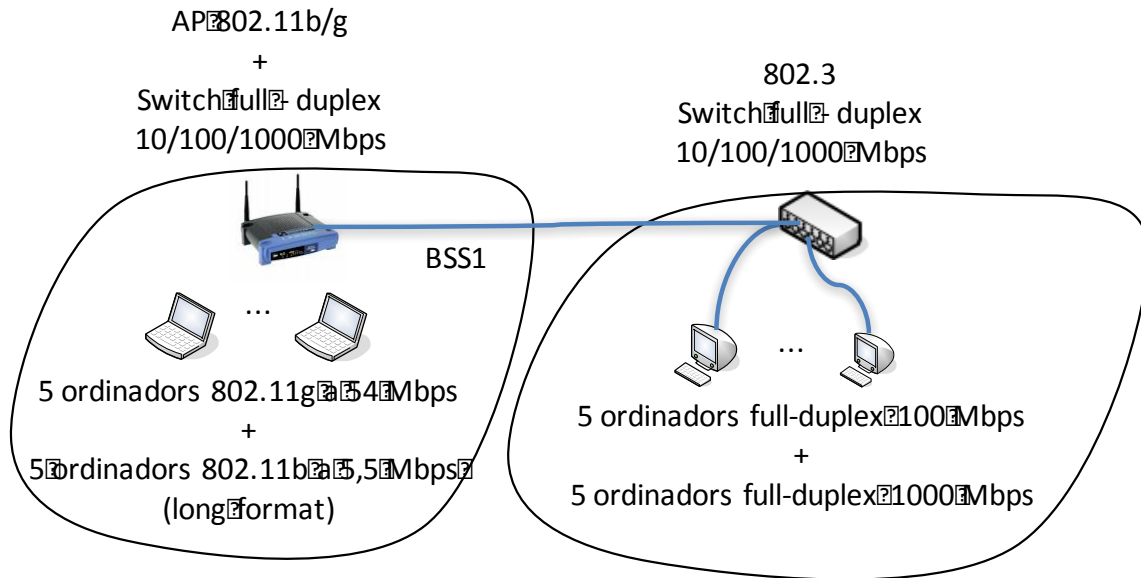
- a) **(0.1p)** Calcule el tiempo de transmisión de un paquete en cada uno de los enlaces que debe atravesar hasta llegar al *usuario B*.
- b) **(0.1p)** Calcule los tiempos de propagación en los distintos enlaces.
- c) **(0.4p)** Dibuje el cronograma (diagrama de evolución temporal) correspondiente a la transmisión.
- d) **(0.4p)** Calcule el tamaño requerido en la cola de salida en  $R_1$  para no perder ningún paquete. Exprese el resultado en número de paquetes.
- e) **(0.4p)** Tiempo necesario hasta que el *usuario B* reciba por completo el fichero transmitido por el *usuario A*.
- f) **(0.1p)** Calcule la utilización del último enlace (es decir, enlace  $R_2$  -- *usuario B*). Asuma como tiempo de observación el obtenido en e).
- g) **(0.1p)** Calcule la eficiencia del último enlace (es decir, enlace  $R_2$  -- *usuario B*). Asuma como tiempo de observación el obtenido en e).

En un determinado momento se propone sustituir el enlace entre  $R_1$  y  $R_2$  por uno *half-duplex* de capacidad por determinar. Además, el nodo  $R_2$  confirma cada paquete recibido mediante un ACK. El tamaño de los paquetes ACK es de 100 bytes, incluyendo la cabecera. El nodo  $R_1$  no puede enviar un nuevo paquete hasta recibir el reconocimiento del último paquete enviado. Asuma que el enlace no produce errores en la información enviada.

- h) **(0.8p)** Calcule la capacidad mínima del enlace  $R_1..R_2$  tal que en el nodo  $R_1$  haya, como máximo, un paquete pendiente de ser transmitido hacia  $R_2$ . La medición de cuántos paquetes hay en  $R_1$  pendientes de ser transmitidos se realiza cada vez que se recibe un paquete en dicho nodo.
- i) **(0.1p)** Si  $R_1$  requiriera de un tiempo de procesamiento por paquete, ¿cuál sería el valor máximo de dicho tiempo para no reducir el *Goodput* (cantidad de bits de información transmitidos por segundo)? Asuma para ello que el *usuario A* desea transmitir un número ilimitado de paquetes y que la capacidad del enlace  $R_1..R_2$  es la obtenida en h).

## Problema 2 (2.5p).

Suposi la xarxa de la següent figura:



- Totes les trames s'envien amb una longitud del camp de dades (*payload*) de 1000 bytes.
- La xarxa Ethernet utilitza el format de trama definida pel protocol IEEE 802.3.
- Consideri que el camp de QoS de la capçalera MAC 802.11 no s'utilitza.
- El BSS1 utilitza RTS/CTS a la velocitat adequada per a què qualsevol estació del BSS els pugui descodificar.
- Consideri que no hi ha col·lisions ni errors de transmissió.
- Els temps de procés dels dispositius de la xarxa és negligible.

Respongui les següents qüestions:

- (0,5 p) Quins són els valors de DIFS, SIFS i CW que s'utilitzen en el BSS1. Justifiqui la resposta.
- (0,5 p) Quin és el temps mitjà d'enviament d'una trama 802.11b en el BSS1 considerant que s'ha d'esperar back-off.
- (0,5 p) Quin és el temps mitjà d'enviament d'una trama 802.11g en el BSS1 considerant que s'ha d'esperar back-off.

Consideri ara que cada ordinador envia 1 paquet per segon a totes les altres màquines:

- (1 p) Quin és el nivell d'utilització (percentatge d'ocupació temporal) del canal del BSS1.

## INFORMACIÓ ADDICIONAL:

### Dades de l'IEEE 802.11:

Standard	DIFS ( $\mu$ s)	SIFS ( $\mu$ s)	SLOT ( $\mu$ s)	CW <sub>min</sub>	CW <sub>max</sub>
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 (en Mbps): 1; 2; 5.5; 11.

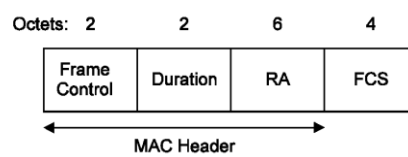
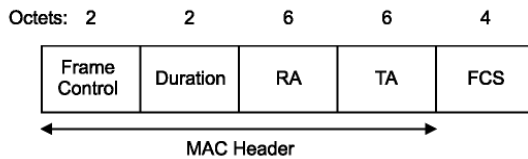
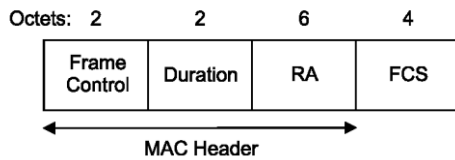
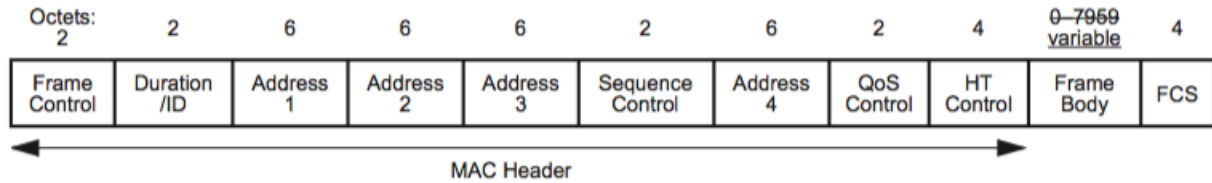
Velocitats del 802.11g (en Mbps): 6; 9; 12; 18; 24; 36; 48; 54.

### Capçaleres 802.11

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

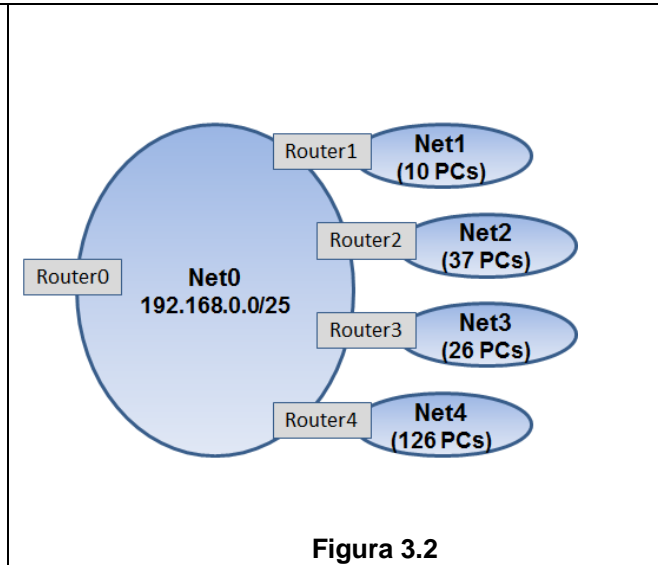
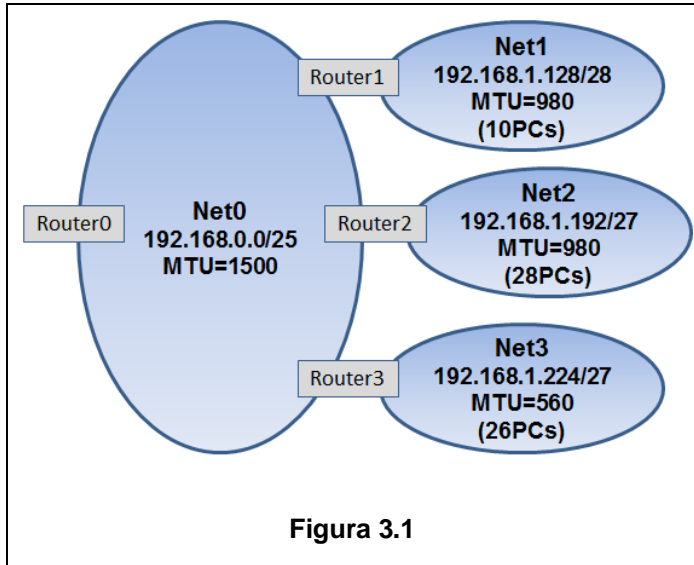
Standard	Physical header duration
802.11	192 $\mu$ s
802.11b (long)	
802.11b (short)	96 $\mu$ s
802.11a	26 $\mu$ s + (22 bits + padding)* in MAC header
802.11g	26 $\mu$ s + (22 bits + padding)* in MAC header
802.11n	30 $\mu$ s + variable (depending on the number of MIMO streams) + (variable number of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

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



### Problema 3 (2.5p).

Una empresa desea reestructurar una parte de su Intranet. En particular dichas subredes actualmente están utilizando el **bloque de direcciones IP 192.168.0.0/23**, y están configuradas como se muestra en la Figura 3.1:



Considerando la siguiente información y restricciones:

1. La Net0 debe permanecer tal como está actualmente.
2. La cabecera IP de los paquetes es el mínimo valor posible.
3. En cada modificación a realizar en las redes primará el usar los posibles bloques libres más pequeños, e intentando hacer la **menor cantidad posible de cambios** de numeración @IP en los dispositivos actuales.
4. En la reasignación de @IPs, se debe asignar la máscara más grande posible a las subredes (exceptuando Net0).
5. Las tablas de encaminamiento siempre llevarán los paquetes por el camino más corto posible en la red.

- a) **(0.5p)** Señale cuáles son los bloques de direcciones libres acorde a la configuración actual de la red (Figura 3.1)
- b) **(0.8p)** La primera modificación que se desea es aumentar a 37 el número de dispositivos (PCs) en la Net2. Reasigne las @IPs de las redes tal que en lo posible permanezcan en bloques contiguos (y respetando las consideraciones ya mencionadas arriba). Señale para cada subred Net1, Net2 y Net3 la dirección de red (en formato @IP\_red/tamaño\_mask) y la dirección broadcast en la nueva asignación resultante. Además, señale los bloques libres si es que

quedasen.

- c) **(0.2p)** Ahora se ha decidido trasladar y conectar a Net0 toda una subred donde habrá 126 PCs como se indica en Figura 3.2. Señale para cada subred Net1, Net2 y Net3 la dirección de red (en formato *@IP\_red/tamaño\_mask*) y la dirección broadcast en la nueva asignación resultante. Además, señale los bloques libres si es que quedasen.
- d) **(1p)** Para el envío de un paquete desde un PC de Net1 hacia otro PC en Net3 y cuyo *payload* (campo de datos) es de tamaño 1000 *bytes*, señale todos los fragmentos con sus valores de longitud total (en *bytes*) y los flags MF (*More Fragments*) y FO (*Fragment Offset*) de su cabecera IP transmitidos en cada subred de su camino.



# Solución

## Pregunta 1 (1p)

Elija la afirmación verdadera sobre técnicas de acceso múltiple:

- a) En Aloha ranurado el tiempo de vulnerabilidad es el doble que con Aloha puro, debido a que los inicios de transmisión ocurren sólo en instantes de inicio de ranura. → **Es al revés.**
- b) La principal diferencia entre CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) y CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*) es que CSMA/CD incluye un mecanismo de back-off antes de enviar la trama: Si el canal se escucha como libre (antes de la transmisión), la transmisión se difiere por un intervalo de tiempo aleatorio. Esto reduce la probabilidad de colisión en el canal. → **Eso sucede en CSMA/CA**
- c) En CSMA/CD, si no llega el ACK de una trama se deduce que hubo colisión, se transmite una señal de *jamming* (señal interferente intencionada) y se ejecuta el algoritmo de back-off antes de intentar la retransmisión del paquete. → **En CSMA/CD la estación continúa escuchando mientras transmite (no hace falta ACK), se detectan las colisiones y se aborta la transmisión si se produce colisión.**
- d) Ninguna de las anteriores. → **CIERTA**

## Pregunta 2 (1p)

Elija la afirmación verdadera sobre LAN (*Local Area Network*) y WLAN (*Wireless Local Area Network*):

- a) Un HUB es un dispositivo de nivel 2 para interconectar dispositivos. Retransmite los paquetes que llegan de un puerto por todos los puertos incluyendo el puerto por donde llegó el paquete. → **Por el puerto por el que llegó el paquete no se retransmite de nuevo el paquete.**
- b) Una trama Ethernet será descartada en recepción solamente en el caso de que el FCS (*Frame Check Sequence*) calculado en recepción no coincida con el valor del campo FCS de la trama recibida. → **No solo en ese caso... también se descartará si no hay un número entero de bytes en la trama recibida, o si la longitud de los datos en la trama no coincide con el valor del campo Length.**
- c) Si un paquete se ha de fragmentar porque su longitud es mayor que la MTU (*Maximum Transfer Unit*) de la red física subyacente, los fragmentos llevarán un Número de Fragmento diferente, pero compartirán el mismo Número de Secuencia. → **CIERTA**
- d) Ninguna de las anteriores.

## Pregunta 3 (1p)

Elija la respuesta verdadera sobre IP (*Internet Protocol*):

- a) El nivel de Red nos permite crear una única red lógica, por encima de las redes de diversa tecnología subyacente. Para identificar a las estaciones, cada estación dispone de una dirección lógica (p.ej. IP) que viene dada por el fabricante en la tarjeta de red del equipo. → **No, la @IP la configura el/la técnico/a de redes.**

- b) Si un datagrama IP tiene longitud mayor que la MTU (*Maximum Transfer Unit*) de la red física subyacente, habrá que fragmentar el datagrama IP. Los flags DF (*Don't Fragment*) y MF (*More Fragments*) de la cabecera IP controlan la fragmentación. Si DF=1 permite fragmentar, si DF=0 no lo permite. Si MF=1 indica que hay más fragmentos. → **No, Si DF=0 permite fragmentar, si DF=1 no lo permite.**
- c) El encaminamiento de datagramas IP entre dos estaciones con direcciones IP: @IP<sub>A</sub>=192.168.100.150/27 y @IP<sub>B</sub>=192.168.100.130/25 es por entrega directa. → **CIERTA:**
- Según A, aplicando la máscara de A (/27), la @red<sub>B</sub> = 192.168.100.130 AND 255.255.255.224 = 192.168.100.128 que coincide con la @red<sub>A</sub> = 192.168.100.150 AND 255.255.255.224 = 192.168.100.128.
  - En sentido contrario, según B, aplicando la máscara de B (/25), la @red<sub>A</sub> = 192.168.100.150 AND 255.255.255.128 = 192.168.100.128 que coincide con la @red<sub>B</sub> = 192.168.100.130 AND 255.255.255.128 = 192.168.100.128.
- d) Ninguna de las anteriores

## Problema 1

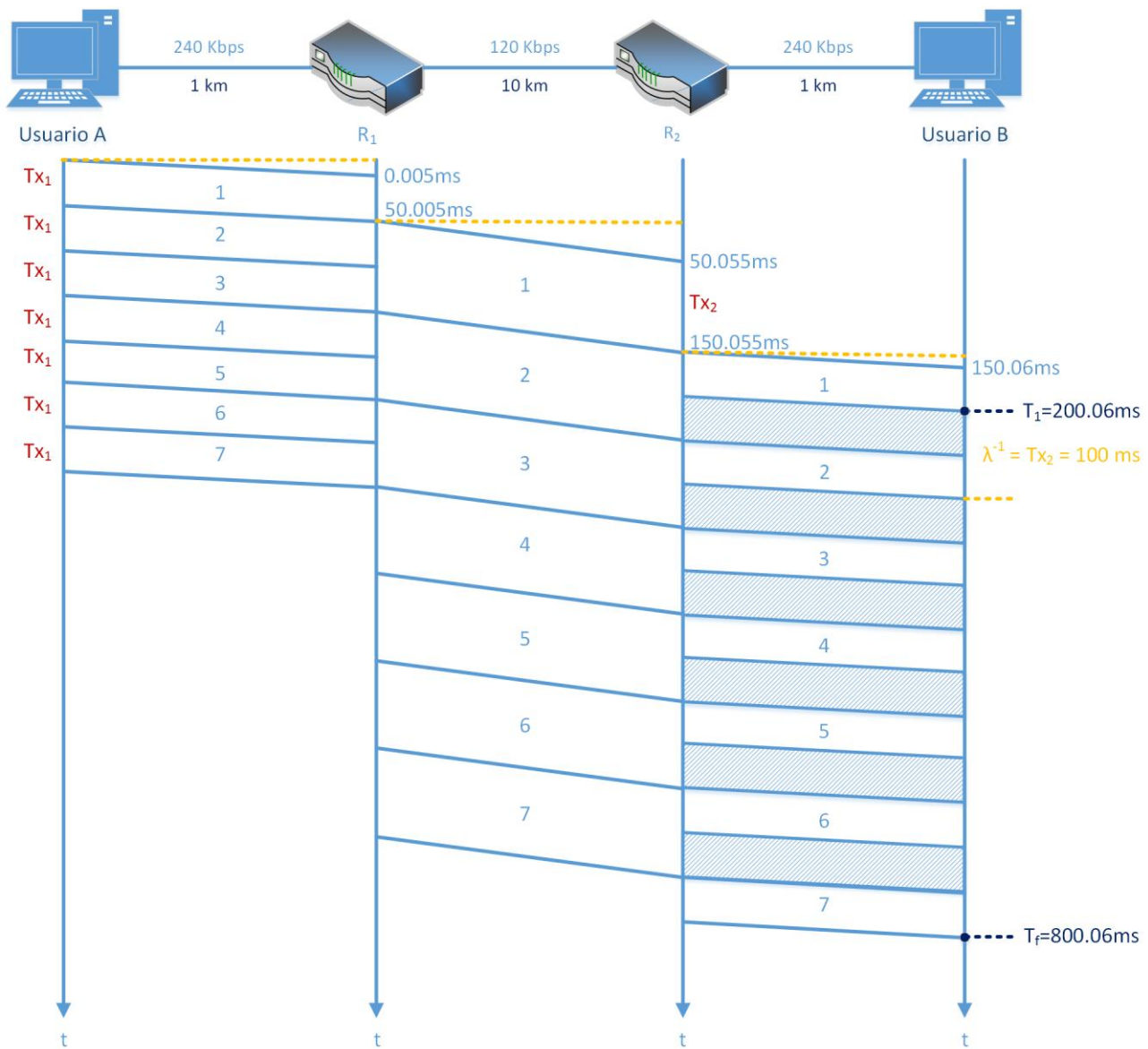
$$a) T_{x_1} = \frac{L}{B_1} = \frac{1500 \text{ bytes} \cdot 8 \text{ bits/byte}}{240 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 50 \text{ ms}$$

$$T_{x_2} = \frac{L}{B_2} = \frac{1500 \text{ bytes} \cdot 8 \text{ bits/byte}}{120 \cdot 10^3 \text{ bps}} = 100 \text{ ms}$$

$$b) D_1 = \frac{d_1}{v_p} = \frac{1 \text{ km}}{2 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 0.005 \text{ ms}$$

$$D_2 = \frac{d_2}{v_p} = \frac{10 \text{ km}}{2 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 0.05 \text{ ms}$$

- c) El número de paquetes a enviar es de  $n_p = \left\lceil \frac{M}{P-H} \right\rceil = \left\lceil \frac{9000}{1500-50} \right\rceil = \lceil 6.2 \rceil = 7 \text{ paquetes}$ . Por lo tanto el cronograma resultante sería:



Tiempo total transferencia mensaje =  $T_f = 200.06 \text{ ms} + 6 \cdot 100 \text{ ms} = 800.06 \text{ ms}$

d) De acuerdo al cronograma anterior, en el instante  $T_a$ , se han recibido en  $R_1$  7 paquetes procedente de *usuario A* y se han enviado 3. Por lo tanto, hay 4 en la cola de salida, a la espera de ser remitidos a  $R_2$ .

e) El tiempo total de transferencia puede calcularse como

$$T_f = T_1 + \lambda^{-1}(n_p - 1)$$

$$T_1 = 2(Tx_1 + d_1) + Tx_2 + d_2 = 2(50 + 0.005)ms + 100ms + 0.05ms = 200.06ms.$$

La cadencia viene limitada por la velocidad de transmisión del segundo enlace. Por lo tanto,  $\lambda^{-1} = Tx_2 = 100ms$ .

De esta forma, el tiempo de transferencia es

$$T_f = T_1 + \lambda^{-1}(n_p - 1) = 200.06ms + 600ms = 800.06ms$$

$$f) u_3 = \frac{n_p \cdot Tx_1}{T_{obs}} = \frac{7 \cdot 50ms}{800.06ms} = \frac{350ms}{800.06ms} = 43.74\%$$

$$g) \eta_3 = u_3 \cdot \eta_p = 43.74\% \cdot \frac{1450}{1500} = 42.28\%$$

h) El tiempo necesario para transmitir una trama desde  $R_1$  y recibir en ese mismo nodo el reconocimiento del paquete transmitido es:

$$RTT = Tx_2 + D_2 + T_{ack} + D_2 = \frac{L}{B_2} + D_2 + \frac{L_{ack}}{B_2} + D_2 = \frac{1}{B_2}(L + L_{ack}) + 2D_2$$

Se desea que como máximo haya un paquete pendiente de transmisión. De esta forma, cada vez que se reciba un paquete en  $R_1$ , el anterior debe haberse transmitido y reconocido, para así permitir el envío del siguiente. De esta forma:

$$RTT \leq Tx_1$$

Si se expande la relación anterior:

$$\frac{1}{B_2}(L + L_{ack}) + 2D_2 \leq Tx_1$$

$$B_2 \geq \frac{L + L_{ack}}{Tx_1 - 2D_2} = \frac{1600 \cdot 8 \text{ bits}}{49.9 \cdot 10^{-3} \text{ seg}} = \frac{12800 \text{ bits}}{49.9 \cdot 10^{-3} \text{ seg}} = 256.51 \text{ Kbps}$$

i) El tiempo de procesamiento podrá crecer, siempre y cuando no pase a representar el tiempo que condiciona la cadencia de la transmisión. Dicha cadencia viene condicionada actualmente por el  $Tx_1$ , por lo que el tiempo de procesamiento podrá ser como máximo igual a  $Tx_1$ , o sea 50 ms.

## **Problema 2**

a) Totes les estacions del BSS han d'utilitzar els valors de DIFS, SIFS i CWmin corresponent a l'estàndard 802.11b. Això és degut a que dins el BSS estan operant estacions 802.11g i 802.11b, i si les 802.11g utilitzessin els valors del 802.11g, aquestes tindrien prioritat sobre les 802.11b, ja que els seus valors són menors.

Així, s'utilitzaran els següents valors:

DIFS = 50  $\mu$ s

CW<sub>min</sub> = 32; CW<sub>max</sub> = 1024

SIFS = 10  $\mu$ s

SLOT = 20  $\mu$ s

b) Les trames enviades pels ordinadors 802.11b tenen la següent seqüència:

DIFS - BACKOFF\_MITJÀ – RTS – SIFS – CTS – SIFS – DADES – SIFS - ACK

Els paquets de RTS i CTS s'envien a la mínima velocitat del 802.11b, és a dir, a 1 Mbps.

La capçalera PHY utilitzada val 192 µs.

La capçalera MAC de les dades té una longitud de 28 bytes, no s'utilitzen els següents camps: Adreça 4, QoS, HT Control.

$$T_{11b} = 50 \mu s + 31 / 2 * 20 \mu s + (192 + 20 * 8 / 1) \mu s + 10 \mu s + (192 + 14 * 8 / 1) \mu s + 10 \mu s + (192 + (28 + 8 + 1000) * 8 / 5,5) \mu s + 10 \mu s + (192 + 14 / 5,5) \mu s = \mathbf{2957,28 \mu s}$$

c) Igual que l'anterior, **però ara els paquets de dades i ACK s'envien amb la capçalera PHY del 802.11g a 54 Mbps**. Els paquets de RTS i CTS continuen enviant-se a la mínima velocitat del 802.11b, és a dir, a 1 Mbps, per a què tots els ordinadors els puguin descodificar.

$$T_{11g} = 50 \mu s + 31 / 2 * 20 \mu s + (192 + 20 * 8 / 1) \mu s + 10 \mu s + (192 + 14 * 8 / 1) \mu s + 10 \mu s + (\mathbf{26} + (3 + 28 + 8 + 1000) * 8 / \mathbf{54}) \mu s + 10 \mu s + (\mathbf{26} + (3 + 14) * 8 / \mathbf{54}) \mu s = \mathbf{1254,44 \mu s}$$

d)

$$\text{Nivell d'utilització} = T_{\text{utilització}} / T_{\text{observació}}$$

Prenem com a temps d'observació 1 segon.

Calculem el nombre de paquets que es transmeten al BSS per segon. El temps d'utilització en 1 segon serà el temps destinat a transmetre aquests paquets.

El nombre de paquets per segon transmesos al BSS es pot calcular de diferents maneres, però pot ser, la més directa és veure que cada ordinador del BSS envia 1 paq/s a totes les altres, per tant 19 paq/s i també rep 1 pag/s de totes les altres, és a dir 19 pag/s.

Per tant cada ordinador del BSS genera 38 paq/s (19 paq/s en recepció i 19 paq/s en transmissió).

Com que hi ha 5 ordinadors 802.11b i 5 ordinadors 802.11g, en el BSS es transmeten: 190 paq/seg 802.11b i 190 paq/seg 802.11g.

Llavors, el temps d'utilització en 1 s serà:

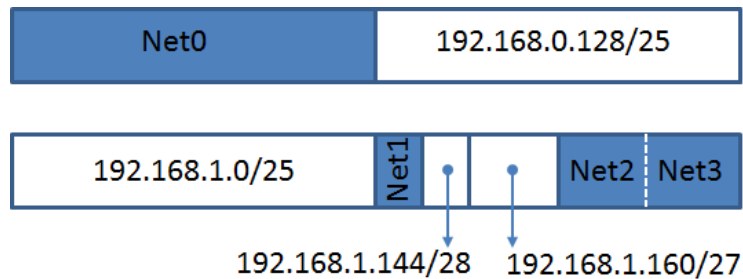
$$T_{\text{utilització}} = 190 \text{ paq} * 2957,28 \mu s/\text{paq} + 190 \text{ paq} * 1254,44 \mu s/\text{paq} = 0,8002 \text{ s}$$

$$\text{Nivell d'utilització} = T_{\text{utilització}} / T_{\text{observació}} = 0,8002 \text{ s} / 1 \text{ s}$$

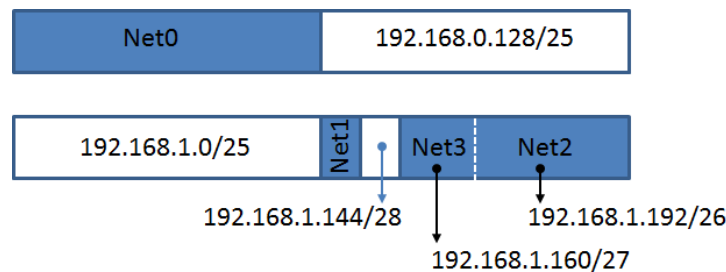
El nivell d'utilització és del 80,02%

## Problema 3

- a) Los bloques libres son los indicados en color blanco.



- b) 37 PCs + 1 eth\_router + IP\_red + Broadcast = 40 @IPs → /26 máxima máscara. Para modificar la @IP de la menor cantidad de dispositivos, se movería la Net3 al bloque 192.168.1.160/27 y se cambiaría la máscara a /26 en Net2. (Pero si se considera el cambio de máscara en Net3 como una mayor cantidad de cambios, se puede considerar válida la solución de modificar solo Net2 al 192.168.0.128/26 o 192.168.1.64/26.) Esta nueva asignación sería (Los bloques libres son indicados en color blanco):

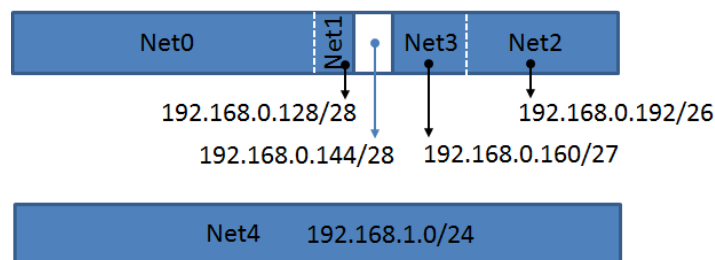


Net 1: @IP\_red → 192.168.1.128/28; @IP\_Broadcast → 192.168.1.143

Net 2: @IP\_red → 192.168.1.192/26; @IP\_Broadcast → 192.168.1.255

Net 3: @IP\_red → 192.168.1.160/27; @IP\_Broadcast → 192.168.1.191

- c) 126 PCs + 1 eth\_router + IP\_red + Broadcast = 129 @IPs → /24 máxima máscara. Para conseguir un bloque /24, como se restringe a que no se puede cambiar Net0, se deberá cambiar Net1, Net2 y Net3 hacia el bloque 192.168.0.128/25. Una opción posible es:



Net 1: @IP\_red → 192.168.0.128/28; @IP\_Broadcast → 192.168.0.143

Net 2: @IP\_red → 192.168.0.192/26; @IP\_Broadcast → 192.168.0.255

Net 3: @IP\_red → 192.168.0.160/27; @IP\_Broadcast → 192.168.0.191

d)  $L_D = 1000B$  ;  $L_H = 20B \rightarrow L = L_D + L_H = 1020B$

Hacia Net1:

$L > MTU\_Net1=980B \rightarrow$  Para transmitirlo hacia Net1 se necesita fragmentarlo.

$\lfloor (MTU\_Net1 - L_H)/8 \rfloor = 120 \rightarrow$  Máximo tamaño Datos =  $120 \cdot 8 = 960B \rightarrow L_1 = 980B$ ; MF=1; FO=0  
 $L_2 = (1000 - 960) + L_H = 60B < MTU\_Net1=980B \rightarrow L_2 = 60B$ ; MF=0; FO=120

Hacia Net0:

$L_1$  y  $L_2$  son más pequeños que  $MTU\_Net0=1500 \rightarrow$  No se requiere fragmentarlos.

Hacia Net3:

$L_1 = 980B > MTU\_Net3=560B \rightarrow$  Para transmitirlo hacia Net3 se necesita fragmentarlo.

$\lfloor (MTU\_Net3 - L_H)/8 \rfloor = 67 \rightarrow$  Máximo tamaño Datos =  $67 \cdot 8 = 536B \rightarrow L_{11} = 556B$ ; MF=1; FO=0  
 $L_{12} = (960 - 536) + L_H = 444B < MTU\_Net3=560B \rightarrow L_{12} = 444B$ ; MF=1; FO=67  
 $L_2 = 60B < MTU\_Net3=560B \rightarrow L_2 = 60B$ ; MF=0; FO=120

