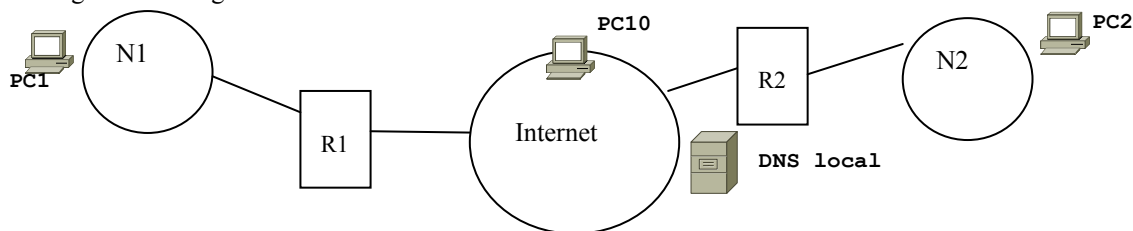


Agrupar els problemes 1-3 en fulls separats, tal com s'indica. Justifiqueu les respostes.  
 La data de revisió s'anunciarà en el racó. Duració: 2h45. El test es recollirà després de 30 minuts.

**Problema 1. (2,5 punts) FULL 1.**

Supóngase la siguiente configuración:



Las redes N1 y N2 son de la misma organización O y están unidas por un túnel. En ambas queremos crear subredes usando el rango de direcciones privadas 10.0.0/24. Para la configuración del túnel se usa la dirección 192.168.0.0/24. Por otro lado, las interfaces públicas de los Routers R1 y R2 tienen asignadas las direcciones 200.0.0.1/24 y 200.0.0.2/24, respectivamente. El servidor DNS local de N1 y N2 tiene la dirección 200.1.0.2, y PC10, que está fuera de N1 y N2, tiene la dirección 200.100.100.100.

1) Queremos diseñar un espacio de direcciones para todas las redes de la organización O. En concreto, queremos que en N2 haya una subred que pueda tener hasta 100 máquinas, y que el resto de direcciones se use para estructurar N1 en el mayor número posible de subredes.

1.1) Dar las direcciones y máscaras (en formato "/n") de cada una de las subredes, tanto de N1 como de N2.

(Nota: Asignar las direcciones con números más bajos a las redes con más máquinas).

1.2) ¿Cuál es el número máximo de subredes que podemos tener en N1?

1.3) ¿Cuántas direcciones quedarán sin poderse asignar a ninguna máquina?

2) Con los datos de que se dispone y haciendo las suposiciones justificadas que sean necesarias, dar la tabla de enrutamiento del Router R1, con el siguiente formato:

```
Red destino | Interface | Gateway | Métrica
```

3) Si PC1 hace un PING hacia PC2 (suponiendo que ya disponemos de toda la información necesaria para enviar el mensaje ICMP de salida),

3.1) Dibujar la estructura de la primera trama que saldrá de R1 hacia PC2 indicando todas las cabeceras y campos de datos de usuario que contenga.

3.2) ¿Qué valores tendrán los siguientes campos de la cabecera del datagrama que contiene la trama anterior?:

- dirección destino,
- dirección origen,
- protocolo,
- offset.

4) En un momento dado, tenemos todas las tablas ARP de las máquinas de N1 vacías (acabamos de poner en marcha las máquinas) y el servidor DNS local sin información. PC1 hace "ping PC10.xc.com", siendo "PC10.xc.com" el nombre de la máquina que hemos identificado como PC10, de la que PC1 no sabe la dirección.

4.1) Rellenar la siguiente tabla con información de las tramas que circularán por N1 hasta que acabe el ping.

Notas:

Cada fila de la tabla ha de corresponder a una trama.

Algunas columnas no aplican en algunas tramas (indicarlo con "-").

Si se necesitan direcciones físicas (columnas 3 y 4), darle cualquier identificador; para las direcciones IP (columnas 5 y 6), usar alguna que pueda ser correcta.

En la columna "ARP Mensaje" (columna 2) basta con indicar si es pregunta ("Req") o respuesta ("Resp").

En la columna "Transporte" (columna 8) indicar qué tipo de protocolo de transporte se utiliza (UDP o TCP), en el caso que se use.

En la columna 9 indicar 1) si antes del envío de la trama se ha consultado una tabla de routing, 2) cuál, 3) qué pregunta se ha hecho y 4) qué respuesta se ha obtenido.

Columna 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Orden trama	ARP			IP		ICMP	Transporte	¿Tabla
	Mensaje	Direcciones		Direcciones		Mensaje	UDP / TCP	routing
	Req/Resp	Origen	Dest	Origen	Dest			consultada?

4.2) Para realizar el ping anterior (ping PC10.xc.com), ¿qué mensajes DNS pasarán por el Router R1? Para cada mensaje (en orden de paso) indicar: Tipo (pregunta/respuesta), qué pregunta/respuesta lleva, quién ha generado y quién es el destinatario del mensaje. (Ayudarse con una tabla).

Solució de l'examen

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes	15/6/2010
--------------------------------------------------------	-----------

Agrupar els problemes 1-3 en fulls separats, tal com s'indica. Justifiqueu les respostes.  
 La data de revisió s'anunciarà en el racó. Duració: 2h45. El test es recollirà després de 30 minuts.

**Solució:**

**1 (0,5 puntos)**

**(1.1)**

N2: 100 máquinas necesitan 7 bits. El octavo de los que disponemos (el de más peso) la identifica. Por tanto la máscara será de 25 (24+1).

N1: Para tener el máximo número de subredes, hemos de minimizar su tamaño (número de bits de host). Con 1 sólo bit tendríamos sólo subred y broadcast; con 2 bits de host podemos tener subred, broadcast, router y 1 máquina. Nos quedarían 5 bits para subred (pues el sexto (el octavo de N1) es para distinguir de N2). Por tanto,  $2^5=32$  subredes. La subred con más máquinas es N2, por tanto, las direcciones serán:

N2: 10.0.0.0/25

N1: 32 subredes desde 10.0.0.128/30 hasta 10.0.0.252/30 (pasando por .132/30, .136/30, ... .244/30 y 248.30).

**(1.2)** Como se ha dicho antes, 32.

**(1.3)** En N2 quedarán 128 - 2 - 1 (router) - 100 (máquinas) = 25. En N1, realmente no queda ninguna (Nota: Se acepta considerar que si en vez de 32 subredes tuviésemos sólo 1, podríamos asignar más direcciones a máquinas).

**2 (0,4 puntos)**

Asumimos que R1 tiene un enlace ppp a un router de un ISP "Risp" (Risp sería una dirección de la red 200.0.0.0/24) y otro eth para N1 (un trunk con 32 VLANs). Existe además un túnel para conectarse a N2 a través de R2.

Red destino	Interface	Gateway	Métrica
10.0.0.128/30 (N1.1)	eth.1	-	1
...			
10.0.0.252/30 (N1.32)	eth.32	-	1
192.168.0.0/24	túnel	-	1
10.0.0.0/25 (N2)	túnel	192.168.0.1	2
200.0.0.0/24	ppp	-	1
0.0.0.0	ppp	Risp	-

(Nota: Se podrían añadir las direcciones de loop)

**3 (0,4 puntos)**

**(3.1)** Cabecera MAC - Cabecera IP externa - Cabecera IP interna - Mensaje ICMP - CRC MAC

**(3.2)**

Datagrama externo:

Dirección destino = 200.0.0.2

Dirección origen = 200.0.0.1

Protocolo = IP

Offset = 0

Datagrama interno:

Dirección destino = 10.0.0.2

Dirección origen = 10.0.0.130

Protocolo = ICMP

Offset = 0

**4.1 (0,9 puntos)**

Columna 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Orden trama	ARP			IP		ICMP	Transporte	¿Tabla
	Mensaje	Direcciones		Direcciones		Mensaje	UDP / TCP	routing
	Req/Resp	Origen	Dest	Origen	Dest			consultada?

Para poder realizar el ping, PC1 necesita acceder al DNS local. Su tabla de routing le dice que vaya a R1. Necesita su MAC para acceder (hace ARP). Suponemos que la IP de PC1 es 10.0.0.130.

Solució de l'examen

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes	15/6/2010
--------------------------------------------------------	-----------

Agrupar els problemes 1-3 en fulls separats, tal com s'indica. Justifiqueu les respostes.  
 La data de revisió s'anunciarà en el racó. Duració: 2h45. El test es recollirà després de 30 minuts.

1	Req	PC1	Bcast	PC1: Camino a DNS local? R1
2	Resp	R1	PC1	
3			10.0.0.130   200.1.0.2	UDP (DNS request)
Todo el proceso recursivo de resolución del nombre se hace fuera de N1.				
4			200.1.0.2   10.0.0.130	UDP (DNS response)
(Por N1 circula la dirección privada de PC1)				
Ahora PC1 ya tiene la IP de PC10, por lo que puede enviar el ping				
5			10.0.0.130   200.100.100.100	Echo req PC1: Camino a PC10? R1
6			200.100.100.100   10.0.0.130	Echo resp

4.2 (0,3 puntos)

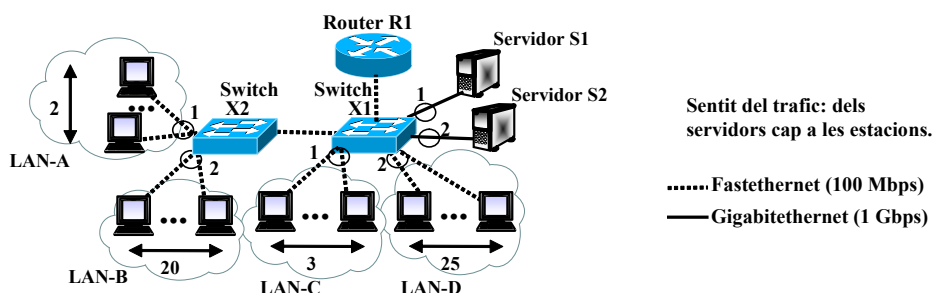
Por el Router R1 sólo pasan el request y la response al DNS local (tramas 3 y 4 anteriores). El acceso recursivo (root, .com, xc.com) se hace desde el DNS local.

Por tanto:

Pregunta de PC1 a DNS local: ¿cuál es la IP de PC10.xc.com?

Respuesta de DNS local a PC1: 200.100.100.100.

Problema 2. (2,5 punts) FULL 2.



La xarxa de la figura està formada per 50 estacions i 2 servidors. S'han configurat 2 VLANs. Els números que hi ha en els ports dels commutadors indiquen a quina VLAN pertanyen. Tots els ports són full duplex. Tots els enllaços són fastethernet, excepte els enllaços amb els servidors, que són gigabitethernet. L'eficiència és del 100%. Suposa que totes les estacions fan servir un tipus d'aplicació que obre una connexió TCP i es descarrega informació des del servidor. Suposa que el control de flux dels commutadors està activat i funciona de forma òptima. Contesta per als escenaris que es donen a continuació (Justifica les teves respostes i comenta les suposicions que facis):

- (i) Els enllaços on hi haurà els colls d'ampolla.
- (ii) La velocitat efectiva que aconseguirà una estació de cada LAN. Fes servir la notació  $v_{ef}^A, \dots, v_{ef}^D$ , per referir-te a la velocitat efectiva d'una estació de la LAN-A, ... LAN-D.

- 2.A (0,5 punts) Totes les estacions accedeixen simultàniament al servidor que hi ha en la seva VLAN.
- 2.B (0,75 punts) Repeteix l'apartat A suposant que l'enllaç X1-X2 és gigabitethernet. Digués també quin serà el tràfic que passa per l'enllaç X1-X2.
- 2.C (0,75 punts) Repeteix l'apartat A suposant que es desactiva el control de flux dels commutadors.
- 2.D (0,5 punts) Repeteix l'apartat A suposant que les estacions accedeixen al servidor que no està en la seva mateixa VLAN (és a dir, les estacions connectades a la VLAN1 accedeixen al servidor S2 i viceversa).

Solució:

2.A

(i) Clarament, l'enllaç X1-X2 serà un CA. També ho serà l'enllaç X1-S2. L'enllaç amb el servidor S1 no serà un CA perquè només hi ha 5 estacions en la VLAN1. Com que estan connectades a un port FE, no poden congestionar l'enllaç GE amb el servidor. Per a les estacions en la VLAN1 connectades a X1, els enllaços amb el commutador seran el CA.

(ii) Suposo que el CF repartirà equitativament la capacitat de l'enllaç X1-X2 entre els enllaços que hi envien tràfic (S1 i S2). Suposo que TCP repartirà la capacitat que queda disponible en l'enllaç X1-S2 entre les connexions amb les estacions de la LAN-D. Per tant:

$$V_{ef}^A = (100 \text{ Mbps}/2)/2 = 25 \text{ Mbps}$$

Agrupar els problemes 1-3 en fulls separats, tal com s'indica. Justifiqueu les respostes.

La data de revisió s'anunciarà en el racó. Duració: 2h45. El test es recollirà després de 30 minuts.

$$V_{ef}^B = (100 \text{ Mbps}/2)/20 = 2,5 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^C = 100 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^D = (1\text{Gbps} - 50\text{Mbps})/25 = 38 \text{ Mbps}$$

## 2.B

(i) Per les estacions de la VLAN1 el CA és la connexió amb el commutador, i per les estacions de la VLAN2 és l'enllaç S2-X2.

(ii) TCP repartirà l'enllaç S2-X2 equitativament entre les connexions. Per tant:

$$V_{ef}^A = V_{ef}^C = 100 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^B = V_{ef}^D = 1\text{Gbps}/45 = 22,2 \text{ Mbps}$$

El tràfic en l'enllaç X1-X2 serà:  $= V_{ef}^{X1-X2} = 2 \times V_{ef}^A + 20 \times V_{ef}^B = 644 \text{ Mbps}$  (comprovem que no és un CA).

## 2.C

(i) Els CAs són els mateixos que en A.

(ii) Ara TCP repartirà la capacitat de l'enllaç X1-X2 equitativament entre les connexions que el travessen:

$$V_{ef}^A = V_{ef}^B = (100 \text{ Mbps}) / 22 = 4,5 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^C = 100 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^D = (1\text{Gbps}-20 \times V_{ef}^B)/25 = 36,4 \text{ Mbps}$$

## 2.D

(i) El CA serà l'enllaç X1-R1.

(ii) El commutador X1 activarà el control de flux i repartirà la capacitat de l'enllaç X1-R1 entre els servidors: 50 Mbps a cadascun.

TCP repartirà equitativament en tràfic de cada servidor cap el commutador entre totes les connexions que el fan servir:

$$V_{ef}^A = V_{ef}^C = (50 \text{ Mbps}) / 5 = 10 \text{ Mbps}$$

$$V_{ef}^B = V_{ef}^D = (50 \text{ Mbps}) / 45 = 1,1 \text{ Mbps}$$

## Problema 3. (2.5 puntos). FULL 3.

**3.A** (0.75 puntos) Entre dos puntos se establece una conexión ARQ de tipo Go-back-N a 20 Mbps con PDUs de 1500 bytes y ack de 40 bytes de longitud respectivamente. El ping da 100 ms como retardo medio entre estos dos puntos. El sistema garantiza una probabilidad de error en un bit de  $10^{-6}$ . Se fija un temporizador de 110 ms. Se pide

- (i) Calcular la eficiencia  $E$  de este sistema.
- (ii) Calcular la velocidad efectiva  $v_{ef}$ .
- (iii) Determinar la ventana optima  $W_{opt}$ .
- (iv) Si las PDUs fueran más pequeñas (por ejemplo 100 bytes), ¿mejoraría la eficiencia?

**3.B** (1.25 puntos) Ahora se decide reemplazar la conexión Go-back-N entre estos dos puntos con una conexión TCP con MSS de 1460 bytes. El ping sigue dando 100 ms. Se pide

- (i) Determinar si con un window scale desactivado y sin errores, la velocidad efectiva  $v_{ef}$  con TCP una vez alcanzado un régimen estable es mejor o peor del sistema anterior con Go-back-N.
- (ii) Si se aceptara un window scale de  $8^1$ , cual sería en este caso la velocidad efectiva  $v_{ef}$ .
- (iii) Suponiendo que se fija un window scale de 2 y que el sistema con TCP tiene perdida cada vez que la ventana llega a 64 MSS, dibujar cual sería la evolución de la ventana de transmisión  $wnd$  en el tiempo (grafico  $wnd$  vs. RTT) indicado claramente los valores de la ventana de congestión  $cwnd$ , anunciada  $awnd$  y el umbral  $ssthresh$ . Notar que la ventana de transmisión debería presentar un aspecto periódico. Suponer un temporizador RTO igual al tiempo de ida y vuelta RTT.
- (iv) Determinar aproximadamente cual sería la velocidad efectiva  $v_{ef}$  en este último caso. Se sugiere hacer uso del dibujo anterior.

**3.C** (0.5 puntos) Entre estos dos puntos se cierra la conexión TCP y se activa una aplicación de telefonía sobre IP que usa UDP como protocolo de transporte. La aplicación genera datagramas UDP con 256 bytes de datos periódicamente con un tiempo entre paquetes de 100ms. Se pide

<sup>1</sup> Es decir la ventana anunciada se desplaza de 3 bits de manera que su valor se multiplicaría por  $2^3$ .

Agrupar els problemes 1-3 en fulls separats, tal com s'indica. Justifiqueu les respostes.

La data de revisió s'anunciarà en el racó. Duració: 2h45. El test es recollirà després de 30 minuts.

- (i) Determinar la velocidad efectiva  $v_{ef}$ .
- (ii) Suponiendo que un 10% de los paquetes se pierden, determinar la velocidad efectiva  $v_{ef}$  en este caso.

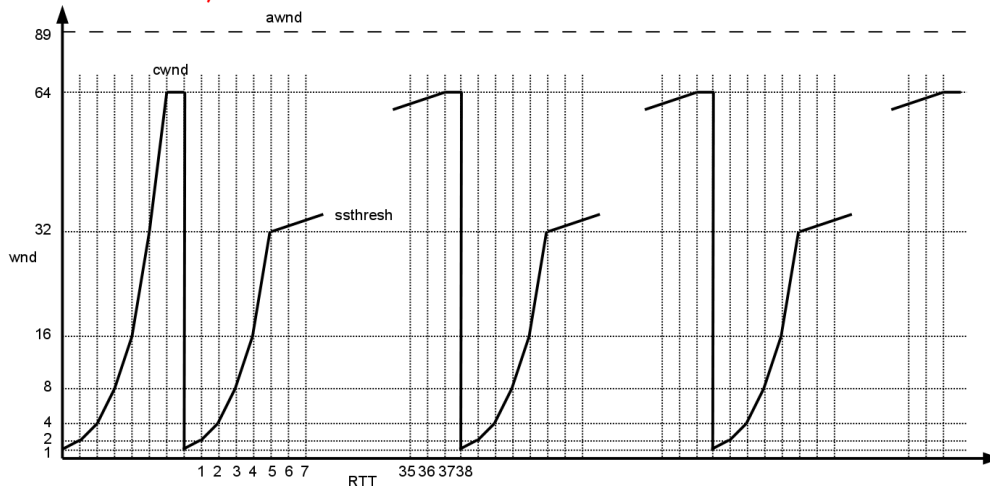
Solució:

**3.A**

- (i) Datos:  $P_b = 10^{-6}$ ,  $L_t = 1500$  bytes,  $L_a = 40$  bytes,  $v_t = 20$  Mbps,  $T_o = 110$  ms,  $RTT (2 \cdot T_p) = 100$ ms  
 $N_t = 1 / (1 - P_b)^{L_t + L_a} = 1 / (1 - 10^{-6})^{(1500 + 40) \cdot 8} = 1.012$   
 $T_t = L_t / v_t = 1500 \cdot 8 / 20 \cdot 10^6 = 0.6$  ms  
 $T_a = L_a / v_t = 40 \cdot 8 / 20 \cdot 10^6 = 0.016$  ms  
 $E = T_t / ((N_t - 1) \cdot T_o + T_t) = 0.6 / ((1.012 - 1) \cdot 110 + 0.6) = 0.31$
- (ii)  $v_{ef} = v_t \cdot E = 20$  Mbps  $\cdot$   $0.31 = 6.2$  Mbps
- (iii)  $T_c = 2 \cdot T_p + T_a + T_t = 100 + 0.016 + 0.6 = 100.616$  ms  
 $W_{opt} = \text{ceil}(T_c / T_t) = \text{ceil}(100.616 / 0.6) = 168$  PDUs
- (iv) Intuitivamente, bajaria la eficiencia porque en el calculo de  $E$ ,  $T_t$  seria mas pequeño.  
 Efectivamente con  $L_t = 100$  bytes  
 $N_t = 1.0011$   
 $E = 0.245$

**3.B**

- (i) con window scale desactivado y sin errores, el valor de la ventana maxima es de 65535 bytes (maximo valor de la ventana enunciada en una cabecera TCP)  
 $v_{ef} = \min(\text{enlace mas lento}, \text{wnd} / RTT) = \min(20 \text{ Mbps}, 65535 \cdot 8 / 100 \text{ ms}) =$   
 $= \min(20 \text{ Mbps}, 5.24 \text{ Mbps}) = 5.24 \text{ Mbps}$   
 Con TCP la  $v_{ef}$  es menor.
- (ii) con window scale a 8, la ventana maxima seria  $65535 \cdot 8$  bytes  
 $v_{ef} = \min(\text{enlace mas lento}, \text{wnd} / RTT) = \min(20 \text{ Mbps}, 65535 \cdot 8 \cdot 8 / 100 \text{ ms}) =$   
 $= \min(20 \text{ Mbps}, 41.94 \text{ Mbps}) = 20 \text{ Mbps}$
- (iii) con window scale a 2, la ventana maxima es  $65535 \cdot 2 = 89.7 \text{ MSS}$



- (iv) Aproximadate me será  
 $v_{ef} = (1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 33 + 34 + \dots + 64) \text{ MSS} / 38 \text{ RTT} = 4.96 \text{ Mbps}$

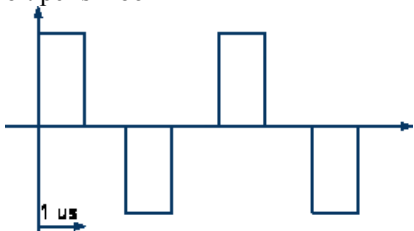
**3.C**

- (i) Con UDP no hay ningun tipo de control sobre la velocidad, por lo tanto el sistema va al maximo permitido. En este caso son 256 bytes cada 100 ms  
 $v_{ef} = 256 \text{ bytes} \cdot 8 / 100 \text{ ms} = 20.5 \text{ kbps}$
- (ii) Como se pierde un 10% y no hay recuperacion  
 $v_{ef} = 20.5 \text{ kbps} - 20.5 \text{ kbps} \cdot 0.1 = 18.45 \text{ kbps}$

**Solució de l'examen**

<b>Examen final de Xarxes de Computadors (XC) – Test</b>		<b>15/6/2010</b>
NOM:	COGNOMS:	DNI:

Totes les preguntes del test son multiresposta: Valen 0,25 punts si la resposta és correcta, 0,125 punts si té un error, altrament 0 punts.  
El test es recollirà després de 30 minuts.

<p><b>Qüestió 1.</b> Tenim un terminal que rep un senyal barrejat amb soroll de la mateixa potència. Digueu quines de les següents afirmacions es deriven d'aquest fet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> <math>C = BW_{canal}</math></li> <li><input type="checkbox"/> Hi haurà distorsió</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <math>SNR = 0</math> dB</li> <li><input type="checkbox"/> <math>SNR = 1</math> dB</li> <li><input type="checkbox"/> No hi possibilitat teòrica de descodificar el senyal</li> </ul>	<p><b>Qüestió 2.</b> Aquest senyal és una codificació digital que transporta un bit per símbol</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> és una codificació Bipolar</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> transporta 10101010</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> la <math>v_t = 1</math> Mbps</li> <li><input type="checkbox"/> té component continu</li> </ul>
<p><b>Qüestió 3.</b> Indica quines codificacions de canal podem fer servir per un parell trenat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> NRZ</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> B8ZS</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Bipolar</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Manchester</li> </ul>	<p><b>Qüestió 4.</b> Indica quines codificacions permeten recuperar el sincronisme de bit (sense més mecanismes afegits)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> NRZ</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> B8ZS</li> <li><input type="checkbox"/> Bipolar</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Manchester</li> </ul>
<p><b>Qüestió 5.</b> Digueu per quins estats pot estar un servidor TCP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> SYN_SENT</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> SYN_RECV</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> FIN_WAIT2</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> LAST_ACK</li> </ul>	<p><b>Qüestió 6.</b> Marca els flags TCP <u>imprescindibles</u> per a realitzar una connexió completa (establiment, transferència i desconnexió).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> SYN</li> <li><input type="checkbox"/> PSH</li> <li><input type="checkbox"/> URG</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> ACK</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> FIN</li> <li><input type="checkbox"/> RST</li> </ul>
<p><b>Qüestió 7.</b> Transferim un fitxer gran entre dos terminals connectats per IEEE802.11g en un entorn a on no hi ha cap més terminal WiFi. Indica quines afirmacions apliquen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> La <math>v_{ef}</math> serà més alta amb AP que en mode ad-hoc</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> La <math>v_{ef}</math> seria més alta si es pogués canviar a CSMA que amb CSMA/CA</li> <li><input type="checkbox"/> La <math>v_t</math> serà de 108 Mbps si els terminals estan prou a prop</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> La <math>v_{ef}</math> dependrà de la distància entre els terminals</li> </ul>	<p><b>Qüestió 8.</b> En quins casos podem tenir una interconnexió Ethernet FDX (Full Dúplex) entre els dos extrems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Terminal – Terminal</li> <li><input type="checkbox"/> Hub – Terminal</li> <li><input type="checkbox"/> Hub – Switch</li> <li><input type="checkbox"/> Hub – Router</li> </ul>
<p><b>Qüestió 9.</b> Indica quins sistemes han de poder originar trames ARP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Terminal</li> <li><input type="checkbox"/> Hub</li> <li><input type="checkbox"/> Switch</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Router</li> </ul>	<p><b>Qüestió 10.</b> Si intentem fer una connexió TCP a un terminal que en aquests moments està desconnectat digues quins missatges ICMP rebrem degut a aquesta circumstància.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Host unreachable</li> <li><input type="checkbox"/> Port unreachable</li> <li><input type="checkbox"/> Protocol unreachable</li> <li><input type="checkbox"/> Network unreachable</li> </ul>