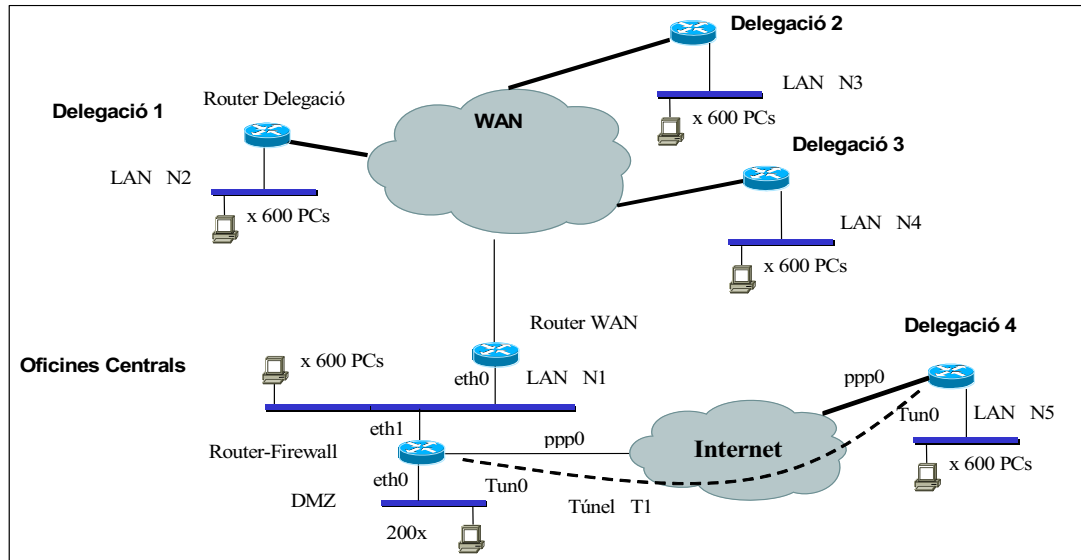


## Solució de l'examen

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

Tenim una empresa amb unes Oficines Centrals i 4 Delegacions que es volen connectar a nivell IP. Una de les delegacions està en un altre continent i es decideix connectar-la a les Oficines Centrals a través d'Internet. Per a les altres 3 delegacions es decideix contractar una xarxa WAN privada a un operador local. En les Oficines Centrals tindrem també una sortida a Internet i una zona DMZ per ubicar servidors públics. En el següent esquema teniu com quedaria la connectivitat de les xarxes.



Es vol fer subnetting sobre el rang 10.10.0.0/16, amb una xarxa única IP d'almenys 600 adreces per xarxa N1-N5 (amb adreces més baixes per la xarxa N1 amb i més petit). Per a la DMZ es volen tenir almenys 200 adreces 192.168.0.x. Per als enllaços ppp de central i delegació 4 l'ISP ha assignat les adreces 200.200.10.1/32-200.200.10.2/32 i 200.200.10.3/32-200.200.10.4/32 respectivament (adreces més baixes per al costat d'Internet). Per al túnel T1 es vol fer servir l'adreçament 172.35.0.0/24 (adreces més baixes per al costat de central). Es vol fer servir RIPv2. En la DMZ hi ha el servidor DNS que fa servir l'empresa i 2 servidors web.

- 1.A (0,7 punts) a) Proposeu un adreçament IP per a les xarxes N1-N5 tot indicant @IPnetwork/netmask (amb notació amb punts i amb la màscara més restrictiva possible). b) Anoteu el nombre màxim d'adreces que es podran fer servir per a hosts a cada xarxa Ni. c) Justifiqueu si les adreces IP 10.10.0.255 i 10.10.1.0 seran adreces vàlides per a hosts. d) Per a la DMZ anoteu la màscara mínima necessària i el nombre màxim de hosts que podrem adreçar.
- 1.B (0,5 punts) Anoteu com quedarà la taula d'encaminament del Router-Firewall tot indicant @IPnetwork/mask bits, Gateway, Interface, Mètrica RIP. Supposeu que RIP no fa sumariització de rutes (anoteu les suposicions que feu).
- 1.C (0,2 punts) Supposeu que es fa servir split-horitzon. Digueu quin serà el contingut del missatge d'update que el Router-Firewall enviarà pel túnel.
- 1.D (0,4 punt) Si després d'executar en el Router-Firewall la comanda "show ip nat translation" tenim la següent taula:

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
Tcp	200.200.10.1:80	192.168.0.3:80	--	--
Tcp	200.200.10.1:8080	192.168.0.4:80	--	--

- a) Justifiqueu quin mecanisme s'ha activat en el Router-Firewall i el perquè es fan servir 2 ports diferents (80 i 8080).
- b) Justifiqueu quina entrada s'afegirà a la taula anterior si el host 10.10.10.10 fa un ping al host 200.200.200.200 a Internet. Expliqueu les suposicions que feu.
- 1.E (0,3 punts) Si suposem que hi ha 100 hosts connectats en la delegació 4 i que totes les taules de caché ARP estan buides justifiqueu quins missatges ARP, UDP i ICMP es generaran i quantes entrades s'afegiran en la taula ARP del host que fa el ping quan: a) un host de la delegació 4 fa un ping a la seva adreça de broadcast; b) un host de la delegació 4 fa un ping al nom d'un servidor web de l'empresa.
- 1.F (0,4 punts) Supposeu que en les mateixes condicions que en l'apartat E) hi ha un host PCx de la delegació 4 amb màscara errònia /16. justifiqueu quins missatges ARP, UDP i ICMP es generaran i quantes entrades s'afegiran en la taula ARP del host que fa el ping si: a) PCx fa un ping a l'adreça IP d'un host de la delegació 4 sense màscara errònia; b) PCx fa un ping a l'adreça IP d'un host de la central; c) un host de la central fa un ping al nom de PCx.

## Solució de l'examen

### Solució

A)

a) 600 adreces mínim => hostid mínim 10 bits  $2^{10} = 1024$  hosts=> netid=/22 bits-> 255.255.252.0

10.10.0.0/22 OOC

10.10.4.0/22 Delegació 1

10.10.8.0/22 Delegació 2

10.10.12.0/22 Delegació 3

10.10.16.0/22 Delegació 4

b) Màxim @hosts/xarxa=1024-net-Bcast-router=1021 @IP's per a hosts

c) 10.10.0.255/22 i 10.10.1.0/22: totes dues són bones per a hosts i pertanyen al rang 10.10.0.0/22

d) DMZ: mínim 200 hosts=> /24 bits => 192.168.0.0/24, 256-net-Bcast-router=253 @IP's per a hosts en DMZ

B)

@IPnetwork/mask bits	Gateway	Interface	Mètrica RIP
192.168.0.0/22	--	eth0	1
10.10.0.0/22	--	eth1	1
200.200.10.1	--	ppp0	1
172.35.0.0	--	tun0	1
10.10.4.0/22	IP_R_WAN_eth0	eth1	2
10.10.8.0/22	IP_R_WAN_eth0	eth1	2
10.10.12.0/22	IP_R_WAN_eth0	eth1	2
10.10.16.0/22	172.35.0.2	tun0	2
0.0.0.0/0	200.200.10.2	ppp0	1

C)

En estar activat l'split-horitzon anunciarà pel túnel totes les entrades de la taula d'encaminament menys les que es poden assolir a través del túnel:

@IPnetwork/mask bits	Mètrica RIP
192.168.0.0/22	1
10.10.0.0/22	1
200.200.10.1	1
10.10.4.0/22	2
10.10.8.0/22	2
10.10.12.0/22	2
0.0.0.0/0	1

D)

a) S'ha aplicat el mecanisme de DNAT (NAT estàtic amb ports) per fer públics els 2 servidors web interns mitjançant l'adreça única IP pública del Router-Firewall i fent servir 2 ports diferents vistos des d'internet mapejats contra els 2 ports 80 dels 2 servidors web interns.

```
ip nat inside source static tcp 192.168.0.3 80 200.200.10.1 80
```

```
ip nat inside source static tcp 192.168.0.4 80 200.200.10.1 8080
```

b) Suposem que s'ha aplicat en el Router-Firewall PAT a tot el rang 10.10.0.0/16 sobre l'única IP pública del router:

```
access-list 2 permit 10.10.0.0 0.0.255.255
```

```
ip nat inside source list 2 interface ppp0 overload
```

L'entrada que s'afegiria: icmp 200.200.10.2:port 10.10.10.10:port 200.200.200.200:port 200.200.200.200:port

E)

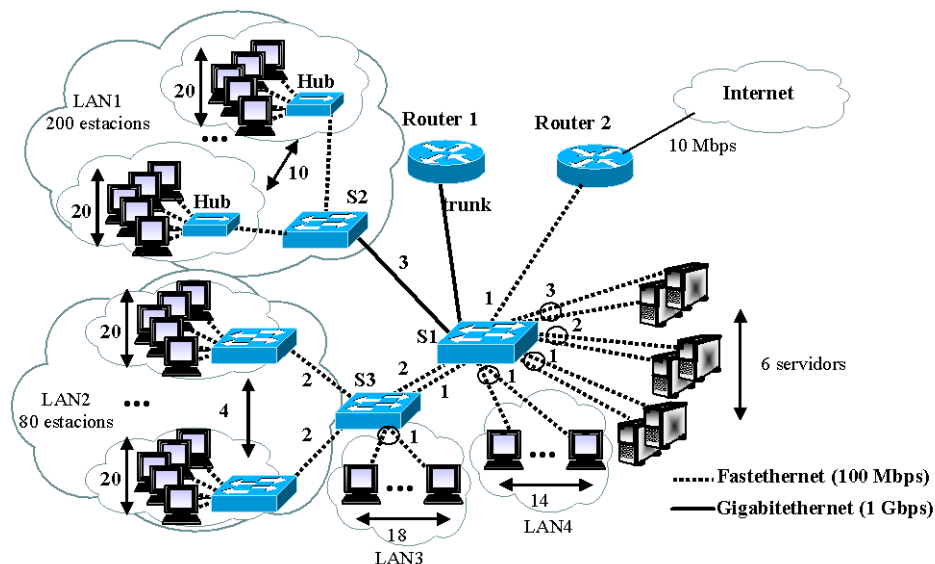
### Solució de l'examen

- a) Es genera 1 missatge de Bcast ICMP (request) + 100 ARP (99hosts+router) + 100 ICMP (replies). Host afegeix 100 entrades ARP (99 hosts + router)
- b) Consulta DNS: delegació 1ARP(router)+1UDP, DMZ 1ARP(DNS)+1UDP; ping request-reply: delegació 1ICMP(request) i no cal ARP ja ho té de la consulta al DNS, DMZ 1ARP(servidor web)+2ICMP(request+reply), delegació 1ICMP(reply). Host afegeix 1 entrada ARP (router)

F)

- a) Es genera en delegació 1ARP+2ICMP (entrega directa). Host PCx afegeix 1 entrada ARP (la del host destí)
- b) Ping request intenta entrega directa => PCx fa 1 ARP request d'entrega directa (IP host central) però ningú li respon l'ARP perquè hauria de ser una entrega indirecta
- c) Consulta DNS: LAN N1 1ARP (router)+1UDP, DMZ 1ARP(DNS)+1UDP, ping echo-request: LAN N1 no cal ARP ja ho té de la consulta al DNS + 1ICMP; delegació 4 1ARP(PCx)+1ICMP, ping echo-reply: PCx intenta entrega directa fa 1 ARP request d'entrega directa (IP host central) però ningú li respon perquè és una entrega indirecta. Host PCx afegeix entrada 1 entrada ARP (router).

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



La xarxa de la figura està formada per 312 estacions i 6 servidors. S'han configurat 3 VLANs. Els números que hi ha en els ports dels commutadors indiquen a quina VLAN pertanyen. Tots els ports on és possible tenen capacitat full duplex. Tots els enllaços són Fastethernet, excepte l'enllaç S1-S2 i S1-Router1 que són Gigabitethernet i l'enllaç amb Internet que és de 10 Mbps en ambdós sentits. L'eficiència màxima dels Hubs és del 80%. Suposa totes les estacions fan servir un tipus d'aplicació que: (i) fa servir connexions TCP (ii) pot accedir simultàniament a més d'un servidor, (iii) sempre té informació llesta per transmetre i rebre dels servidor, (iv) en mitjana rep i envia la mateixa quantitat de tràfic.

Contesta per als escenaris que es donen a continuació (Justifica les teves respostes i comenta les suposicions que facis):

- Els enllaços on hi haurà els colls d'ampolla.
  - La velocitat efectiva agregada que aconsegueix enviar una estació de cada LAN (és a dir, la suma de les velocitats efectives enviades a tots els servidors als que accedeix). Fes servir la notació  $v_{ef}^1, \dots, v_{ef}^4$ , per referir-te a la velocitat efectiva d'una estació de la LAN1,...LAN4.
  - Quins seran els mecanismes que regularan la velocitat efectiva de les estacions.?
- 2.A (1 punt) Totes les estacions accedeixen simultàniament a tots els servidors que hi ha en la seva VLAN.
- 2.B (1 punt) Suposa (només per aquest apartat) que tots els servidors estan en la VLAN1, i que totes les estacions accedeixen simultàniament a tots els servidors.
- 2.C (0,5 punts) Suposa que totes les estacions accedeixen a servidors que hi ha en Internet.

## Solució de l'examen

### Solució

#### 2.A)

##### (a)

- VLAN1: Té estacions en les LANs 3 i 4. En total poden enviar tràfic per 1 + 14 enllaços fastethernet cap al switch S1, que ho ha de distribuir entre 2 enllaços fastethernet (on hi ha els 2 servidors). Deduïm doncs, que el coll d'ampolla seran els enllaços entre el switch S1 i els servidors, amb una capacitat de 200 Mbps.
- VLAN2: Té totes les estacions en la LAN 2. El switch S3 només disposa d'un enllaç fastethernet per enviar tot el traffic cap el switch S1. S1, en canvi, distribueix el tràfic entre 2 enllaços fastethernet (on hi ha els 2 servidors). Deduïm doncs, que el coll d'ampolla serà l'enllaç entre el switch S3 i el switch S1, amb una capacitat de 100 Mbps.
- VLAN3: Té totes les estacions en la LAN 1. El switch S2 disposa d'un enllaç gigabitethernet per enviar tot el tràffic cap el switch S1. S1, en canvi, distribueix el tràfic entre 2 enllaços fastethernet (on hi ha els 2 servidors). Deduïm doncs, que el coll d'ampolla seran els enllaços entre el switch S1 i els servidors, amb una capacitat de 200 Mbps. També ho podrien ser els hubs, comprovem que no és així: La capacitat disponible cap els servidors és de 200 Mbps FD, que es reparteix entre els 10 hubs, és a dir,  $2 \times 200 / 10 = 40$  Mbps per cada hub (hem multiplicat per 2 perquè l'aplicació envia la mateixa quantitat de tràfic en ambdues direccions). Com que és inferior a la capacitat màxima que suporten els hubs (80 Mbps), els hubs no seran coll d'ampolla.

##### (b)

- LAN1: Les estacions es reparteixen equitativament els 200 Mbps del coll d'ampolla, per tant:  $v_{ef}^1 = 200 \text{ Mbps} / 200 \text{ est} = 1 \text{ Mbps}$ .
- LAN2: Les estacions es reparteixen equitativament els 100 Mbps del coll d'ampolla, per tant:  $v_{ef}^2 = 100 \text{ Mbps} / 80 \text{ est} = 1,25 \text{ Mbps}$ .
- LAN3: Els 200 Mbps del coll d'ampolla dels servidors de la VLAN1 es reparteixen entre els 15 enllaços del switch S1 que hi accedeixen. Un d'ells és l'enllaç que es repartirà equitativament entre les 18 estacions de la LAN3. Per tant:  $v_{ef}^3 = (200 \text{ Mbps} / 15 \text{ enllaços}) / 18 \text{ est} = 0,74 \text{ Mbps}$ .
- LAN4: Els 200 Mbps del coll d'ampolla dels servidors de la VLAN1 es reparteixen entre els 15 enllaços dels switch S1 que hi accedeixen. 14 d'aquests enllaços corresponen a les estacions de la LAN4. Per tant:  $v_{ef}^4 = 200 \text{ Mbps} / 15 \text{ enllaços} = 13,3 \text{ Mbps}$ .

##### (c)

El switch S1 enviarà trames de pausa per els ports de les VLANs 1 i 3 d'on arriba tràfic cap els servidors (donat que els ports cap els servidors d'aquestes VLANs estaran congestionats). A la vegada, el switch S2 enviarà un senyal de jabber cap els hubs, i el switch S3 enviarà trames de pausa cap els hosts de la LAN3. En el cas de la VLAN2 el port congestionat és el que connecta el switch S3 amb S1. Per tant, S3 enviarà trames de pausa cap els switches on hi ha les estacions de la VLAN2, que a la vegada envaran trames de pausa cap els hosts.

#### 2.B)

##### (a)

- Clarament, sembla que el coll d'ampolla per totes les VLANs seran els enllaços entre el switch S1 i els servidors, amb una capacitat de 600 Mbps. Això és perquè el tràfic que poden enviar totes les estacions cap a S1 supera de molt els 600 Mbps. Després de contestar l'apartat (b) podem comprovar que no hi hagi cap altre enllaç més restrictiu (els hubs o el trunk).

##### (b) i (c)

El switch S1 repartirà equitativament els 600 Mbps per tots el enllaços que hi envien tràfic: 15 d'on arriba tràfic de la VLAN1, més el trunk d'on arriba tràfic de les altres 2 VLANs: 16 enllaços en total. Cadascun d'aquests enllaços disposarà, doncs, de  $600 \text{ Mbps} / 16 \text{ enllaços} = 37,5 \text{ Mbps}$ .

Com que el router no fa control de flux (el router 1 no enviarà trames de pausa cap el switch S1), la velocitat efectiva de les estacions de les VLANs 2 i 3 les regularà TCP. El que passarà (aproximadament), és que en el buffer de transmissió del router 1 cap al switch S1, hi haurà els segments que haurà permès enviar la finestra de transmissió de TCP de totes les connexions que passen

### Solució de l'examen

per el router 1. El router 1 anirà enviant alternativament aquest segments, i en mitjana, les connexions es repartiran equitativament la capacitat d'aquest enllaç. Per els enllaços on hi ha les estacions de la VLAN1, els switches faran el mateix control de flux que s'ha explicat en l'apartat 2.A.

Per tant:

- LAN1 i LAN2: Hi ha les estacions de les VLANs 3 i 2, respectivament, que passen per el router 1. Per tant:  $v_{ef}^1 = v_{ef}^2 = 37,5 \text{ Mbps}/280 \text{ est} = 0,13 \text{ Mbps}$ . Podem comprovar que cap dels enllaços per on passa aquest tràfic introdueix una restricció més forta. Per exemple, en els hubs hi haurà  $2 \times 20 \times 0,13 = 5,2 \text{ Mbps}$ , molt inferior als 80 Mbps que suporten els hubs.
- LAN3: Les estacions es reparteixen equitativament els 37,5 Mbps, per tant:  $v_{ef}^3 = 37,5 \text{ Mbps}/18 \text{ est} = 2,1 \text{ Mbps}$ .
- LAN4: Les estacions estan en la VLAN1 i connectades directament al switch S1. Per tant:  $v_{ef}^4 = 37,5 \text{ Mbps}$ .

2.C)

(a), (b) i (c)

- Clarament, el coll d'ampolla per totes les estacions serà l'enllaç del router 2 amb Internet. A més, per els mateixos motius que s'ha explicat abans, TCP farà que es reparteixi equitativament entre totes les estacions. Per tant:  $v_{ef}^1 = v_{ef}^2 = v_{ef}^3 = v_{ef}^4 = 10 \text{ Mbps}/312 \text{ est} = 0,032 \text{ Mbps} = 32 \text{ kbps}$ .

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) – Test		19/06/2009															
NOM:	COGNOMS:	DNI:															
<p>Todas las preguntas son de respuesta única. Son 0,25 puntos si la respuesta es correcta, 0 en caso contrario. El test es recollirà després de 30 minuts.</p>																	
<p>Un datagrama conteniendo un segmento TCP con un MSS de 1460 bytes ha de atravesar una subred con una MTU de 515 bytes. Asumiendo que se permite la fragmentación,</p>																	
<p>1. ¿cuántos datagramas llegan al destino si no hay que fragmentar más en el recorrido?</p> <p><input type="checkbox"/> 1</p> <p><input type="checkbox"/> 2</p> <p><input type="checkbox"/> 3</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 4</p>	<p>2. ¿cuál es el tamaño (en bytes) del datagrama más pequeño que llega?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 36</p> <p><input type="checkbox"/> 508</p> <p><input type="checkbox"/> 514</p> <p><input type="checkbox"/> 515</p>																
<p>La tabla de Routing de un Router que utiliza RIP tiene las siguientes entradas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Destino</th> <th>Gateway</th> <th>Métrica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A,</td> <td>G1,</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>B,</td> <td>G1,</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>C,</td> <td>G2,</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>D,</td> <td>G2,</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>A continuación, llega de G1 el siguiente mensaje RIP (Destino/Métrica): <b>A/1, B/3, C/2, E/2,</b></p>			Destino	Gateway	Métrica	A,	G1,	2	B,	G1,	3	C,	G2,	4	D,	G2,	3
Destino	Gateway	Métrica															
A,	G1,	2															
B,	G1,	3															
C,	G2,	4															
D,	G2,	3															
<p>3. La tabla cambia a (sólo las filas modificadas):</p> <p><input type="checkbox"/> E, G1, 3</p> <p><input type="checkbox"/> B, G1, 4; E, G1, 3</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B, G1, 4; C, G1, 3; E, G1, 3</p> <p><input type="checkbox"/> A, G1,1; B, G1, 3; C, G1, 2; E, G1, 2</p>																	
<p>Tenemos una comunicación TCP con las siguientes características: Ventana anunciada = 8192 bytes; RTT = 200 ms; RTO = 400 ms; MSS = 1024 bytes. Si se envían 10240 bytes y se pierde el cuarto segmento,</p>																	
<p>4. ¿Cuánto vale la ventana real al final de la transmisión (una vez recibidos todos los ACKs)?</p> <p><input type="checkbox"/> 2048 bytes</p> <p><input type="checkbox"/> 4096 bytes</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 5120 bytes</p> <p><input type="checkbox"/> 8192 bytes</p>	<p>5. ¿Cuánto tiempo se tarda en enviar los 10240 bytes?</p> <p><input type="checkbox"/> 400 ms</p> <p><input type="checkbox"/> 800 ms</p> <p><input type="checkbox"/> 1200 ms</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1400 ms</p>																
<p>6. PC1 y PC2 comparten un Hub FastEthernet conectado a un Router. PC1 transmite 50 Mbits y PC2 20 Mbits, ambos hacia un servidor más allá del Router y simultáneamente. Cuando los 2 PCs envían a la vez, consideramos una eficiencia Ethernet del 80%, en caso contrario será del 100%. ¿Cuánto vale (redondeada) la eficiencia total de la red medida desde el inicio de la transmisión hasta el final de la transmisión de PC1?</p> <p><input type="checkbox"/> 80 %</p> <p><input type="checkbox"/> 85 %</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 90 %</p> <p><input type="checkbox"/> 100 %</p>																	
<p>7. Tenemos un cable con una atenuación de 4 dB/km. Se transmite una señal NRZ que se recibe a 12,5 km de distancia a través de dicho cable. ¿Con que potencia debemos transmitir la señal si tenemos 2 repetidores, uno a 5 km y otro a 10 km del origen, de 20 dB de ganancia si queremos que la señal no llegue por debajo de 1 mW? Nota: Suponer que los repetidores tienen una sensibilidad de 0,1 mW.</p> <p><input type="checkbox"/> 1 mW</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 10 mW</p> <p><input type="checkbox"/> 100 mW</p> <p><input type="checkbox"/> 1 W</p>																	
<p>Tenemos un canal con una SNR de 30 dB y un ancho de banda de 100 kHz por el que transmitimos con la máxima velocidad de modulación posible 4 símbolos distintos.</p>																	
<p>8. ¿Cuánto vale el tiempo de símbolo?</p> <p><input type="checkbox"/> 1 microsegundo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 5 microsegundos</p> <p><input type="checkbox"/> 10 microsegundos</p> <p><input type="checkbox"/> 50 microsegundos</p>	<p>9. ¿Cuánto vale la velocidad de transmisión?</p> <p><input type="checkbox"/> 200 kbits/s</p> <p><input type="checkbox"/> 200 kHz</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 50 kBytes/s</p> <p><input type="checkbox"/> 600 kBytes/s</p>	<p>10. ¿Cuánto vale la capacidad del canal?</p> <p><input type="checkbox"/> 300 kbits/s</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1 Mbit/s</p> <p><input type="checkbox"/> 3 Mbits/s</p> <p><input type="checkbox"/> 300 kHz</p>															