

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		27/06/2018	Primavera 2018
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Test (3 punts).

Preguntes multiresposta (qualsevol nombre de respostes correctes). Valen la mitat si hi ha un error i 0 si més.

- Tenemos el rango de direcciones 100.0.0.0/28. Queremos direccionar en dicho rango 1 subred de 5 hosts y 2 subredes de 1 host.

 - ☒ Si fuesen 3 subredes de 1 host en vez de 2 subredes, no tendríamos suficientes direcciones.
 - ☒ 100.0.0.0/29 podría ser la subred de 5 hosts.
 - ☒ 100.0.0.10 puede ser un host en una de las dos subredes de 1 host.
 - ☒ 100.0.0.15 puede ser la dirección de broadcast de una de las dos subredes de 1 host.
- Sobre los protocolos de soporte a IP:

 - ☐ Los mensajes ARP son enviados para obtener una dirección IP a partir de una dirección física.
 - ☐ Cada vez que un Router recibe un datagrama, genera un mensaje ICMP informativo, si no ha habido error.
 - ☒ Uno de los usos del NAT es para ahorrar direcciones públicas.
 - ☐ Los mensajes DHCP viajan directamente sobre IP.
- Otras cuestiones relacionadas con IP:

 - ☒ Si añadimos un túnel de salida por un Router debemos añadir al menos una entrada a la tabla de enrutamiento.
 - ☒ Al usar Split Horizon en RIP, disminuye la cantidad de información que se envía, aunque éste no es el objetivo principal.
 - ☐ Uno de los objetivos de los algoritmos de comunicación entre Routers es confirmar el destino de los datagramas.
 - ☐ El campo Protocol de la cabecera IP es opcional.
- Sobre el protocolo TCP:

 - ☐ El valor del campo "advertised window" de la cabecera va variando en función de la congestión de la red.
 - ☐ El algoritmo SS/CA solo se aplica cuando hay pérdidas.
 - ☐ El algoritmo Slow Start sigue el protocolo Stop&Wait, pues siempre espera a tener el ACK antes de enviar el siguiente segmento de datos.
 - ☒ Además de las direcciones (ports), la cabecera UDP solo tiene los campos Longitud y Checksum.
- Sobre las LANs:

 - ☒ La cabecera de una trama Ethernet se transmite antes que la cabecera del nivel LLC, cuando existe.
 - ☒ En el protocolo CSMA/CD se incluye un campo IPG que sirve para indicar "silencio" cuando se acaba de enviar una trama y antes de transmitir la siguiente.
 - ☒ El SNAP solo se utiliza cuando hay LLC.
 - ☐ En WLANs, al igual que en CSMA/CD, no hay ACKs.
- Tenemos un conmutador con un port a 1 Gbps conectado a un servidor, y otro port a 100 Mbps conectado a un Hub. El Hub tiene conectados dos PCs y suponemos una eficiencia del 80%.

 - ☐ Si los PCs transmiten a su máxima velocidad hacia el servidor, por el port de 1 Gbps solo saldrán 100 Mbps.
 - ☐ Si el servidor transmite a su máxima velocidad, cada PC recibirá en media a 80 Mbps.
 - ☒ Si además de los 2 PCs enviando a máxima velocidad tenemos un tercer port a 1 Gbps con otro PC, éste PC estará limitado a enviar a 920 Mbps.
 - ☒ En las condiciones del punto anterior, si no queremos que el conmutador pierda tramas, tendrá que implementar el mecanismo de control de flujo de tramas de pausa.
- Sobre protocolos del nivel de aplicación:

 - ☐ El protocolo SMTP permite a un usuario enviar y leer mensajes.
 - ☒ Empleando MIME conseguimos que el protocolo SMTP pueda enviar como ASCII contenidos que originalmente se codifican en binario.
 - ☒ El valor del elemento Boundary lo calcula el software que crea el mensaje.
 - ☒ En HTTP hay una opción de la cabecera que permite al cliente indicar si mantener la conexión TCP abierta o no una vez se ha completado un intercambio (HTTP Request y Response).
- Sobre caracteres:

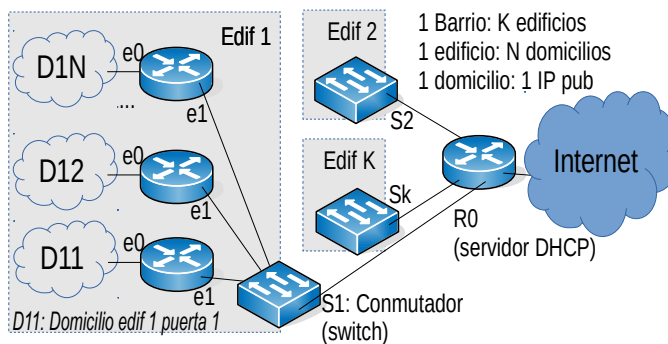
 - ☒ Con UTF-8 los caracteres pueden ocupar de 1 a 4 octetos.
 - ☐ Un mismo carácter ocupa el mismo número de octetos independientemente de qué UTF (8, 16, 32, ...) utilice.
 - ☐ El carácter "A" se codifica igual en ASCII que en UTF-8, mientras que no ocurre lo mismo con "a".
 - ☒ ISO/IEC 8859 es un estándar con varias partes, cada una de las cuales define conjuntos de caracteres correspondientes a distintos idiomas, que ocupan un octeto cada carácter.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		27/06/2018	Primavera 2018
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 1 (3 punts).

El barrio de una ciudad dispone de una red de acceso a Internet según la figura. Cada edificio tiene una red Ethernet con varias subredes, una por cada domicilio (Dij: Domicilio edificio *i* puerta *j*), conectada al conmutador (switch) del edificio. El router de cada domicilio actúa como el típico router doméstico de un ISP: hace NAT, protege la red doméstica, y obtiene una única dirección IP pública del servidor DHCP de la red de acceso (R0). Cada edificio del barrio está conectado por fibra con el router R0 con salida a Internet. Todas las conexiones son de 1Gbps. Utilizamos el rango 192.168.0.0/16 para direccionamiento interno en cada domicilio (interfaz e0) y las direcciones de Internet en el rango 147.2.0.0/16 que tenemos para direcciones IP públicas. Suponemos un valor por defecto máximo de N=60 domicilios por edificio. Responder a las siguientes preguntas justificando las respuestas.



a) (0.5 puntos) ¿Cuántas IP públicas podría ocupar cada edificio (N=60) y cuántos edificios (K) se podrían llegar a conectar en el barrio?

Serían una IP por vivienda x 60 domicilios/edificio (6bits o /26)

Se podrían conectar hasta $16-6=10 \rightarrow 2^{10} = 1024$ edificios.

b) (0.5 puntos) Al alcanzar el número máximo de conexiones en el barrio, con todas las direcciones IP públicas asignadas, ¿qué solución se podría aplicar a nivel IP para seguir creciendo y qué ventajas e inconvenientes tendría?

Se podría usar NAT en el router de acceso a Internet, que permitiría más clientes, pero tendría el inconveniente de reutilización de direcciones públicas: las IPs se reutilizan entre los domicilios, lo que dificulta tener servidores y no todos los domicilios podrían comunicarse a la vez.

c) (0.5 puntos) A medida que se reciben solicitudes de domicilios de conexión a la red (localizados en cualquier edificio del barrio) se han de ir asignando direcciones IP a cada uno. ¿Qué efecto tendría asignar direcciones IP consecutivas a los domicilios de un mismo edificio? Propón el rango de direccionamiento IP para el edificio 1 empezando por 147.2.0.0/16.

Asignación de IP consecutivas para las viviendas en un edificio, resulta en tablas de routing en el router R0 más breves.

Rango de direccionamiento en edificio 1: 147.2.0.0/26

d) (0.5 puntos) ¿Qué tráfico de IP broadcast circulará por la red entre R0 y los routers domésticos, y cómo limitarlo?

El tráfico corresponderá a DHCP y ARP principalmente. Se puede limitar con una VLAN por cada router doméstico pero eso complica y limita el direccionamiento de IP (más subredes => más direcciones IP utilizadas).

e) (0.5 puntos) Cuando el tráfico web en el barrio aumenta hasta saturar la conexión de salida a Internet se añade un proxy web conectado a R0 que hace de caché. ¿Qué cambios serán necesarios en las aplicaciones de los usuarios domésticos o en la red IP (routers) para utilizarlo y qué efecto tendrá en su tráfico IP?

Para utilizar el proxy hay que configurar los navegadores para que lo usen como intermediario explícitamente, en el nivel de aplicación, y no hace falta configurar nada en el nivel de red. Los navegadores configurados se conectarán al proxy, y éste al servidor web final cuando el contenido no esté ya en la caché.

f) (0.5 puntos) Completa la tabla de routing de un PC (interfaces I0, e0) conectado a la red D11:

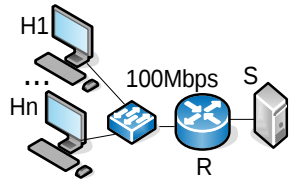
Red de destino	Interfaz	Gateway	Métrica	Descripción
127.0.0.0/8	I0	-	1	Red loopback
192.168.0.0/16	e0	-	1	Red doméstica directamente conectada
0.0.0.0/0	e0	192.168.0.1	-	Resto de red acceso e Internet

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		27/6/2018	Primavera 2018
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 2 (2 punts)

En la xarxa de la figura tots els enllaços són full dúplex de 100 Mbps. Els PCs H1, ... Hn (n en total) envien dades amb una connexió TCP cadascun al servidor S a la màxima velocitat que els hi deixa la xarxa. Suposa que tots els sockets TCP fan servir un buffer de recepció de 128 kB (1kB = 10³ bytes). Suposa per simplicitat que els retards en els enllaços és 0; els acks de TCP no es perden mai i arriben immediatament a la destinació. Suposa que en tots els PCs es mesura una velocitat eficaç (throughput) de 5 Mbps aproximadament, i un RTT en mitjana de 40 ms. Per a respondre les següents preguntes suposa connexions en règim permanent (fa temps que s'han iniciat). Suposa segments de 1500 bytes.



2.1 (0,25 punts) Calcula quantes estacions (n) estan enviant dades.

$$n = 100 \text{ Mbps} / 5 \text{ Mbps} = 20.$$

2.2 (0,25 punts) Calcula aproximadament la finestra mitjana (W) en bytes i en segments que fan servir les connexions.

$$W = v_{ef} * RTT = 5 \cdot 10^6 * 40 \cdot 10^{-3} / 8 = 25 \text{ kB}$$

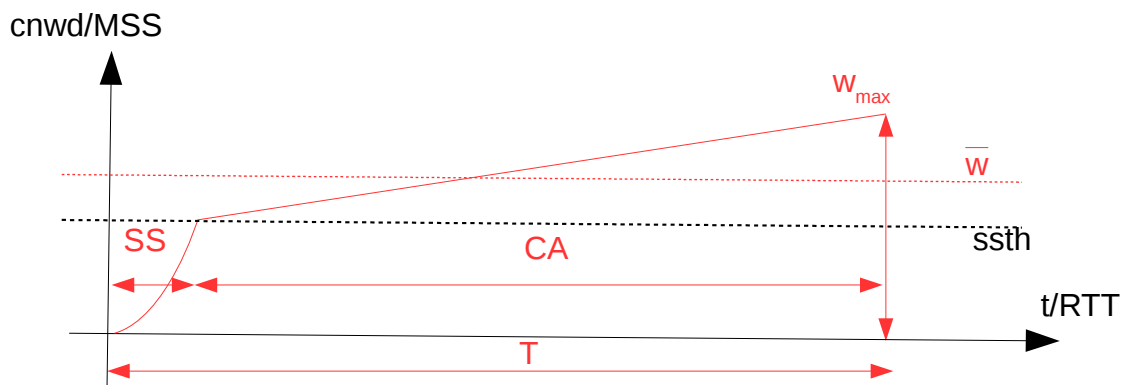
$$\text{En segments } W = 25 \cdot 10^3 / 1500 = 16,6 \text{ segments}$$

2.3 (0,25 punts) Comenta a la vista dels resultats anterior si les connexions TCP han tingut pèrdues.

si perquè la W és molt inferior a la cwnd (128 kB)

Suposa que hi ha pèrdues i que la finestra de congestió cwnd de totes les connexions segueix una evolució periòdica en dent de serra. Suposa, per simplicitat, que l'RTT és constant.

2.4 (0,25 punts) Fes un esbós de l'evolució d'un període de la cwnd que sigui consistent amb els valors calculats anteriorment. Indica en la figura els intervals on TCP estarà en slow start (SS) i congestion avoidance (CA).



2.5 (0,25 punts) Ajudant-te amb la figura, calcula aproximadament el valor del slow start threshold (ssth) i mida màxima de la finestra en segments. Per simplicitat, no tinguis en compte la fase d'SS.

$$ssth = W_{max} / 2$$

$$W = (W_{max} + ssth) / 2 = (W_{max} + W_{max} / 2) / 2 = 3/4 W_{max}, \text{ d'on } W_{max} = 4/3 W = 22,2 \text{ segments i } ssth = 11,1 \text{ segments}$$

2.6 (0,25 punts) Calcula aproximadament la duració dels intervals SS i CA anteriors en RTTs.

Per arribar a 11 segments calen 1, 2, 4, 8, 11 -> 4 RTTs aproximadament

Per arribar d'11 a la W_max calen 11 RTTs

2.7 (0,25 punts) Calcula aproximadament quants segments s'envien en cada període

$$S'envien 1+2+4+8+11+12+13+...+22 = 15 + (22+11)*12/2 = 213 \text{ segments}$$

2.8 (0,25 punts) Calcula aproximadament la velocitat eficaç a partir dels segments que s'envien i la duració d'un període. Has obtingut 5 Mbps? Si no és així, quin és el motiu?

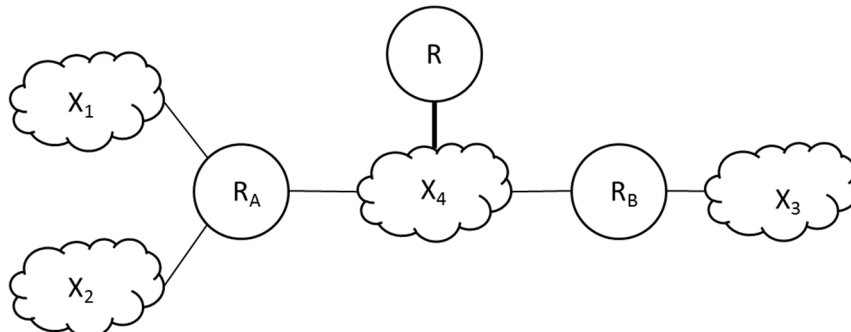
$v_{ef} = 213 \text{ segments} / 15 \text{ RTT} = 213 * 1500 * 8 / (15 * 40 * 10^{-3}) = 4,26 \text{ Mbps}$. És inferior a 5 Mbps perquè no hem tingut en compte el SS al calcular la finestra mitjana W.

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		27/06/2018	Primavera 2018
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2 hores i 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 3 (1 punt)

La figura mostra la configuració de la xarxa a nivell de subxarxes IP on els routers RA i RB estan configurats per proporcionar connectivitat entre totes les subxarxes. La sortida a Internet és a través del router R.

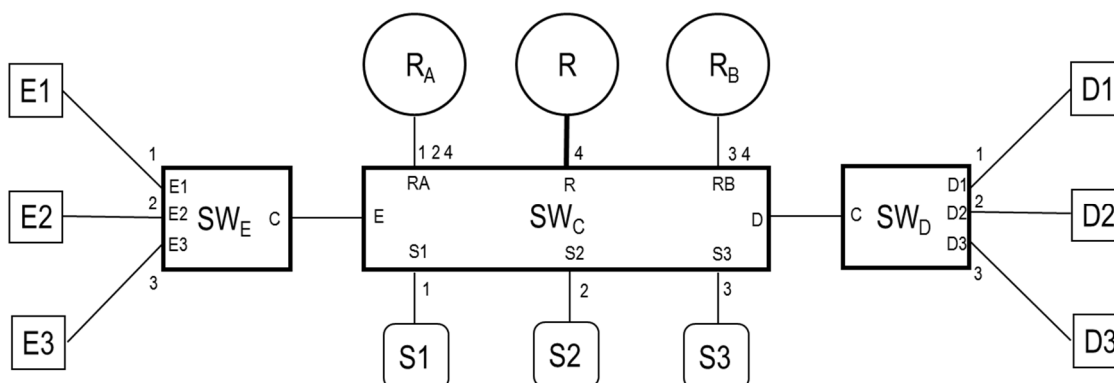


La figura següent mostra el detall de la xarxa amb els corresponents commutadors Ethernet. Tots els enllaços són Fast Ethernet (100Mbps) excepte l'enllaç SWC-R que és a 1Gbps.

S'han definit 4 VLAN i la VLAN associada a cada port es mostra amb el número corresponent. Els noms dels ports de cada commutador s'indiquen amb l'etiqueta corresponent.

Per exemple: el port RA del commutador SWC té configurades les VLAN 1, 2 i 4 (mode "trunk").

Els dispositius E1 i D1 pertanyen a la xarxa X1 i a la VLAN1; E2 i D2 a X2 i a VLAN2; E3 i D3 a X3 i a VLAN3.



a) (0'1 punts) Quina VLAN/s s'ha de configurar a l'enllaç SWC-SWE ?

Mode trunk: VLAN 1, 2 i 3

Quina VLAN/s s'ha de configurar a l'enllaç SWC-SWD ?

Mode trunk: VLAN 1, 2 i 3

Els commutadors apliquen control de flux quan és necessari. A les preguntes següents, indicar el port on s'aplica control de flux SWx-id_port i els ports afectats SWx-id_port; posar "CAP" si no s'aplica control de flux (x és l'identificador del commutador i id_port és l'etiqueta de cada port del commutador).

b) (0'2 punts) Només els dispositius de la X1 (E1 i D1) transmeten dades cap al seu servidor S1.

Port on s'aplica control de flux:	SWC-S1		
Ports afectats:	SWC-E SWC-D		

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius: E1 i D1 a 50 Mbps.

c) (0'2 punts) Tots els dispositius transmeten **cap al** seu servidor (Ex i Dx cap a Sx) a la vegada.

Port on s'aplica control de flux:	SWE-C	SWD-C	
Ports afectats:	SWE-E1,E2,E3	SWD-D1,D2,D3	

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius: E1, D1, E2, D2, E3, D3 a 33.33 Mbps.
 Ocupació de l'enllaç de cada servidor: S1, S2, S3 reben 66.66 Mbps en total.

d) (0'25 punts) Tots els dispositius **descarreguen** dades del seu servidor (Sx cap a Ex i Dx) a la vegada.

Port on s'aplica control de flux:	SWC-E	SWC-D	
Ports afectats:	SWC-S1,S2,S3	SWC-S1,S2,S3	

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius: E1, D1, E2, D2, E3, D3 reben 33.33 Mbps.
 Ocupació de l'enllaç de cada servidor: S1, S2, S3 transmeten 66.66 Mbps en total.

e) (0'25 punts) Els dispositius E1 i D1 transmeten a la màxima velocitat possible **cap als tres** servidors S1, S2 i S3.

Indica la seqüència de dispositius per on passa cada un del fluxos:

E1 a S1	SWE SWC
D1 a S1	SWD SWC
E1 a S2	SWE SWC RA SWC
D1 a S2	SWD SWC RA SWC
E1 a S3	SWE SWC RA SWC RB SWC
D1 a S3	SWD SWC RA SWC RB SWC

Port on s'aplica control de flux:	CAP		
Ports afectats:	CAP		

No s'aplica control de flux. TCP reparteix la capacitat disponible.

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius: E1, D1: 33.33 a S1, a S2 i a S3 = 100 Mbps.
 Ocupació de l'enllaç de cada servidor: S1, S2, S3 reben 66.66 Mbps en total.

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		27/06/2018	Primavera 2018
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2 hores i 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 4 (1 punt)

Tenemos las siguientes máquinas (entre paréntesis la letra o letras que usaremos para referirnos a ellas):

PC cliente.upc.edu (CU), Servidor HTTP hserver.destino.com (HD), Servidor DNS dns.upc.edu (DU), Servidor DNS dns.destino.com (DD), Servidor SMTP smtp.upc.edu (SU), Servidor SMTP smtp.destino.com (SD).

a) (0,5 pt) Suponiendo que todas las caches DNS tienen información de todos los servidores de nombre necesarios, **enumerar** la secuencia de peticiones y respuestas DNS y SMTP enviadas y recibidas por cualquier máquina mencionada anteriormente desde que PC quiere enviar un mensaje de correo electrónico a la dirección *miamigo@destino.com* hasta que llega el correo a su servidor. En la columna “Tipo” contestar “Recursiva” o “Iterativa” en caso de DNS, o “SMTP” en caso de SMTP.

Origen	Destino	Tipo	Descripción petición	Descripción respuesta
CU	DU	Recursiva	Registro A de SU	Dirección IP de SU
CU	SU	SMTP	Envío de correo	Ok.
SU	DU	Recursiva	Registro MX (y su A) dominio destino.com	(sólo pregunta)
DU	DD	Iterativa	Registro MX (y su A) dominio destino.com	Nombre y dirección de SD
DU	SU	Recursiva	Respuesta recursiva después de la iteración	Nombre y dirección de SD (sólo respuesta)
SU	SD	SMTP	Envío de correo	Ok.

b) (0,2 pt) Siguiendo con la misma configuración, CU solicita una página web a HD. **Completar** la tabla siguiente con la línea de comando (*request line*) del HTTP Request y los valores de los campos de la cabecera que se piden. Poner “N/A” si el campo no es aplicable. Suponer que la URL es sólo el nombre de la máquina. En la línea 4, dar el valor para provocar el cierre de la conexión TCP.

Núm. Línea	Campo	Valor
	Comando	GET HTTP/1.1
1	Host:	hserver.destino.com
2	Accept:	text/html
3	Content-Type:	N/A. No tiene valor, pues no hay cuerpo
4	Connection:	Close

c) (0,3 pt) Como respuesta al HTTP Request anterior, recibimos:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 27 Jun 2018 10:59:00 GMT
Last-Modified: Tue, 24 Feb 2018 08:32:26 GMT
Content-Type: text/html
-- cuerpo del mensaje --
```

Contestar a las siguientes preguntas:

¿Qué hay dentro del cuerpo del mensaje?	El documento HTML.
¿Para qué nos podría servir el campo Last-Modified?	Para una posterior solicitud condicionada.
¿Cómo podemos restringir que los caracteres de la página HTML se codifiquen en UTF-8?	Añadiendo en la cabecera: charset=utf-8
Suponiendo que restringimos a codificación UTF-8 y la página sólo tuviese texto en inglés, ¿cuántos octetos necesitaríamos para codificar cada carácter?	1.
Si incluimos caracteres de algún alfabeto japonés, ¿debemos cambiar a UTF-16 o UTF-32? ¿Qué pasaría si no lo hiciéramos?	No hemos de cambiar de UTF. Lo que pasaría es que necesitaríamos más de un octeto para codificar cada carácter.