

| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 13/1/2016 | Tardor 2015 |
|--|------------|-----------|-------------|
| Nombre: | Apellidos: | Grupo | DNI |

Duración: 2h45m. El test se recogerá en 30m. Responder en el mismo enunciado.

Test (2,5 puntos) Las preguntas pueden ser multi-respuesta. Valen la mitad si hay un error, 0 si más.

1.- ¿Qué campo en la cabecera de paquetes IPv4 se mantendrá igual durante la transmisión? (sin considerar NAT)

- ☐ Longitud del Paquete
- ☒ Dirección de destino
- ☐ Flag
- ☐ Time-to-Live

2.- ¿Cuál es la longitud de prefijo para la máscara de subred 255.255.255.224?

- ☐ /25
- ☐ /26
- ☒ /27
- ☐ /28

3.- Un servidor DHCP se utiliza para asignar direcciones IP dinámicas a los hosts de una red. El conjunto de direcciones está configurado con 192.168.1.0/29. Hay 2 servidores de esta red (uno es el servidor DHCP) que necesitan utilizar direcciones IP estáticas reservadas del conjunto. ¿Cuántas direcciones IP en el grupo quedan para asignarse a otros hosts?

- ☒ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6

4.- ¿Qué aporta el NAT en la seguridad de una red?

- ☐ Deniega todos los paquetes que se originan en direcciones IP privadas
- ☒ Permite ocultar las direcciones IP internas a los usuarios externos
- ☐ Evita que todos los hosts internos se comuniquen con el exterior de su propia red
- ☐ Permite ocultar las direcciones IP externas a los usuarios internos

5.- En una red con routers, switches y hubs un host envía una trama Ethernet broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF). El mensaje llegará:

- ☒ Sólo a todos los hosts de la misma VLAN del host origen
- ☐ Sólo a todos los hosts conectados al mismo hub (hay varios)
- ☐ Sólo a todos los hosts conectados al mismo switch (hay varios)
- ☐ Sólo a todos los hosts conectados al mismo router (hay varios)

6.- En una red con routers, switches y hubs:

- ☒ Un hub no segmenta ni el dominio de colisión ni el de broadcast
- ☐ Un hub segmenta el dominio de colisión pero no el dominio de broadcast
- ☒ Un switch segmenta el dominio de colisión pero no el dominio de broadcast
- ☐ Un switch segmenta el dominio de colisión y el dominio de broadcast

7.- Un enlace Internet entre Barcelona y Amsterdam tiene una tasa de datos de 1 Gbps y un RTT de 100ms. Un flujo TCP comienza entre hosts en ambos lugares. La ventana anunciada del receptor nunca es mayor de 1 MB. ¿Cuál es la velocidad máxima alcanzable por el emisor?

- ☐ ~40Mbps
- ☒ ~80Mbps
- ☐ ~98Mbps
- ☐ ~0.83Gbps
- ☐ ~980Mbps

8.- En una consulta recursiva de www.upc.edu directa a servidores raíz DNS (sin utilizar un resolver):

- ☐ La respuesta incluirá un registro A para www.upc.edu
- ☒ La respuesta incluirá un registro NS para el dominio .edu
- ☐ La respuesta incluirá un registro A para los servidores de nombres raíz
- ☐ La respuesta incluirá un registro NS para el dominio upc.edu

9.- El concepto de “boundary” en MIME siempre se utiliza en:

- ☐ HTTP para delimitar cada objeto
- ☐ SMTP para delimitar cada objeto
- ☒ Objetos multiparte de correo para delimitar cada objeto
- ☐ Objetos multiparte de web para delimitar cada objeto

10.- Las conexiones TCP que utiliza HTTP son:

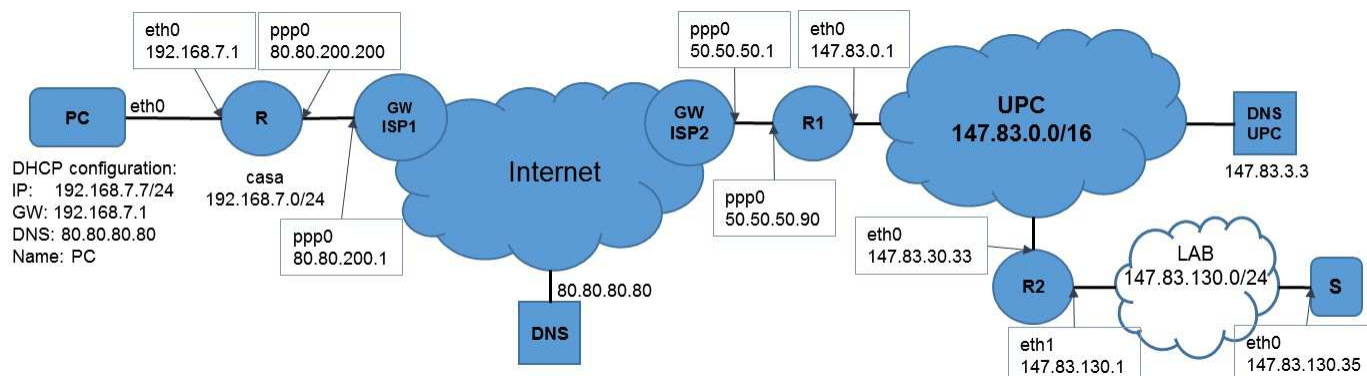
- ☐ No persistentes por defecto en HTTP/1.1
- ☒ No persistentes por defecto en HTTP/1.0
- ☐ Con pipelining en HTTP/1.0
- ☒ Con pipelining en HTTP/1.1

| | | | | |
|---|----------------|-------------|------------------|--------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | | 23/1/2016 | Tardor 2015 |
| NOM: | COGNOMS | GRUP | DNI | |

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

Problema (2'5 punts)

La figura mostra l'esquema de la connexió d'un PC en una xarxa domèstica amb la xarxa de la UPC. La figura inclou els noms de les interfícies, les adreces IP corresponents i l'adreçament de les diferents xarxes. El PC de casa es connecta amb el servidor S ubicat en la sub-xarxa LAB de la UPC.



a) (0'25 punts) Amb la informació disponible, completa les taules d'encaminament.

| PC | | | |
|---------------------|------|-------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 192.168.7.0 | /24 | | eth0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 192.168.7.1 | eth0 |

| R casa | | | |
|---------------------|-------|-------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 192.168.7.0 | /24 | | eth0 |
| 80.80.200.0 | [/24] | | ppp0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 80.80.200.1 | ppp0 |

| R1 | | | |
|---------------------|-------|--------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 147.83.0.0 | /16 | | eth0 |
| 50.50.50.0 | [/24] | | ppp0 |
| [147.83.130.0 | /24 | 147.83.30.33 | eth0] |
| 0.0.0.0 | /0 | 50.50.50.1 | ppp0 |

| R2 | | | |
|---------------------|------|------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 147.83.130.0 | /24 | | eth1 |
| 147.83.0.0 | /16 | | eth0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 147.83.0.1 | eth0 |

b) (0'25 punts) S'executa al PC la comanda "traceroute S". Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

R (192.168.7.1) – GW ISP1 (80.80.200.1) - altres routers internet – GW ISP2 (?) – R1 (50.50.50.90) – altres routers xarxa UPC, si n'hi ha - R2 (147.83.130.33) – S (147.83.130.35)

Es vol que la xarxa de casa sigui una sub-xarxa de LAB. Per això es configura un túnel entre el router de casa (R interfície ppp0) i el del LAB (R2 interfície eth0). El túnel utilitza l'adreçament 10.10.10.0/30.

c) (0'25 punts) Completa les taules d'encaminament dels routers R i R2 en aquesta nova configuració.

| R casa | | | |
|---------------------|-------|-------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 192.168.7.0 | /24 | | eth0 |
| 10.10.10.0 | /30 | | tun0 |
| 147.83.130.0 | /24 | 10.10.10.1 | tun0 |
| 80.80.200.0 | [/24] | | ppp0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 80.80.200.1 | ppp0 |

| R2 | | | |
|---------------------|------|------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 147.83.130.0 | /24 | | eth1 |
| 147.83.0.0 | /16 | | eth0 |
| 10.10.10.0 | /30 | | tun0 |
| 192.168.7.0 | /24 | 10.10.10.2 | tun0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 147.83.0.1 | eth0 |

d) (0'25 punts) S'executa al PC la comanda "tracert S". Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

R (192.168.7.1) –[passa pel túnel i surt per R2 (147.83.30.33), però R2 no es veurà a la llista] – S (147.83.130.35)

e) (0'25 punts) S'executa al PC la comanda "tracert DNS UPC". Indica els dispositius que sortiran a la llista.

No passa pel túnel i va per internet: R (192.168.7.1) – GW ISP1 (80.80.200.1) - altres – GW ISP2 (?) – R1 (50.50.50.90) – altres xarxa UPC – DNS UPC (147.83.3.3)

Aquesta configuració no és satisfactòria doncs tots els dispositius de la xarxa de casa accedeixen indistintament a la xarxa LAB via el túnel. Es decideix assignar una adreça IP de la xarxa LAB al PC de casa, de manera que a tots els efectes es veu com un dispositiu que pertany a la xarxa LAB. Per fer-ho, es configura un túnel des del PC a R2. El PC tindrà l'adreça 147.83.130.135, mentre que la resta de dispositius de casa tindran l'adreçament privat.

f) (0'25 punts) Completa les taules d'encaminament del PC i R2 en aquesta nova configuració.

| PC | | | |
|---------------------|------|-------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 192.168.7.0 | /24 | | eth0 |
| 10.10.10.0 | /30 | | tun0 |
| 147.83.130.0 | /24 | 10.10.10.1 | tun0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 192.168.7.1 | eth0 |

| R2 | | | |
|---------------------|------|------------|-----------|
| Destination network | Mask | Gateway | Interface |
| 147.83.130.0 | /24 | | eth1 |
| 147.83.0.0 | /16 | | eth0 |
| 10.10.10.0 | /30 | | tun0 |
| 147.83.130.135 | /32 | 10.10.10.2 | tun0 |
| 0.0.0.0 | /0 | 147.83.0.1 | eth0 |

g) (0'25 punts) S'executa al PC la comanda "tracert S". Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

PC (147.83.130.135) pertany a la mateixa xarxa LAB, passa pel túnel i va directament a: S (147.83.130.35)

h) (0'25 punts) S'executa al PC la comanda "tracert DNS UPC". Indica els dispositius que sortiran a la llista.

PC (147.83.130.135) pertany a la mateixa xarxa LAB, passa pel túnel i va directament a R2 (147.83.30.33). D'allí va via la xarxa UPC fins al DNS: altres routers xarxa UPC ? - DNS UPC (147.83.3.3)

Es desitja que el PC **només** pugui establir una connexió SSH (port 22) amb el servidor S. Les regles del tallafocs s'apliquen a tots els datagrames d'entrada i sortida de la interfície. No cal posar la regla per defecte (DENY ALL).

i) (0'25 punts) Indica les regles de filtratge del tallafocs ("Firewall") que s'han de definir i a quina interfície.

Interfície: R2 eth1

| Source IP | Source port | Destination IP | Destination port | Protocol | Action |
|----------------|-------------|----------------|------------------|----------|--------|
| 147.83.130.135 | >1024 | 147.83.130.35 | 22 | TCP | ACCEPT |
| 147.83.130.35 | 22 | 147.83.130.135 | >1024 | TCP | ACCEPT |

Finalment es vol permetre que S pugui fer un PING a PC.

j) (0'25 punts) Indica les regles que s'han d'afegir a les anteriors.

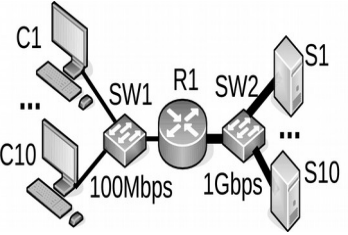
| Source IP | Source port | Destination IP | Destination port | Protocol | Action |
|----------------|-------------|----------------|------------------|----------|--------|
| 147.83.130.135 | | 147.83.130.35 | | ICMP | ACCEPT |
| 147.83.130.35 | | 147.83.130.135 | | ICMP | ACCEPT |
| | | | | | |

| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 13/1/2016 | Tardor 2015 |
|--|----------|-----------|-------------|
| Nom: | Cognoms: | Grup | DNI |

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

Problema 2 (2,5 punts)

En la xarxa de la figura hi ha 10 PCs (C1...C10) connectats a 10 servidors (S1...S10) a través dels commutadors SW1 i SW2 i el router R1. Tots els ports de SW1 són FastEthernet (100 Mbps) i tots els de SW2 GigabitEthernet (1Gbps), tots full duplex. Tots els clients inicien en el mateix instant una descàrrega del servidor respectiu (C1 de S1, C2 de S2, etc) d'un fitxer d'1GB (10^9 bytes) amb una connexió TCP cadascun i a la màxima velocitat que els hi permet la xarxa. Suposa el següent per a respondre les preguntes: (1) R1 té una memòria d'1 MB ($1 \cdot 10^6$ bytes) que pot emmagatzemar tots els datagrames pendents de transmetre (i es descarten els datagrames que arriben si s'esgota la memòria); (2) tots els sockets TCP dels PCs i del servidor tenen un buffer de recepció de 60 kB; (3) suposa per simplicitat que la mida de les capçaleres TCP i IP és 0 i MSS és 1500 B; (4) els retards en els enllaços és 0; (5) els acks de TCP no es perden mai i arriben immediatament a la destinació; TCP sempre envia ack quan rep dades, només implementa SS/CA i és el més eficient possible (és a dir, els ack s'envien immediatament, el temps de procés és 0, etc.). Justifica breument les respostes: no s'acceptarà un resultat sense justificar. Dóna els resultats que es demanen fent servir les caixes i amb les unitats indicades.



2.1 (0,25 punts) Digues quina és la velocitat efectiva (*throughput*), v_{ef} , que aconseguirà, aproximadament cada PC.

$v_{ef} = 10$ Mbps

El coll d'ampolla serà l'enllaç R1-SW1. Es repartirà equitativament entre els PCs, per tant:

$$v_{ef} = 100 \text{ Mbps} / 10 = 10 \text{ Mbps}$$

2.2 (0,25 punts) Calcula el temps de descàrrega del fitxer (T) en minuts.

$T = 13,3$ min

$$T = 1 \text{ GB} / v_{ef} = (8 \cdot 10^9 \text{ bits}) / (10 \cdot 10^6 \text{ bps}) = 800 \text{ s} \rightarrow 13,3 \text{ min}$$

2.3 (0,25 punts) Raona quina serà, aproximadament, l'ocupació del buffer de R1. Digues quants bytes hi haurà aproximadament en el buffer. Es produiran pèrdues?

$R1 = 0,6$ MB

Cada connexió TCP enviarà $awnd = 60 \text{ kB}$. En el router hi haurà, aproximadament $10 \times 60 \text{ kB} = 0,6 \text{ MB}$. No hi haurà pèrdues de segments en el router perquè és inferior a 1 MB.

2.4 (0,25 punts) Calcula quin serà aproximadament el RTT que tindrà cada connexió TCP.

$RTT = 48$ ms

El temps d'espera en la cua de R1:
 $0,6 \text{ MB} / 100 \text{ Mbps} \rightarrow 6 \cdot 8 = 48 \text{ ms}$

2.5 (0,5 punts) Suposa ara (i per els següents apartats) que C1 fa servir l'aplicació bittorrent per descarregar-se el fitxer. Amb aquesta aplicació és possible descarregar-se el fitxer simultàniament de més d'un servidor, de manera que cada servidor envia una part diferent del fitxer que es descarrega. Suposa que l'aplicació bittorrent de C1 estableix 10 connexions TCP, una amb cada servidor, mentre que els altres PCs es descarregen el fitxer igual que abans. Raona quina serà, aproximadament, l'ocupació del buffer de R1. Diques quants bytes hi haurà aproximadament en el buffer. Es produiran pèrdues?

R1=1 MB

Ara hi haurà $(10 \text{ connexions TCP} \times \text{awnd}=60\text{kB}) = 1140 \text{ kB}$. Si no hi ha pèrdues la finestra augmentarà fins a awnd i s'acumularà en el buffer de R1. Com que és major d'1MB es produiran pèrdues. El buffer de R1 estarà aproximadament ple: 1MB.

2.6 (0,5 punts) Raona si en règim permanent (quan fa estona que ha començat la descàrrega) C1 aconseguirà la mateixa velocitat efectiva (v_{ef}^1) que els altres PCs (v_{ef}^2). Calcula aproximadament que valdrà (dóna les 2 en cas que siguin diferents).

$V_{ef}^1=52,6$ Mbps

$V_{ef}^2=5,26$ Mbps

Totes les connexions TCP en mitjana aconseguiran la mateixa velocitat. Per tant:

$v_{ef1}=10 \times 100\text{Mbps}/19 = 52,6 \text{ Mbps}$

$v_{ef2}=100\text{Mbps}/19 = 5,26 \text{ Mbps}$

2.7 (0,5 punts) Calcula quin serà aproximadament el temps de descàrrega del fitxer per C1 (T_1) i per els altres PCs (T_2). Dóna els 2 en cas que siguin diferents.

$T_1=2,53$ min

$T_2=13,3$ min

$T_1=1\text{GB}/v_{ef} = (8 \cdot 10^9 \text{ bits})/(52,6 \cdot 10^6 \text{ bps}) = 152 \text{ s} \rightarrow 2,53 \text{ min}$

Durant T_1 cadascuna de les altres estacions s'ha descarregat $5,26 \text{ Mbps} \times 152 \text{ s} / 8 = 0,1 \text{ GB}$ (10 vegades menys)

Quan C1 acaba la descàrrega la velocitat de les altres estacions augmentarà a $100\text{Mbps}/9=11,11 \text{ Mbps}$

Per tant:

$T_2=T_1+(0,9 \cdot 8 \cdot 10^9 \text{ bits})/(11,1 \cdot 10^6 \text{ bps})=152+648=800\text{s} \rightarrow 13,3 \text{ min}$. Notar que coincideix amb l'apartat 2.2, doncs el volum total del tràfic que ha passat per el router durant aquest temps és el mateix.

| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 13/1/2016 | Tardor 2015 |
|--|------------|-----------|-------------|
| Nombre: | Apellidos: | Grupo | DNI |

Duración: 2h45m. El test se recogerá en 30m. Responder en el mismo enunciado.

Problema 3 (1,5 puntos)

Conectas por primera vez el cable Ethernet de tu nuevo ordenador portátil a un switch. Has indicado su dirección MAC a los administradores de red, y puede unirse a la red sin necesidad de configuración manual.

Suponer que:

1. el servidor DHCP es 147.83.10.2
2. la dirección Ethernet de tu portátil es 00:11:22:33:44:55
3. la dirección IP se le asignará es 147.83.10.22
4. la dirección de puerta de enlace IP es 147.83.10.1
5. la dirección de puerta de enlace Ethernet es 00:66:77:88:99:00
6. la máscara de red es 255.255.255.0

Vamos a considerar el intercambio de datos durante la conexión del portátil a la red para acabar enviando un solo paquete UDP a 128.3.2.1. Suponemos que no se pierden o descartan tramas, y que no hay otro tráfico.

a) Indicar qué protocolos aparecen en el intercambio de tramas Ethernet:

- ☒ IP
- ☒ ARP
- ☒ UDP
- ☐ ICMP
- ☒ DHCP

b) Indicar cuántas tramas Ethernet de broadcast atravesarán tu conexión (enviadas o recibidas) (justificar)

DHCP discover y request, también las dos respuestas (offer y ack).

Petición ARP de dirección MAC del gateway, quizá también de la propia IP.

c) ¿En qué trama Ethernet (enviada o recibida) aparecerá la dirección IP del portátil por primera vez? (justificar)

- ☐ primera
- ☒ segunda
- ☐ tercera
- ☐ cuarta
- ☒ quinta

2+2 de DHCP, En la segunda de DHCP aparece la IP ofrecida al portátil y sucesivas.

Después en ARP para verificar que su propia dirección IP es única, y finalmente al enviar el paquete IP de la conexión UDP

d) Indicar cuántas tramas Ethernet (enviadas o recibidas) contienen la dirección Ethernet del gateway: (justificar)

Al enviar el paquete UDP/IP al gateway:

1 de ARP (recibida), 1 de IP (el paquete UDP).

e) Con la interfaz de red de su portátil en modo promíscuo, indicar qué direcciones Ethernet se pueden capturar a medida que otros portátiles se conectan al mismo conmutador y se configuran:

En un conmutador (switch) sólo se ven:

- las tramas unicast que van o vienen al portátil: propia, servidor DHCP, gateway IP
- y todas las de broadcast: todos los portátiles

| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 13/1/2016 | Tardor 2015 |
|--|----------|-----------|-------------|
| Nom: | Cognoms: | Grup | DNI |

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

Problema 4 (1 punt)

4.1 (0,5 punts) Digues quines comandes "HELO", "MAIL FROM:", "RCPT TO:", "DATA", "QUIT" d'SMTP realitzarà el nostre client de correu i quines capçaleres del missatge de correu afegirà per l'enviament d'un missatge que té per cos "ok" i assumpte "xc" de a@a.com en què hi ha el destinatari b@b.com en el camp "To", i c@c.com en el camp "BCC" (destinatari ocult). Inventat les dades que necessitis. No cal indicar les respostes del servidor.

HELO pc.com
MAIL FROM: a@a.com
RCPT TO: b@b.com
DATA
from: a@a.com
to: b@b.com
subject: xc

ok
.
MAIL FROM: a@a.com
RCPT TO: c@c.com
DATA
from: a@a.com
to: b@b.com
bcc: c@c.com
subject: xc

ok
.
QUIT

4.2 (0,5 punts) Digues quants RTTs (comptant l'establiment i terminació de la connexió) durarà la transmissió del missatge, des de que s'envia el primer segment fins que es rep l'últim. Suposa que no es perd cap segment i que s'envia el mínim nombre de segments possible. Fes un esbós del diagrama de temps de la transmissió.

El client envia 1 segment de dades per cada comanda SMTP i per cada missatge de correu (capçalera, cos del missatge i punt final). En total: 9 segments de dades. Afegint l'establiment i terminació de la connexió, queden 11,5 RTT, com mostra el següent diagrama. En el diagrama A són els ACKs, i OK els missatges de resposta que envia el servidor d'SMTP.

