| Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 09/11/2020 | Tardor 2020 |
|---|---|---|---|
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Test (3,5 punts). Les preguntes valen la mitat si hi ha un error i 0 si hi ha més d'un error a la resposta.

1. El temps de transmissió d'un paquet de 1500 octets a 10 Mbps és 1,2 ms. En un enllaç determinat, el temps de propagació extrem a extrem entre un client i un servidor és d'1 ms. En aquest cas, el retard total extrem a extrem quan no hi ha cap node intermedi és de 2,2 ms.
Si afegim tres routers entre el client i el servidor:
   El retard mínim extrem a extrem serà 2,2 ms.
   El retard extrem a extrem serà com a màxim 6,6 ms.
   El retard mínim extrem a extrem serà 5,8 ms.
   El retard mínim extrem a extrem serà 4,6 ms.

2. Sobre el protocol IP.
   És un protocol orientat a la connexió.
   És un protocol d'aplicació entre el client i el servidor.
   És un protocol que no proporciona una comunicació fiable.
   És un protocol entre client i servidor amb verificació d'errors.

3. Sobre el protocol ARP (Address Resolution Protocol).
   El protocol utilitza datagrames de broadcast per identificar l'adreça de destinació.
   ARP utilitza trames Ethernet de broadcast.
   S'utilitza per trobar l'adreça MAC (física) associada a una adreça IP de la mateixa xarxa.
   La taula ARP conté l'associació adreça MAC – adreça IP durant un temps i mentre hi hagi activitat.

4. Amb la següent informació de la comanda ifconfig:

```
eno1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
      inet 192.168.1.68  netmask 255.255.255.0  broadcast 192.168.1.255
      ether 94:c6:91:1e:37:67  txqueuelen 1000  (Ethernet)
```

   La mida del camp de dades del datagrama IP és 1500 octets.
   En la taula ARP dels dispositius que s'han intercanviat datagrames amb aquest PC hi haurà l'associació 192.168.1.68 amb 94:c6:91:1e:37:67.
   L'adreça IP i l'adreça MAC han estat configurades via DHCP..
   La mida del paquet IP pot ser més petita de 1500, incloent la capçalera, però no més gran.

5. Sobre el protocols IP i ICMP.
   El protocol ICMP genera missatges d'error dirigits a l'adreça origen del datagrama que causa l'error.
   Els missatge ICMP van directament al camp de dades del datagrama i el camp de protocol de la capçalera és ICMP.
   Els missatge ICMP inclouen una còpia sencera del datagrama que causa l'error.
   EL missatge ICMP echo reply inclou el temps transcorregut entre el missatge ICMP echo request i la resposta.

6. Sobre el protocol DHCP.
   El servidor de DHCP és conegut des de l'inici amb la seva adreça MAC.
   El servidor DHCP ha d'estar en la mateixa xarxa IP ja que es descobreix via IP broadcast.
   DHCP configura la memòria cau (cache) del DNS per poder iniciar la comunicació.
   DHCP configura, com a mínim, l'adreça IP, la màscara de xarxa, l'adreça IP del router per defecte i l'adreça IP del servidor de DNS, encara que el servidor de DNS estigui fora de la pròpia subxarxa IP.

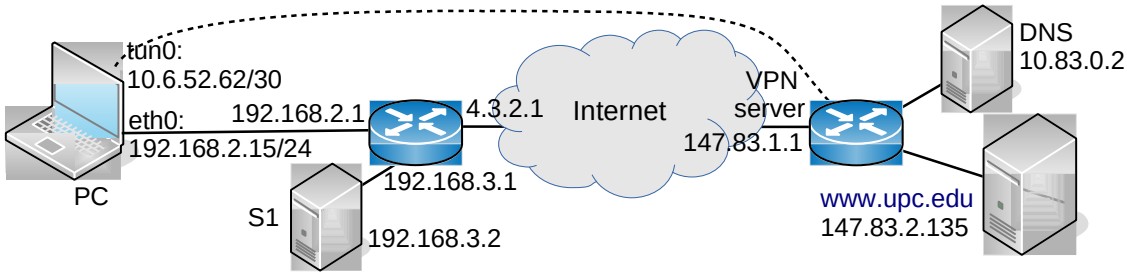
7. Sobre un router IP.
   Si el router fa NAT a través d'una interfície no pot configurar un túnel sobre la mateixa interfície física..
   Si el router fa PNAT (Port and Address Translation) modifica un dels camps d'adreça de la capçalera i el checksum, però no el camp TTL.
   Si el checksum del datagrama és erroni es descarta el datagrama i s'envia un missatge ICMP d'error.
   El camp TTL es modifica sempre excepte quan l'adreça de destinació és una adreça privada.

| Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 9/11/2020 | Tardor 2020 |
|---|---|---|---|
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | DNI: | |

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

**Problema 1** (4 punts)

Un estudiant de XC té a casa Internet amb un proveïdor que li assigna 1 adreça IP pública (4.3.2.1). Es connecta amb el seu PC a la VPN de la UPC (UPCLink) segons la figura.




La seva xarxa domèstica té adreces IP internes 192.168.2.0/24 i l'adreça IP externa és 4.3.2.1.
La xarxa UPC fa servir els rangs 147.83.0.0/16 i 10.0.0.0/8.
En connectar el seu PC obté per DHCP del router domèstic l'adreça eth0: 192.168.2.15/24.
En connectar-ho amb la VPN UPC obté tun0:10.6.52.62/30 amb accés al seu servidor DNS 10.83.0.2.
Assumir que hi ha un mecanisme que permet fer NAT als datagrames IPIP.
Té també un servidor a casa S1, amb IP 192.168.3.2/24.

a) Si la UPC assigna un rang /30 a cada connexió externa de la xarxa 10.6.0.0/18, quants usuaris poden connectar-se alhora a UPCLink?

2^(30-18)=4096

b) Si PC executa traceroute www.upc.edu, quines adreces IP apareixeran en la llista de salts fins a la destinació que mostrarà el bolcat de traceroute?

1: 10.6.52.61
2: 147.83.2.135

c) Quina serà la taula de routing de PC, una vegada connectat a UPCLink, si volem que PC accedeixi a hosts de la xarxa UPC (rang privat i públic) per la VPN i, directament sense la VPN, a S1 i a Internet?

| Destinació | Màscara | Gateway | Interface | |
|---|---|---|---|---|
| 192.168.2.0 | 255.255.255.0 | - | eth0 | directe |
| 10.6.52.60 | 255.255.255.252 | - | tun0 | per la VPN |
| 10.0.0.0 | 255.0.0.0 | 10.6.52.61 | tun0 | per la VPN |
| 147.83.1.1 | 255.255.255.255 | 192.168.2.1 | eth0 | assegurar arribem |
| 147.83.0.0 | 255.255.0.0 | 10.6.52.61 | tun0 | per la VPN |
| 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 192.168.2.1 | eth0 | per defecte |

d) Quines adreces IP origen tindran els datagrames IP quan arriben al destí si en el PC s'executa ping www.upc.edu i ping www.upv.es (altra universitat) ?
Indica en cada cas si el router domèstic fa o no NAT.

upc.edu: La IP origen a la VPN UPC (10.6.52.62), cal fer NAT (en la capçalera externa)

upv.es: 4.3.2.1, la IP pública del router domèstic, fa NAT

e) (0.25 punts) Si canviem la ruta per defecte a PC:
sudo route delete default gw 192.168.2.1 dev eth0
sudo route add default gw 10.6.52.61 dev tun0
Quin camí segueix i motiva la resposta:

ping www.upc.edu : S'envia pel túnel fins el servidor de l'UPC.

ping www.google.com : S'envia pel túnel per defecte, sortir per 147.83.1.1 cap a www.google.com amb NAT en el router de la UPC

f) Ara connectem S1 a la VPN UPC, que resulta en S1:tun0:10.6.53.62/30. Suposant que el servidor VPN d'UPC no aplica cap ACL per a limitar el trànsit, quin camí de direccions conegudes mostrarà traceroute a 10.6.53.62 des de:

PC: -> 10.6.52.61 -> 10.6.53.62

10.83.0.2 (DNS UPC): -> 10.83.0.1 -> 10.6.53.62 (suposem 10.83.0.1 és router de DNS UPC)

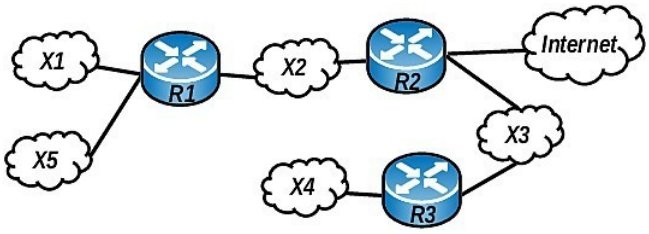
Un altre host d'Internet: no arribarà ja que la IP no és vàlida fora d'UPC

g) Si el router domèstic fa PNAT de sortida i es configura per a fer DNAT d'entrada amb S1, configurar la següent taula d'ACL d'entrada (in) a la interfície externa del router per a assegurar que: des de la xarxa interna només es permeti connectar a la VPN (protocol IPinIP) d'UPC (147.83.1.1), permetre a S1 ser servidor web segur (TCP, port 443) per a qualsevol host d'Internet, i permetre a qualsevol client intern connectar-se a servidors a Internet (excepte serveis IPinIP).

| Source IP/mask | Source Port | Destination IP/mask | Destination Port | Protocol | Action |
|---|---|---|---|---|---|
| 147.83.1.1/32 | any | 4.3.2.1/32 | any | IPinIP | Allow |
| 0.0.0.0/0 | any | any | any | IPinIP | Deny |
| 0.0.0.0/0 | ≥1024 | 4.3.2.1/32 | 443 | TCP | Allow |
| 0.0.0.0/0 | <1024 | 4.3.2.1/32 | ≥1024 | any | Allow |
| any | any | any | any | any | Deny |

| Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 9/11/2020 | tardor 2020 |
|---|---|---|---|
| **NOM:** | **COGNOMS:** | **DNI** | |

Duració: 1h30m. El test es recollirà en 20 min. Respondre en el mateix enunciat.




**Problema 2 (2.5 punts)**
**2.1 (1 punt)** S'ha configurat la xarxa de la figura. La taula següent mostra l'adreça i màscara que s'ha assignat a cada xarxa. Omple les columnes amb l'adreça broadcast, nombre de bits del hostid i el nombre de PCs que es podria posar en cada xarxa.

| Xarxa | @IP | màscara | Broadcast (última adreça de la xarxa) | Bits del hostid | Nombre de PCs |
|---|---|---|---|---|---|
| **X1** | **172.16.254.0** | **255.255.255.0** | 172.16.254.255 | 8 | $2^8$-2-1=253 |
| **X2** | **172.16.255.0** | **255.255.255.128** | 172.16.255.127 | 7 | $2^7$-2-2=124 |
| **X3** | **172.16.255.128** | **255.255.255.192** | 172.16.255.191 | 6 | $2^6$-2-2=60 |
| **X4** | **172.16.255.192** | **255.255.255.224** | 172.16.255.223 | 5 | $2^5$-2-1=29 |
| **X5** | **172.16.255.224** | **255.255.255.224** | 172.16.255.255 | 5 | $2^5$-2-1=29 |

**2.2 (0.5 punts)** Digues quines adreces de l'adreça base 172.16.0.0/16 no s'han assignat a cap de les xarxes anteriors. Dóna la teva resposta en la forma: @IPinici ~ @IPfinal. Digues quantes adreces IP hi ha entre @IPinici ~ @Ipfinal (ambdues incloses).

Totes les xarxes anteriors tenen blocs consecutius d'adreces i acaben en l'última adreça del bloc 172.16.0.0/16. Per tant, estan lliures les primeres adreces d'aquest bloc que acaben en l'última adreça anterior al bloc d'X1, que és 172.16.253.255. Per tant, el bloc d'adreces lliures és 172.16.0.0~ 172.16.253.255. El nombre d'IPs del bloc serà $2^{16}$ menys les assignades al blocs anteriors. És a dir: $2^{16}$-$2^8$-$2^7$-$2^6$-$2^5$-$2^5$=65024

**2.3 (0.5 punts)** De les adreces de l'adreça base 172.16.0.0/16 que han quedat lliures, digues quina és la subxarxa amb el nombre d'adreces IP més gran que podríem definir, sense que es solapi amb les xarxes anteriors. Digues quina seria l'adreça de xarxa/nombre de bits de la màscara, i l'adreça broadcast d'aquesta subxarxa. Digues quantes adreces IPs té aquesta subxarxa (adreça de xarxa i broadcast incloses).

Totes les subxarxes anteriors tenen el bit més significatiu del byte 3 a 1. Per tant, la subxarxa demanada i la seva adreça broadcast (última adreça del bloc) serien: 172.16.0.0/17 i 172.16.127.255. El hostid té 15 bits, per tant, el nombre d'IPs és $2^{15}$=32768

**2.4 (0.5 punts)** Suposa que es fa servir RIP versió 2 amb split horizon, i s'anuncien totes les subxarxes X1, ... X5. La ruta per defecte en R2 també s'anuncia. Digues quin serà el contingut dels missatges d'update que R1 i R2 enviaran en la xarxa X2. Dóna la resposta en la forma (X, M),..., on X és la xarxa X∈{X1, X2, ... X5, 0/0 (ruta per defecte)}, i M és la mètrica.

| | |
|---|---|
| Update d'R1 en X2 | (X1, 1), (X5, 1) |
| Update d'R2 en X2 | (X3, 1), (X4, 2), (0/0, 1) |