

Appello - 25 Giugno 2022

Cognome	
Nome	
Matricola	

Tempo complessivo a disposizione per lo svolgimento: 2 ore

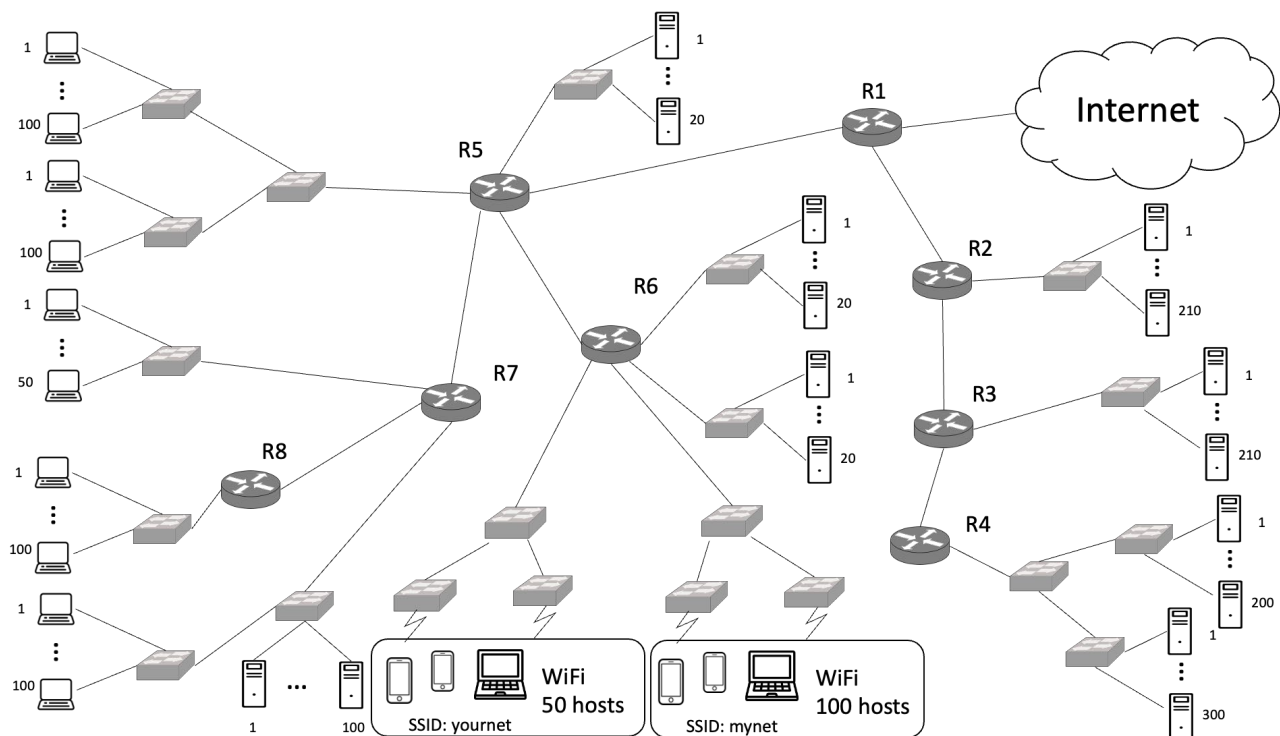
Si usi lo spazio bianco dopo ogni esercizio per la risoluzione

E1	E2	E3	Quesiti	Lab

1 - Esercizio (6 punti)

La rete di un ISP è riportata in figura. L'ISP possiede lo spazio di indirizzamento: 200.21.136.0/21. Definire un piano di indirizzamento in grado di supportare il numero di *host* indicato nella figura.

- Indicare le sottoreti IP graficamente nella figura, mettendo in evidenza i confini tra le reti IP ed assegnando una lettera identificativa a ciascuna rete. Assegnare le lettere in ordine alfabetico iniziando dalla rete più grande e procedendo per dimensione decrescente ($\# \text{ indirizzi rete A} \leq \# \text{ indirizzi rete B} \leq \dots$). Per ciascuna sottorete definire l'indirizzo di rete, la *netmask* (in formato decimale puntato), e l'indirizzo di broadcast diretto, usando la tabella 1.
- Scrivere nella tabella 2 la tabella di instradamento del router R1 nel modo più compatto possibile dopo aver assegnato opportunamente degli indirizzi ai router a cui R1 è connesso direttamente (si ignorino le reti punto punto nelle tabelle di routing).



SOLUZIONE

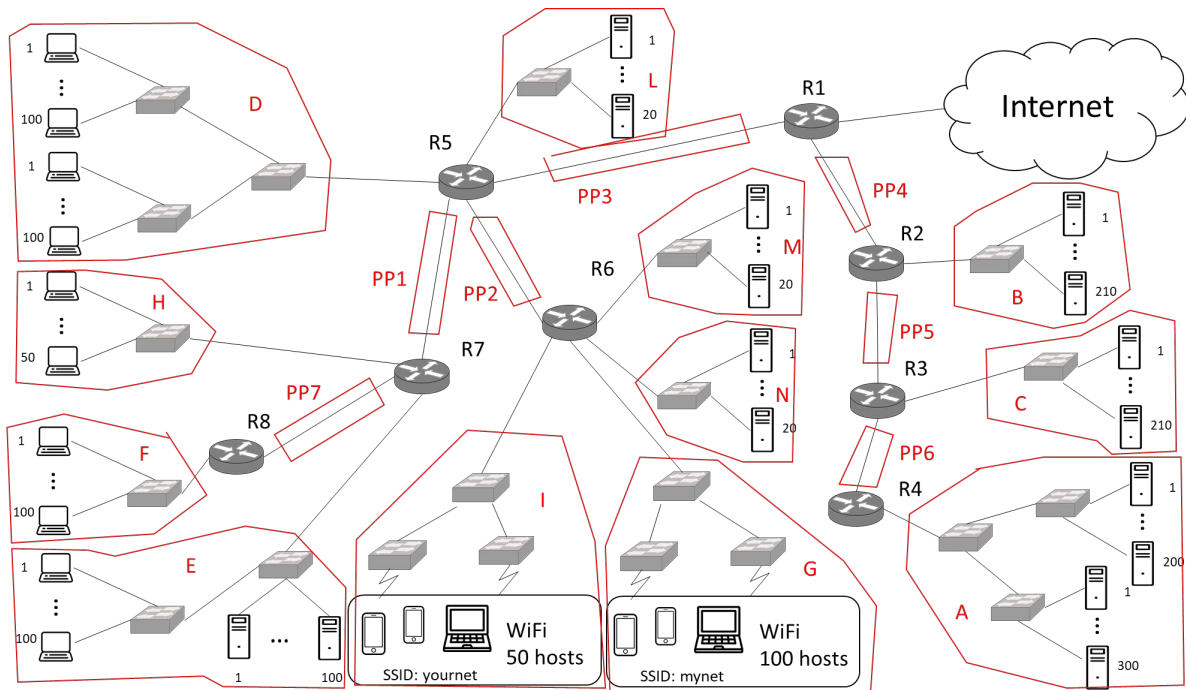


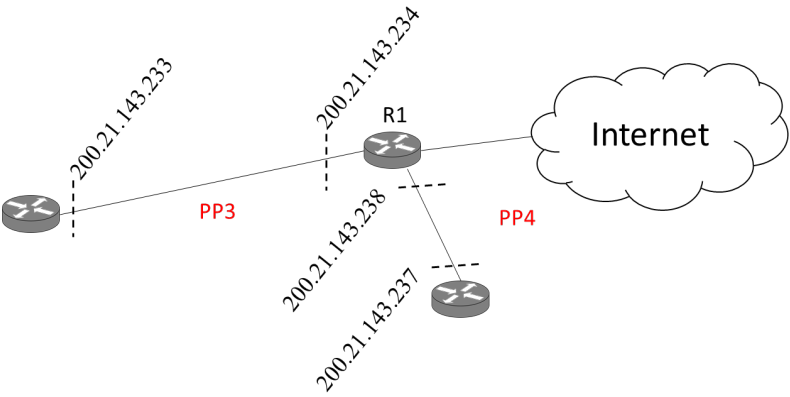
Tabella 1: Piano di indirizzamento

Rete	Indirizzo di rete	Netmask	Ind. broadcast diretto
A	200.21.136.0	/23	200.21.137.255
B	200.21.138.0	/24	200.21.138.255
C	200.21.139.0	/24	200.21.139.255
D	200.21.140.0	/24	200.21.140.255
E	200.21.141.0	/24	200.21.141.255
F	200.21.142.0	/25	200.21.142.127
G	200.21.142.128	/25	200.21.142.255
H	200.21.143.0	/26	200.21.143.63
I	200.21.143.64	/26	200.21.143.127
L	200.21.143.128	/27	200.21.143.159
M	200.21.143.160	/27	200.21.143.191
N	200.21.143.192	/27	200.21.143.223
PP1	200.21.143.224	/30	200.21.143.227
PP2	200.21.143.228	/30	200.21.143.231
PP3	200.21.143.232	/30	200.21.143.235
PP4	200.21.143.236	/30	200.21.143.239
PP5	200.21.143.240	/30	200.21.143.243
PP6	200.21.143.244	/30	200.21.143.247
PP7	200.21.143.248	/30	200.21.143.251

Fondamenti di Comunicazioni e Internet

Tabella 2: Tabella di routing di R1

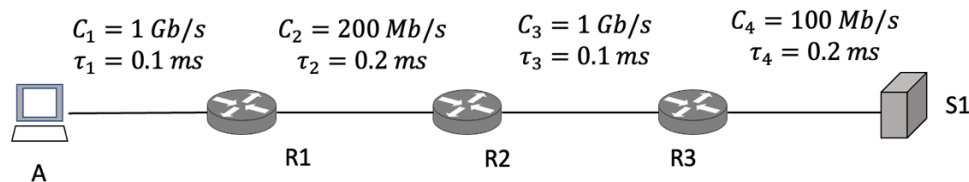
Rete	Netmask	Next hop
200.21.136.0	255.255.252.0	200.21.143.237
200.21.140.0	255.255.252.0	200.21.143.233
0.0.0.0	0.0.0.0	default



Esercizio 2 (6 punti)

Si consideri la rete in figura. Il server S1 deve trasferire un file di $F=180$ kB al client A usando una connessione TCP. Si assuma che la connessione viene aperta dal client, $MSS=1500$ B, $SSTHRESH=12$ kB, segmenti apertura di connessione e ACK di lunghezza trascurabile, $RCVWND=18$ kB.

- Si valuti se la connessione diventa mai continua su qualcuno dei link ed eventualmente si indichi su quale link e in quanto tempo dall'istante di inizio dell'apertura della connessione
- Si calcoli il tempo complessivo di trasferimento (fino alla ricezione dell'ultimo riscontro) in assenza di errori.
- Si calcoli il tempo di trasferimento complessivo (fino alla ricezione dell'ultimo riscontro) assumendo che vada perso l'ottavo segmento, che il time out sia pari a 5 ms (avviato all'inizio della trasmissione di ciascun pacchetto), e che il ricevitore accetti anche pacchetti fuori sequenza ricevuti correttamente.



SOLUZIONE

$$MSS = 1500 \text{ B}$$

$$F = 180 \text{ KB} = 120 \text{ MSS}$$

$$SSTHRESH = 12 \text{ KB} = 8 \text{ MSS}$$

$$RWND = 18 \text{ KB} = 12 \text{ MSS}$$

$$T_{out} = 5 \text{ ms}$$

$$T_1 = \frac{MSS}{C_1} = \frac{1500 \cdot 8}{10^9} = 12 \mu s$$

$$T_2 = \frac{MSS}{C_2} = \frac{1500 \cdot 8}{200 \cdot 10^6} = 60 \mu s$$

$$T_3 = \frac{MSS}{C_3} = \frac{1500 \cdot 8}{10^9} = 12 \mu s$$

$$T_4 = \frac{MSS}{C_4} = \frac{1500 \cdot 8}{100 \cdot 10^6} = 120 \mu s$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + 2\tau_1 + 2\tau_2 + 2\tau_3 + 2\tau_4 = 12 + 60 + 12 + 120 + 200 + 400 + 200 + 400 = 1404 \mu s$$

a)

$$W_c = \left\lceil \frac{RTT}{T_4} \right\rceil = \left\lceil \frac{1404}{120} \right\rceil = 12$$

$$(T_{open})(1)(2)(4)(8)(9)(10)(11)(75 \text{ in continua})$$

$$T_c = T_{open} + 7RTT = 1200 + 7 \cdot 1404 = 11.028 \text{ ms}$$

b)

$$T_{tot}^a = T_{open} + 8RTT + 74T_4 = 21.312 \text{ ms}$$

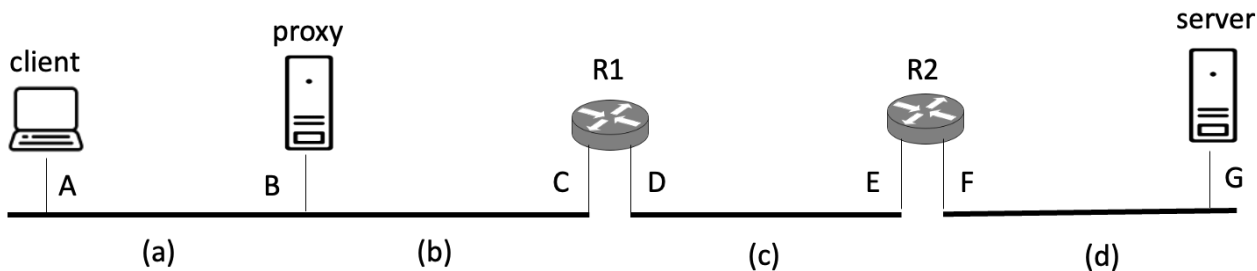
c)

$$(T_{open})(1)(2)(4)(T_{out} + 7)(1)(2)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(11)(43 \text{ in continua})$$

$$T_{tot}^b = T_{open} + 14RTT + T_{out} + 42T_4 = 30.896 \text{ ms}$$

Esercizio 3 (5 punti)

Si consideri la rete in figura dove le interfacce sono indicate con le lettere maiuscole e MAC-x e IP-x, $x = [A, B, C, D, E, F, G]$, sono gli indirizzi MAC e IP rispettivamente. Si assuma che la tabella ARP del *Client* sia vuota, mentre quelle degli altri nodi abbiano già tutte le righe necessarie. Nel *Client* c'è un http client con il Proxy configurato come http proxy. Il *Client* vuole inviare una richiesta http al *Server* dove c'è un http server attivo; il *Server* successivamente risponde al *Client*. Si assuma che il proxy non abbia una copia valida del contenuto web richiesto dal *Client*. Si indichino graficamente i pacchetti trasmessi sulla rete sui segmenti (a), (b), (c) e (d) e per ciascuno di essi gli indirizzi/porte contenuti nelle PDU di livello 2, 3, e 4 (si usi la porta 80 per il server http e la porta 8080 per il proxy).



SOLUZIONE

- Da A a BROADCAST: ARP Request (messaggio ARP)
- Da Proxy a A: ARP Reply (messaggio ARP)
- Da A a Proxy: segmento TCP SYN (L4)
IP: IP-A, IP-B (L3)
L2: MAC-A, MAC-B (L2)
- Da Proxy a A: segmento TCP SYN/ACK (L4)
IP: IP-B, IP-A (L3)
L2: MAC-B, MAC-A
- Da A a Proxy: GET HTTP per www.server.xxx (L5)
TCP: segmento ACK, TCP porte: 21462 - 8080
IP: IP-A, IP-B
L2: MAC-A, MAC-B
- Ricerca DNS per indirizzo www.server.xxx da parte del proxy
- Si assume connessione TCP Proxy-Server già aperta
- Da Proxy a R1: GET HTTP per www.server.xxx (L5)
TCP: segmento TCP porte: 32672 - 80
IP: IP-B, IP-G
L2: MAC-B, MAC-C
- Da R1 a R2: inoltra indiretto pacchetto IP precedente
- GET HTTP per www.server.xxx (L5)
TCP: segmento TCP porte: 32672 - 80
IP: IP-B, IP-G
L2: MAC-D, MAC-E

4-Domande (9 punti)

Q1

Un sistema di accesso multiplo a divisione di tempo (TDMA) è caratterizzato da un rate trasmissivo sul canale di $W=5 \text{ Mb/s}$ e da una velocità netta per ciascun sotto-canale (tributario) $V=100 \text{ kb/s}$. Sapendo che in ciascuno slot vengono trasmessi $D=200 \text{ bit}$ di dati e $H=50 \text{ bit}$ di overhead, e che il tempo di guardia T_g è di $12.5 \mu\text{s}$, calcolare il tempo di slot T_S , il tempo di trama T_T , e il numero N di sotto-canali.

$$\begin{aligned}T_T &= \frac{D}{V} = \frac{200 \text{ bit}}{100 \text{ kb/s}} = 2 \text{ ms} \\T_D &= \frac{D+H}{W} = \frac{250 \text{ bit}}{5 \text{ Mb/s}} = 50 \mu\text{s} \\T_S &= T_D + T_g = 62.5 \mu\text{s} \\N &= \frac{T_T}{T_S} = \frac{2000}{62.5} = 32\end{aligned}$$

Q2

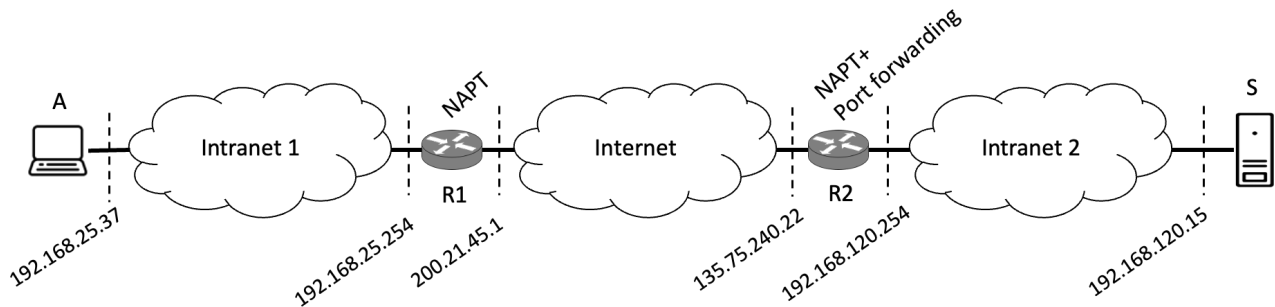
Un segnale video analogico viene campionato e convertito in un segnale digitale con una risoluzione di 640×480 pixel e una frequenza di immagine (frame rate) di $F_F = 60 \text{ Hz}$, e utilizzando una codifica RGB a tre colori con $b = 12 \text{ bit}$ per pixel per colore. Calcolare la frequenza di campionamento F_c e frequenza del segnale digitale. Assumendo che il segnale venga trasmesso usando pacchetti lunghi 500 B e con 100 B di overhead protocollare, calcolare la velocità del flusso di pacchetti generato (in bit/s).

$$\begin{aligned}P &= 640 \cdot 480 = 307200 \\F_c &= P \cdot F_F = 18.432 \text{ MHz} \\R_v &= F_c \cdot b \cdot 3 = 663.552 \text{ Mb/s} \\R_p &= R_v \cdot \frac{500+100}{500} = 796.2624 \text{ Mb/s}\end{aligned}$$

Fondamenti di Comunicazioni e Internet

Q3

Nella rete in figura i router R1 e R2 implementano un meccanismo NAPT utilizzando come unico indirizzo pubblico quello della loro interfaccia verso internet. Il router R2 implementa anche un meccanismo di port forwarding per il server web S sulla porta standard 80. Per i pacchetti inviati dal client web A verso il server S indicare gli indirizzi IP di sorgente e di destinazione quando viaggiano nella Intranet 1, in Internet e nella Intranet 2.



Intranet 1

S: 192.168.25.37

D: 135.75.240.22

Internet

S: 200.21.45.1

D: 135.75.240.22

Intranet 2

S: 200.21.45.1

D: 192.168.120.15

6 -Laboratorio (6 punti)

Si vedano fogli separati.