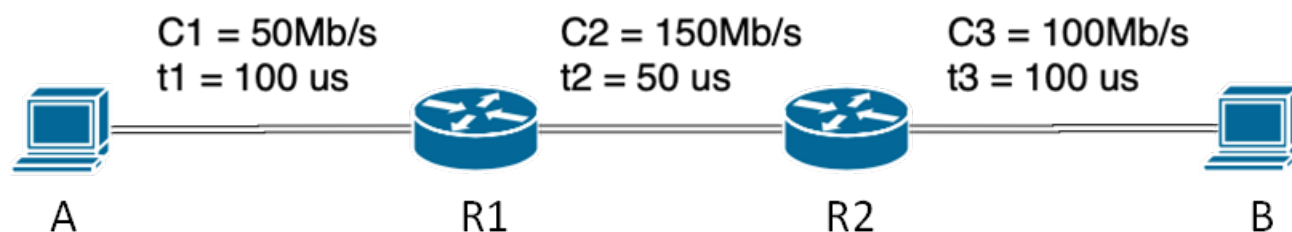


1 - Esercizio (7 punti)

Versione 1



Con riferimento alla rete in Figura, si consideri che il dispositivo A debba inviare un file al dispositivo B tramite una connessione TCP. I parametri iniziali della connessione TCP siano i seguenti: MSS=300 [B], RCWND=12 MSS, Ssthresh= 5 MSS. Si supponga inoltre che la dimensione dei segmenti di apertura della connessione (SYN, SYNACK) e di riscontro (ACK) sia pari a 60 [B].

Considerato che il file da trasferire sia di 24 [KB], e che:

- il valore del time out è $t_{out} = 1$ [ms] (avviato all'inizio della trasmissione di un segmento)
- appena prima che A invii il segmento #34, A riceva un segmento TCP dal dispositivo B in cui è segnalato un campo di *window* pari a 3 [KB].

Indicare:

1. Se la trasmissione sulla connessione TCP diventa continua su uno dei tre link. In caso positivo, indicare il tempo (dall'istante $t=0$) oltre cui la trasmissione diventa continua e su quale collegamento
2. Il tempo di trasferimento del file (dall'inizio dell'apertura della connessione TCP fino alla ricezione dell'ultimo ACK)
3. Il tempo di trasferimento del file supponendo che il 6° segmento in trasmissione vada perso. Si supponga inoltre che il TCP scarti i segmenti fuori sequenza.

$$T_1 = (300 \cdot 8) / C_1 = 48 \text{ us}$$

$$T_2 = (300 \cdot 8) / C_2 = T_1/3 = 16 \text{ us}$$

$$T_3 = (300 \cdot 8) / C_3 = T_1/2 = 24 \text{ us}$$

$$T_{1_ack} = (60 \cdot 8) / C_1 = 9.6 \text{ us}$$

$$T_{2_ack} = (60 \cdot 8) / C_2 = T_{1_ack}/3 = 3.2 \text{ us}$$

$$T_{3_ack} = (60 \cdot 8) / C_3 = T_{1_ack}/2 = 4.8 \text{ us}$$

$$RTT = (T_1 + t_1) + (T_2 + t_2) + (T_3 + t_3) + (T_{3_ack} + t_3) + (T_{2_ack} + t_2) + (T_{1_ack} + t_1) = \\ = 2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3) + T_1 + T_2 + T_3 + T_{1_ack} + T_{2_ack} + T_{3_ack} = 605.6 \text{ us}$$

$$T_{open} = 2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + T_{1_ack} + T_{2_ack} + T_{3_ack}) = 535.2 \text{ us}$$

$$Filesize = L / MSS = 24000 / 300 = 80$$

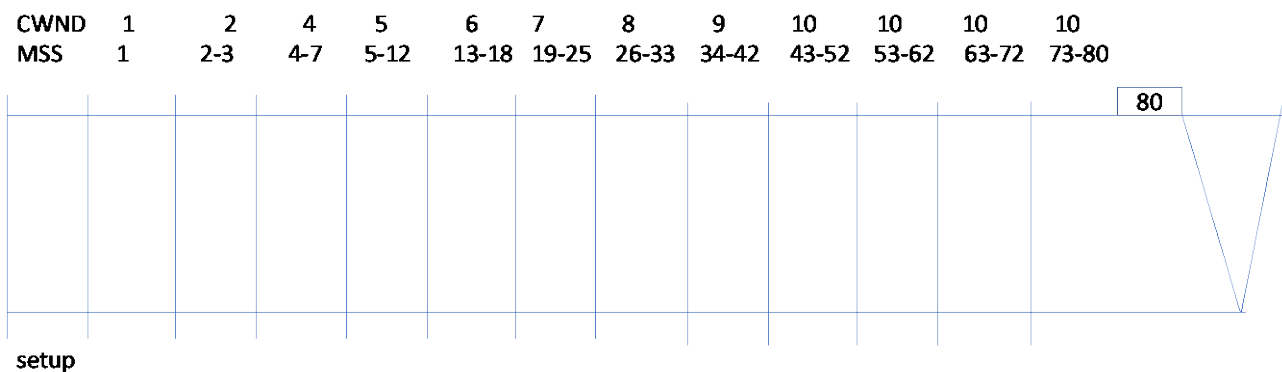
$$RCWND_{new} = 3000 / 300 = 10 \text{ MSS}$$

FCI, Appello 26/01/2021 **SOLUZIONE!!!**

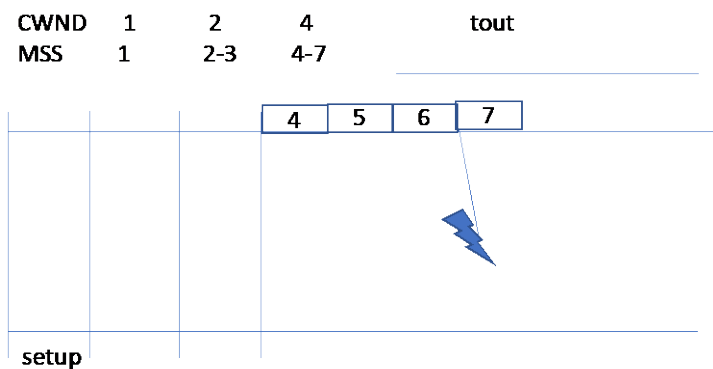
1. La trasmissione diventerebbe continua sul link R1-R2 quando $W_c \geq RTT/T_1 = 12.6$

Dato che $RCWND = 12 \text{ MSS}$, concludiamo che la trasmissione non diventa mai continua sul link A-R1.

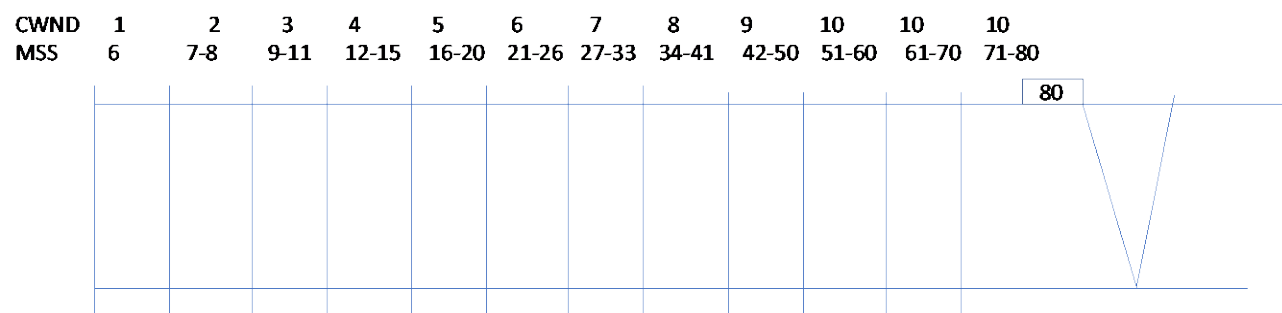
2. $T_{tot} = T_{open} + 12RTT + 7T_1 = 8.1384\text{ms}$



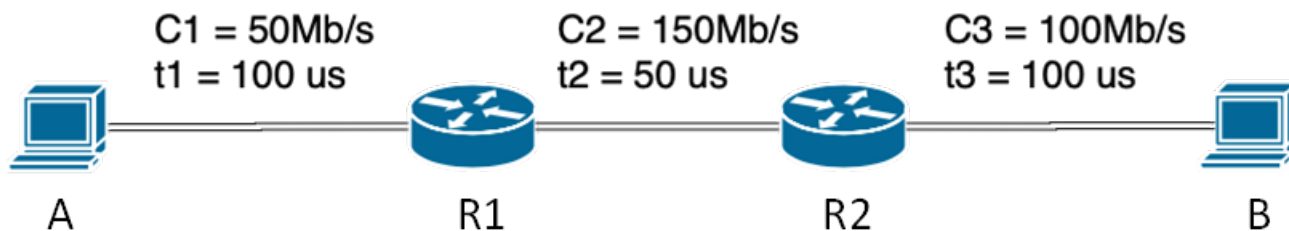
3. $T_{tot} = T_{open} + t_{out} + 2T_1 + 14RTT + 9T_1 = 10.5416\text{ms}$



Dopo il time out



Versione 2



Con riferimento alla rete in Figura, si consideri che il dispositivo A debba inviare un file al dispositivo B tramite una connessione TCP. I parametri iniziali della connessione TCP siano i seguenti: MSS=600 [B], RCWND=12 MSS, Ssthresh= 5 MSS. Si supponga inoltre che la dimensione dei segmenti di apertura della connessione (SYN, SYNACK) e di riscontro (ACK) sia pari a 60 [B].

Considerato che il file da trasferire sia di 24 [KB], e che:

- il valore del time out è $t_{out} = 1$ [ms] (avviato all'inizio della trasmissione di un segmento)
- appena prima che A invii il segmento #34, A riceva un segmento TCP dal dispositivo B in cui è segnalato un campo di *window* pari a 3 [KB].

Indicare:

4. Se la trasmissione sulla connessione TCP diventa continua su uno dei tre link. In caso positivo, indicare il tempo (dall'istante $t=0$) oltre cui la trasmissione diventa continua e su quale collegamento
5. Il tempo di trasferimento del file (dall'inizio dell'apertura della connessione TCP fino alla ricezione dell'ultimo ACK)
6. Il tempo di trasferimento del file supponendo che il 6° segmento in trasmissione vada perso. Si supponga inoltre che il TCP scarti i segmenti fuori sequenza.

$$T_1 = (600 \cdot 8) / C_1 = 96 \text{ us}$$

$$T_2 = (600 \cdot 8) / C_2 = T_1/3 = 32 \text{ us}$$

$$T_3 = (600 \cdot 8) / C_3 = T_1/2 = 48 \text{ us}$$

$$T_{1_ack} = (60 \cdot 8) / C_1 = 9.6 \text{ us}$$

$$T_{2_ack} = (60 \cdot 8) / C_2 = T_{1_ack}/3 = 3.2 \text{ us}$$

$$T_{3_ack} = (60 \cdot 8) / C_3 = T_{1_ack}/2 = 4.8 \text{ us}$$

$$RTT = (T_1 + t_1) + (T_2 + t_2) + (T_3 + t_3) + (T_{3_ack} + t_3) + (T_{2_ack} + t_2) + (T_{1_ack} + t_1) = 2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3) + T_1 + T_2 + T_3 + T_{1_ack} + T_{2_ack} + T_{3_ack} = 693.6 \text{ us}$$

$$T_{open} = 2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + T_{1_ack} + T_{2_ack} + T_{3_ack}) = 535.2 \text{ us}$$

$$\text{Filesize} = L / \text{MSS} = 24000 / 600 = 40$$

$$\text{RCWND}_{new} = 3000 / 600 = 5 \text{ MSS}$$

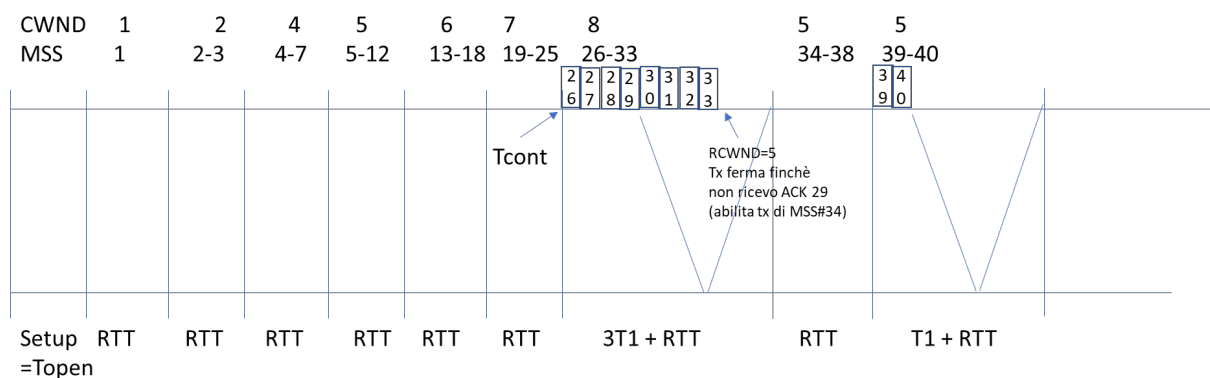
FCI, Appello 26/01/2021 **SOLUZIONE!!!**

1. La trasmissione diventerebbe continua sul link R1-R2 quando $Wc \geq RTT/T_1 = 7,2$
 Dato che $RCWND = 12 \text{ MSS}$, concludiamo che la trasmissione diventa continua sul link A-R1.

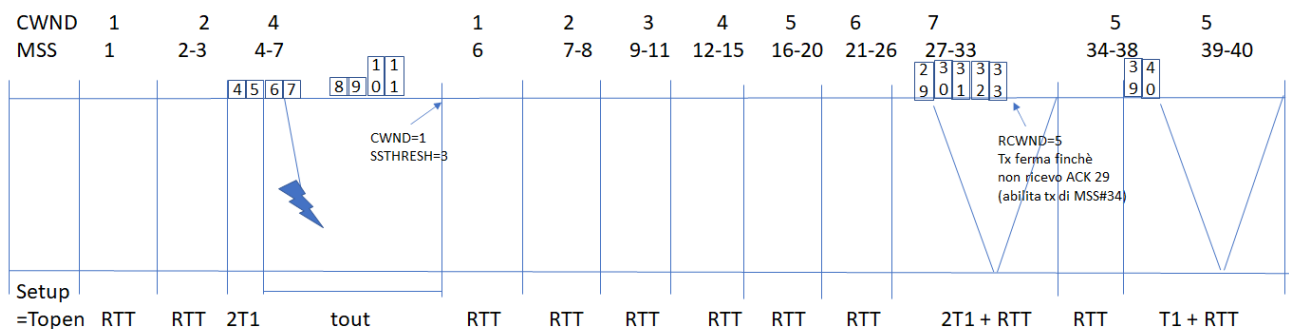
2.

$$T_{tot} = T_{open} + 9RTT + 4T_1 = 7.1616 \text{ ms}$$

Dall'analisi dei tempi si osserva che la trasmissione diventa continua all'istante $t = T_{open} + 6RTT = 4.6968 \text{ ms}$



3. $T_{tot} = T_{open} + 2RTT + 2T_1 + t_{out} + 6RTT + 2T_1 + 2RTT + T_1 + RTT = T_{open} + 11RTT + 5T_1 + t_{out} = 9.6448 \text{ ms}$



FCI, Appello 26/01/2021 **SOLUZIONE!!!**

2 - Esercizio (6 punti)

Versione 1

Un router ha le seguenti interfacce e la seguente tabella di routing. Riceve i pacchetti con destinazione, dimensioni e impostazione del bit “Don’t Fragment” indicati sotto. Usando la tabella apposita, si dica per ciascuno di essi come si comporta il router: inoltra diretto o indiretto, interfaccia di uscita, riga della tabella, motivazione pacchetto scartato.

*** Si contrassegnino con un asterisco le azioni che si effettuerebbero nel caso il pacchetto da scartare non fosse scartato.**

Eth0: Address: 131.175.23.196 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1500 B

Eth1: Address: 131.175.23.6 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1000 B

Eth2: Address: 131.175.24.118 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1200 B

Network	Netmask	Next-hop
131.175.70.0	255.255.254.0	131.175.23.134
131.175.71.128	255.255.255.128	131.175.23.120
131.175.72.0	255.255.254.0	131.175.24.123
131.175.75.192	255.255.255.192	131.175.23.96
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.24.119

1. 131.175.23.122 (900B, D=1) da Eth0
2. 131.175.71.124 (1000B, D=1) da Eth2
3. 131.175.76.27 (1600B, D=0) da Eth0
4. 131.175.23.222 (1600B, D=1) da Eth2
5. 131.175.72.72 (1200B, D=1) da Eth0
6. 131.175.23.127 (500B, D=1) da Eth1

Versione 2

Un router ha le seguenti interfacce e la seguente tabella di routing. Riceve i pacchetti con destinazione, dimensioni e impostazione del bit “Don’t Fragment” indicati sotto. Si dica per ciascuno di essi come si comporta il router: inoltra diretto o indiretto, interfaccia di uscita, riga della tabella, motivazione pacchetto scartato.

*** Si contrassegnino con un asterisco le azioni che si effettuerebbero nel caso il pacchetto da scartare non fosse scartato.**

Eth0: Address: 175.131.23.196 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1500 B

Eth1: Address: 175.131.23.6 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1000 B

Eth2: Address: 175.131.24.118 – Netmask: 255.255.255.128 – MTU: 1200 B

FCI, Appello 26/01/2021 **SOLUZIONE!!!**

Network	Netmask	Next-hop
175.131.70.0	255.255.254.0	175.131.23.134
175.131.71.128	255.255.255.128	175.131.23.120
175.131.72.0	255.255.254.0	175.131.24.123
175.131.75.192	255.255.255.192	175.131.23.96
0.0.0.0	0.0.0.0	175.131.24.119

1. 175.131.23.122 (900B, D=1) da Eth0
2. 175.131.71.124 (1000B, D=1) da Eth2
3. 175.131.76.27 (1600B, D=0) da Eth0
4. 175.131.23.222 (1600B, D=1) da Eth2
5. 175.131.72.72 (1200B, D=1) da Eth0
6. 175.131.23.127 (500B, D=1) da Eth1

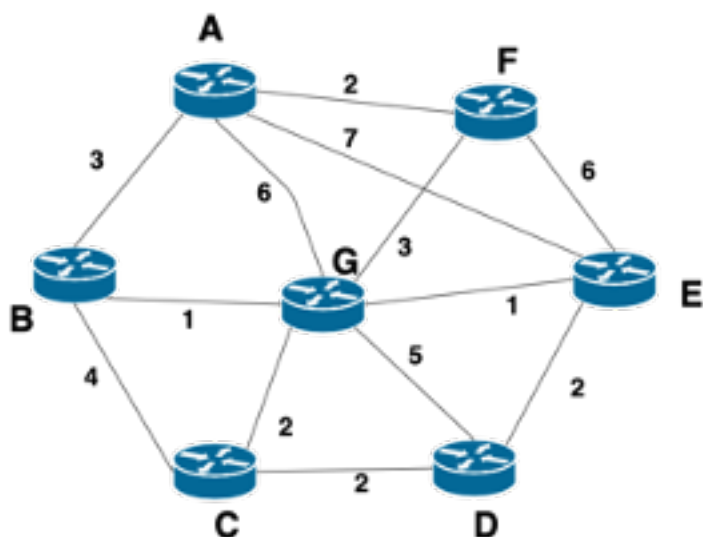
La soluzione è la stessa per le due versioni

<i>Pacchetto</i>	<i>Azione</i>	<i>Tipo inoltro (diretto/in diretto)</i>	<i>Riga tabella di routing</i>	<i>Interfaccia (<u>solo</u> se usata)</i>	<i>Motivo di scarto (<u>solo</u> se il pacchetto è scartato)</i>	<i>Frammentazione (sì/no)</i>
1	Inoltro	Diretto		ETH1		NO
2	Inoltro	Indiretto	Riga 1	ETH0		NO
3	Inoltro	Indiretto	Riga 5	ETH2		SI
4	Inoltro*	Diretto*		ETH0	Flag D=1	SI*
5	Inoltro	Indiretto	Riga 3	ETH2		NO
6	Passato ai livelli superiori					

FCl, Appello 26/01/2021 **SOLUZIONE!!!**

3 - Esercizio (5 punti)

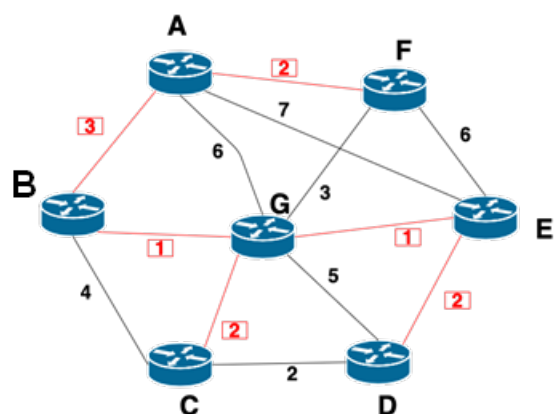
Si consideri il grafo in figura, che rappresenta una rete costituita da 7 *router* ed i costi dei relativi collegamenti.



Versione 1

Si trovi, utilizzando la tabella, l'albero dei cammini minimi avente come radice il **nodo A** usando l'algoritmo di **Dijkstra**. Si disegni, a fianco al grafo, l'albero dei cammini minimi finale, indicando anche i costi dei collegamenti inclusi nell'albero.

	A	B	C	D	E	F	G
Init	(0,-)	(inf,-)	(inf,-)	(inf,-)	(inf,-)	(inf,-)	(inf,-)
Step 1		(3,A)	#	#	(7,A)	(2,A)	(6,A)
Step 2		(3,A)	#	#	(7,A)		(5,F)
Step 3			(7,B)	#	(7,A)		(4,B)
Step 4			(6,G)	(9,G)	(5,G)		
Step 5			(6,G)	(7,E)			
Step 6				(7,E)			

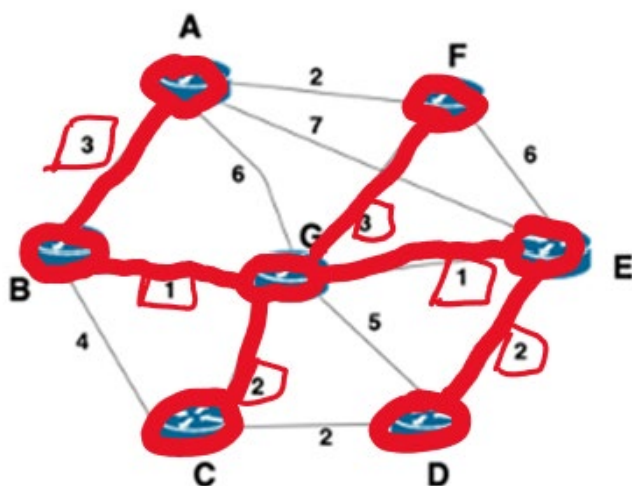


FCI, Appello 26/01/2021 SOLUZIONE!!!

Versione 2

Si trovi, utilizzando la tabella, l'albero dei cammini minimi avente come radice il **nodo E** usando l'algoritmo di **Dijkstra**. Si disegni, a fianco al grafo, l'albero dei cammini minimi finale, indicando anche i costi dei collegamenti inclusi nell'albero.

	A	B	C	D	E	F	G
Init					(0,-)		
Step 1	(7,E)			(2,E)		(6,E)	(1,E)
Step 2	(7,E)	(2,G)	(3,G)	(2,E)		(4,G)	
Step 3	(7,E)	(2,G)	(3,G)			(4,G)	
Step 4	(5,B)		(3,G)			(4,G)	
Step 5	(5,B)					(4,G)	
Step 6	(5,B)						

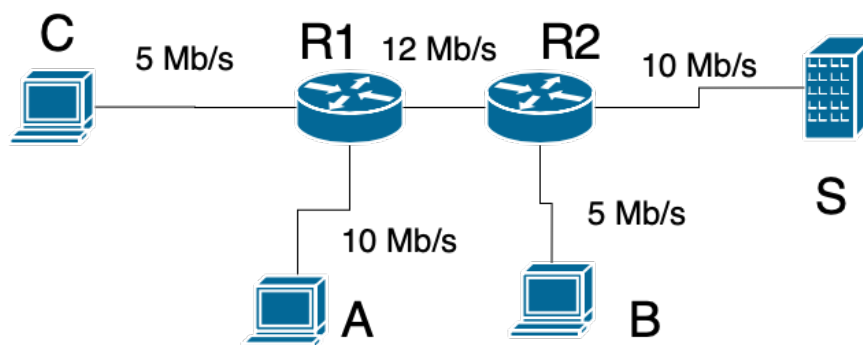


Quesiti (9 punti)

1 - (3 Punti)

Si consideri la rete in Figura, in cui sono presenti un flusso http tra C e B e 3 flussi interferenti, 1 tra A e B e 2 tra A e S:

- Quale è la capacità effettiva di trasferimento per il flusso http tra C e B? **2.5 Mb/s**
- Quale capacità è disponibile per ciascuno dei flussi tra A e S? **3.5 Mb/s ciascuno**
- Quale collegamento determina il collo di bottiglia per la connessione C-B? **R2-B**
- Qual è la banda residua sul collegamento A-R1? **0.5 Mb/s**



2 - (3 Punti)

Si consideri il blocco di indirizzi CIDR 140.28.88.0/21. Quante sottoreti /26 si possono ottenere da questo blocco e quanti sono gli indirizzi assegnabili ad host in ciascuna sottorete? Scrivere in formato decimale (D) e binario (B) l'indirizzo della sottorete /26 n° 6 (si assuma che la prima rete è la n° 0, la seconda rete è la n° 1 e così via) e l'indirizzo di broadcast diretto.

Numero sottoreti /26: $2^{(26-21)} = 32$

Numero di indirizzi assegnabili ad host: $2^6 - 2$ (indirizzi speciali) = 62

Indirizzo della rete n° 6 (D): 140.28.89.128/26

Indirizzo della rete n° 6 (B):

10001100.00011100.01011001.100000000 (i bit in rosso hanno un valore decimale pari a 6, identificando la rete n°6 /26).

Indirizzo di broadcast della rete n° 6 (D): 140.28.89.191

Indirizzo di broadcast della rete n° 6 (B):

10001100.00011100.01011001.10111111

3 - (3 Punti)

Un sistema di accesso multiplo a divisione di tempo (TDMA) è caratterizzato da un rate trasmissivo sul canale di $W=6$ Mb/s e da una velocità netta per ciascun sotto-canale (tributario) $V=350$ kb/s. Sapendo che in ciascuno slot vengono trasmessi

FCl, Appello 26/01/2021 SOLUZIONE!!!

D=700 bit di dati e H=200 bit di overhead, e che il tempo di guardia T_g è di 50 μs , calcolare il tempo di slot TS, il tempo di trama TT, e il numero N di sotto-canali.

$$\mathbf{TS = TB + T_g}$$

$$\mathbf{TB = (D+H) / W = 150 \text{ us}}$$

$$\mathbf{TS = 150 + 50 = 200 \text{ us}}$$

$$\mathbf{TT = D / V = 2 \text{ ms}}$$

$$\mathbf{N = TT / TS = 10}$$