

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

II Appello – 12 Febbraio 2019

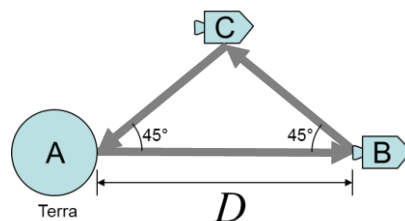
Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 1

(svolgere su questo foglio e sul retro, 8 punti)



Una sonda spaziale B è in comunicazione con la stazione A situata sulla terra. Il segnale da A a B viaggia sul canale diretto A→B. Per il canale di ritorno invece, ci si avvale di una sonda spaziale secondaria C che svolge la funzione di ripetitore. Per orientarsi verso la sonda ripetitore C, l'antenna trasmittente di B e ricevente di A sono orientate a 45° rispetto alla direzione AB (si veda disegno in alto).

Si consideri l'istante in cui la sonda B si trova a distanza $D = 10.5 \cdot 10^6$ km dalla Terra (A) [nota: per semplificare i calcoli, approssimare i ritardi di propagazione all'intero superiore in secondi]. A deve inviare a B un messaggio di lunghezza $B = 224$ byte, imponendo che le trame utilizzate abbiano tutte lunghezza massima ad eccezione eventualmente dell'ultima. Le velocità di trasmissione sono rispettivamente:

- da Terra (A) a sonda (B) $P_{AB} = 7$ bit/s;
- da sonda (B) a Terra (A) $P_{BA} = 2.4$ bit/s.

Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questo collegamento, sia di tipo HDLC così caratterizzato:

- dimensione fissa delle trame S: $L_a = 6$ byte,
- dimensione variabile delle trame I, che dipende della dimensione del pacchetto trasportato, fino ad una lunghezza massima di trama $L_{fmax} = 42$ byte dei quali 6 byte rappresentano l'overhead di trama
- tempo di elaborazione di una trama trascurabile

Se il protocollo è di tipo *Stop-and-Wait*, si calcoli in assenza di errori sul collegamento:

- 1) il tempo di trasferimento $T_{S\&W}$ del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- 2) il *throughput* dati effettivo della connessione $THR_{S\&W}$, misurato in [bit/s], e quanto questo vale in percentuale rispetto al massimo *throughput* raggiungibile in teoria (efficienza $\eta_{S\&W}$).

Si consideri ora il protocollo di tipo *Selective Repeat*, con dimensione della finestra di trasmissione $W_s = 3$ trame, finestra di ricezione, W_r , di ampiezza pari a 3 (**specificare l'ampiezza che si adotta**), numerazione trame a 3 bit. Si calcolino, sempre in assenza di errori sul collegamento, i seguenti parametri:

- il tempo di trasferimento T_{SR} del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- il *throughput* dati effettivo THR_{SR} della connessione, in [bit/s], e di quanto aumenta in percentuale l'efficienza η del collegamento con il protocollo *Selective Repeat* rispetto al protocollo *Stop-and-Wait* del caso precedente;
- la dimensione della finestra di trasmissione W_{s-out} che massimizza il *throughput* di questo collegamento.

Sempre con protocollo di tipo *Selective Repeat*, ma nel caso il canale sia soggetto a errori (si consideri timeout $T_O = 200$ s), si calcoli:

- 3) il tempo di trasferimento T'_{SR} del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso la sesta trama trasmessa da A vada persa e non venga ricevuta da B;
- 4) il numero totale N_{tot} di trame dati trasmesse, comprese quelle trasmesse due volte.

Domanda 1

$$D = 10500000 \text{ km} = d_d$$

$$d_u = 2 \cdot \frac{D}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \cdot D$$

$$\tau_d = \frac{D}{c} = 35 \text{ s} \quad \tau_u = \frac{d_u}{c} = \sqrt{2} \tau_d = 49.49 \text{ s} \approx 50 \text{ s}$$

$$P_d = 7 \text{ bit/s} \quad P_u = 24 \text{ bit/s} \quad B = 224 \text{ byte}$$

$$L_{fmax} = 42 \text{ byte} = L_a + L_{pmax} = (6 + 36) \text{ byte}$$

$$L_a = 6 \text{ byte}$$

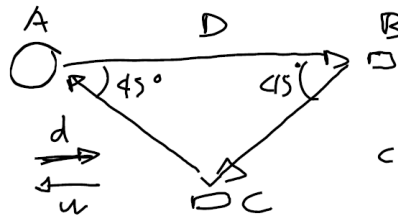
$$M_{pmax} = \left\lfloor \frac{B}{L_{pmax}} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{224}{36} \right\rfloor = 6$$

$$L_{plast} = B - (L_{pmax} \cdot M_{pmax}) = (224 - 6 \cdot 36) \text{ byte} \\ = (224 - 216) \text{ byte} = 8 \text{ byte}$$

$$T_{max} = L_{fmax} / P_d = \frac{42 \cdot 8}{7} \text{ s} = 48 \text{ s}$$

$$T_{plast} = L_{plast} / P_d = \frac{(8+6) \cdot 8}{7} \text{ s} = 16 \text{ s}$$

$$T_a = L_a / P_u = \frac{6 \cdot 8}{24} \text{ s} = 20 \text{ s}$$



$$c = 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Reti di Comunicazioni e Internet

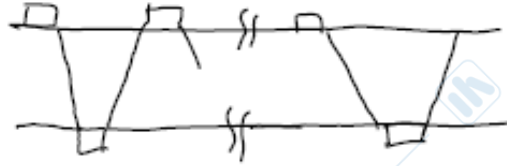
Prof. Massimo Tornatore

I Appello - 12 Febbraio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

S&W

$$\begin{aligned}
 T_{S\&W} &= 6(T_{fmax} + \tau_u + T_a + \tau_d) + T_{f_{last}} + \tau_u + T_a + \tau_d \\
 &= 6T_{fmax} + T_{f_{last}} + 7(\tau_u + T_a + \tau_d) \\
 &= [6 \cdot 48 + 16 + 7(35 + 50 + 20)] \text{ s} \\
 &= 1039 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 THR_{S\&W} &= \\
 &= B / T_{S\&W} \\
 &= 1.73 \text{ bit/s} \\
 \eta &= \frac{THR_{S\&W}}{P_u} = 25\%
 \end{aligned}$$

Selective Repeat senza errori

$W_s = 3$

$W_R = 3$



$$\begin{aligned}
 T_{fmax} + \tau_u + T_a + \tau_d &= (48 + 35 + 20 + 50) \text{ s} = 153 \text{ s} \\
 &> W_s \cdot T_{fmax} = (3 \cdot 48) \text{ s} = 144 \text{ s}
 \end{aligned}
 \Rightarrow$$

 \Rightarrow finestra stozza

$$\begin{aligned}
 T_{SR} &= \tau_u + T_a + \tau_d + T_{f_{last}} + (\tau_u + T_a + \tau_d + T_{fmax}) \cdot 2 \\
 &= 3(\tau_u + T_a + \tau_d) + 2T_{fmax} + T_{f_{last}} \\
 &= 427 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$THR_{SR} = B/T_{SR} = 4.2 \text{ bit/s}; \eta_{SR} = 60\%$$

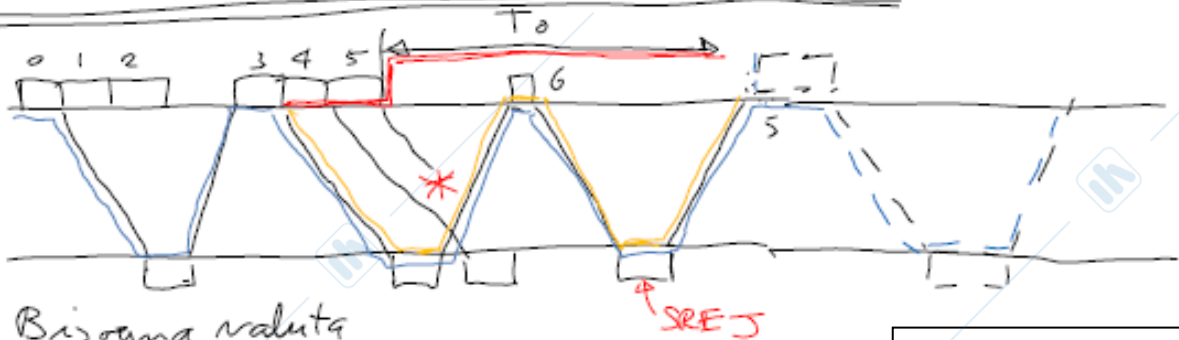
$$W_{SOTT} \mid W_{SOTT} \cdot L_{fmax} \geq L_{fmax} + \tau_d + \tau_a + \tau_u \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{SOTT} = \lceil (L_{fmax} + \tau_d + \tau_a + \tau_u) / T_{fmax} \rceil = 4$$

$$\left. \begin{array}{l} W_S = W_R \\ W_S + W_R \leq N = 2^b = 8 \end{array} \right\} \Rightarrow W_{Smax} = 4 = W_{SOTT}$$

È possibile adottare W_{SOTT}

Selective Repeat con errore su 6^a trama



Bisogna valutare se la ritrasmissione avviene per T_{out} o per $SREJ$

Nota: la trama 6 viene ritrasmessa per scadenza T_{out} , ma questa ritrasmissione non incide sul risultato finale (580s) perché è già stata ricevuta correttamente.

$$\tau_d + \tau_a + \tau_u + T_{fmax} + \tau_d + \tau_a + \tau_u =$$

$$= [2(35 + 50 + 20) + 16] \text{ s} = 226 \text{ s} < T_0 + 2T_{fmax} = 296 \text{ s}$$

\Rightarrow La trama 5 viene ritrasmessa \times arrivo del SREJ

$$T_{SR} = (T_{fmax} + \tau_d + \tau_a + \tau_u) \cdot 3 + T_{fmax} + \tau_d + \tau_a + \tau_u =$$

$$= 4(\tau_d + \tau_a + \tau_u) + 3T_{fmax} + T_{fmax} = 580 \text{ s}$$

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello - 12 Febbraio 2019

Cognome e nome:

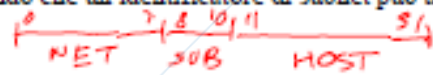
(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 2Nel sistema di indirizzamento IP *classfull*, si consideri l'indirizzo della rete 105.0.0.0 di classe A (18,

- a) Quante sottoreti /11 possono essere ricavate dalla rete base, assumendo che un identificatore di subnet può essere costituito da tutti 0 o tutti 1?

$$N_{22} = \exp_2(11 - 8) = 2^3 = 8$$



- b) Completare: la sottorete 105.96.0.0/11 è la sottorete # 3 della rete base.

$$.96 \rightarrow [01]0000$$

- c) Si partizioni ulteriormente la sottorete 105.160.0.0/11 in N sottoreti / n che permettano di indirizzare almeno 512 host ognuna (a questi host si assegnano host-id adiacenti a partire dal valore più piccolo possibile).

Qual è la lunghezza del prefisso di sottorete n ? Quante sottoreti N_n con prefisso / n è possibile creare?

$$n = 22$$

$$N_n = \exp_2(22 - 11) = 2^{11} = 2048$$

Si scriva in formato decimale (D) la maschera (netmask) delle sottoreti / n

$$\text{Netmask (D): } 255.255.252.0$$

$$.160 \rightarrow [10]0000$$

$$[11111]00 \rightarrow 252$$

- d) Si scrivano in formato decimale (D) e binario (B):

1. l'indirizzo broadcast della sottorete / n #0

$$D: 105.160.3.255$$

$$B: 01101001.10100000.00000011.11111111$$

2. l'indirizzo dell'ultimo host (quello dall'indirizzo più alto) della sottorete / n #1.

$$D: 105.160.7.254$$

$$B: 01101001.10100000.00000111.11111110$$

- e) A cosa corrisponde l'indirizzo 105.160.239.255 nel sistema di indirizzamento costruito in questo esercizio? (completare la frase o le frasi nel modo opportuno)

L'host # 61439 della (sotto)rete # 5 avente indirizzo decimale(D) 105.160.0.0 / 11

L'host # _____ della (sotto)rete # _____ avente indirizzo decimale(D) _____ / _____

L'indirizzo broadcast della (sotto)rete # 59 avente indirizzo decimale(D) 105.160.236.0 / 22

L'indirizzo broadcast della (sotto)rete # _____ avente indirizzo decimale(D) _____ / _____

$$01101001 [10]00000.11101111.11111111$$

$$01101001.101[00000.111011]11.11111111$$

Reti di Comunicazioni e Internet

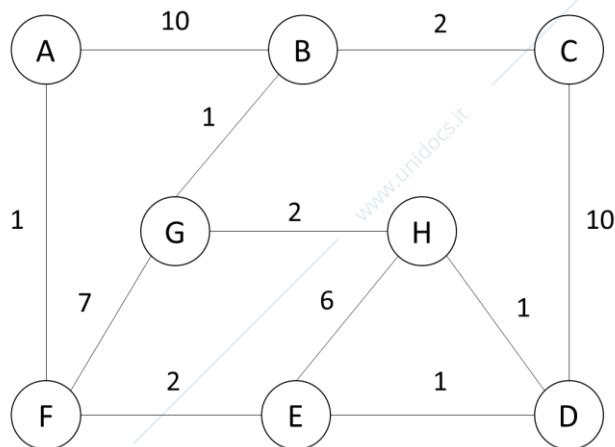
Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 12 Febbraio 2019

Domanda 3

(5 punti)

Data la rete rappresenta in figura (in cui su ogni link è riportato il costo) si trovi, mediante l'algoritmo di *Dijkstra*, l'albero dei cammini minimi con origine nel nodo B. Utilizzando i grafi sottostanti, ad ogni passo si evidenzino sul grafo relativo il ramo ed il nodo aggiunti. Inoltre si riporti nella tabella seguente ad ogni passo e per ogni nodo x il vettore (D_x, p_x) , dove p_x è il nodo precedente di x nel percorso e D_x è la distanza al passo corrente del nodo x dal nodo radice. Per ogni passo, si indichi inoltre nella colonna MST della tabella quali nodi sono via via aggiunti nell'albero corrente (**N.B. Convenzionalmente, si assuma che al passo 0 l'albero contenga soltanto il nodo B e che i nodi rimanenti siano aggiunti a partire dal passo 1**).



Passo	MST	A		C		D		E		F		G		H	
		D_A	p_A	D_C	p_C	D_D	p_D	D_E	p_E	D_F	p_F	D_G	p_G	D_H	p_H
0	B	10	B	2	B	inf	-	inf	-	inf	-	1	B	inf	-
1	B, G	10	B	2	B	inf	-	Inf	-	8	G	"	"	3	G
2	B, G, C	10	B	"	"	12	C	-	-	8	G	"	"	3	G
3	B, G, C, H	10	B	"	"	4	H	9	H	8	G	"	"	"	"
4	B, G, C, H, D	10	B	"	"	"	"	5	D	8	G	"	"	"	"
5	B, G, C, H, D, E	10	B	"	"	"	"	"	"	7	E	"	"	"	"
6	B, G, C, H, D, E, F	8	F	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	B, G, C, H, D, E, F, A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

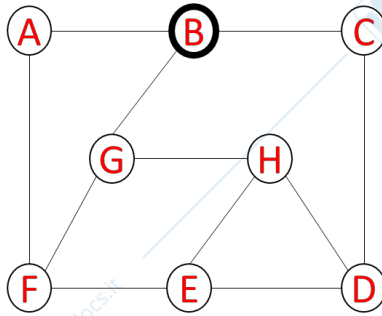
I Appello – 12 Febbraio 2019

Cognome e nome:

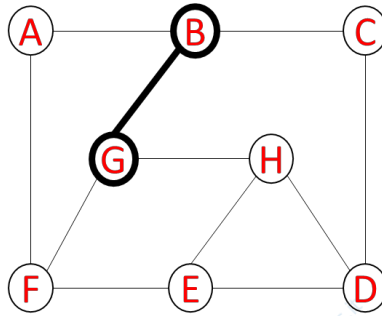
(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

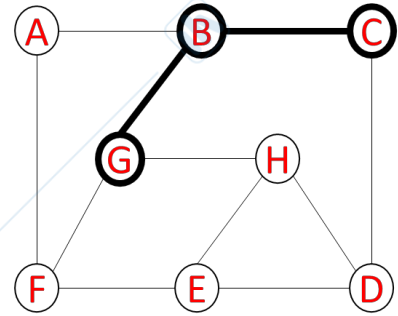
SOLUZIONE



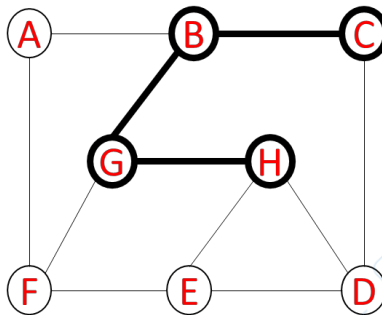
Passo 0



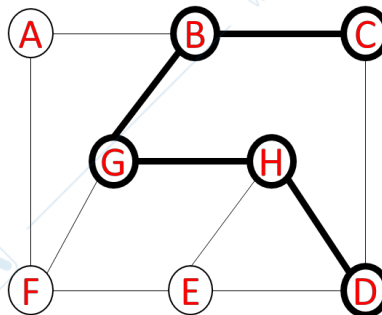
Passo 1



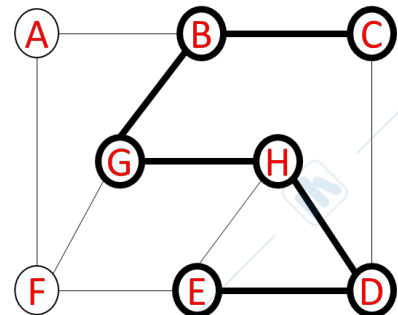
Passo 2



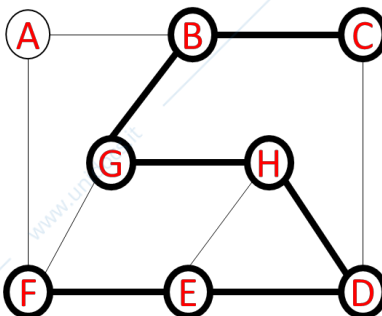
Passo 3



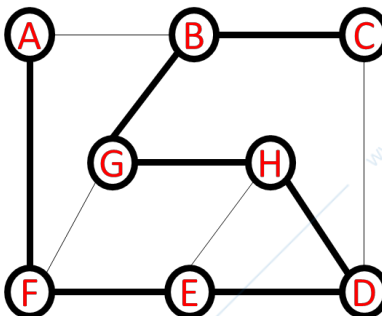
Passo 4



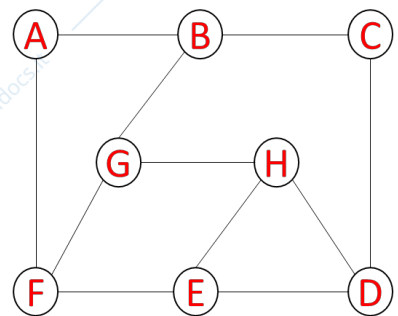
Passo 5



Passo 6



Passo 7



Passo 8

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 12 Febbraio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domande teoria
(8 punti)**Rispondere alle seguenti domande usando la minima quantità di testo necessaria**

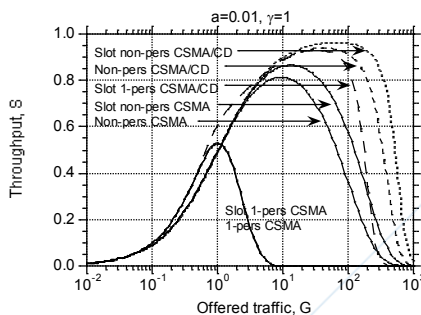
- A. Su un collegamento a $C=60$ Mbit/s, a cui accedono canali tributari con frequenza di picco $P = 5$ Mbit/s e fattore di burstiness $B = 0.6$, qual è il numero massimo N di canali che posso accettare nel caso di moltiplicazione statistica (N_{stat}) e moltiplicazione deterministica (N_{det})?

$$N_{det} = C/P = 12$$

$$N_{stat} = C/A = 20 \text{ (dove } A = PB = 3 \text{ Mbit/s)}$$

- B. Si considerino le prestazioni del protocollo CSMA sia nel caso persistente che nel caso non-persistent. Si traccino, in un unico grafico, due curve che rappresentino l'andamento qualitativo del throughput S del CSMA per i due casi (persistente e non persistente) al variare del traffico offerto G , commentando brevemente eventuali intersezioni (nb: si può trascurare il fatto che il protocollo utilizzato sia slotted o meno).

Risposta: Si osservino le due curve + basse del grafico sottostante.



Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 12 Febbraio 2019

- C. Nel protocollo Wireless-LAN IEEE 802.11, rappresentare la struttura della rete mediante uno schema che comprenda: Basic Service Set (BSS), Access Point (AP), Extended Service Set (ESS), Distribution System (DS)

SOLUZIONE

v. teoria

- D. Un router R1 è interconnesso ad un router R4 attraverso due router intermedi R2 e R3. Si spieghi il principio di funzionamento dell'applicativo *traceroute* fornendo un **esempio grafico** di come esso venga utilizzato dal router R1 per scoprire la serie di router attraversati nel cammino verso R4.

SOLUZIONE

v. teoria