

Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Prova Intermedia – 4 maggio 2010

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

NB1: In ogni esercizio, ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo (esempi di risposte non accettabili: SI, NO, $T=5.43$). **NB2:** leggere le domande prima di rispondere!

Domanda 1

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (7 punti)

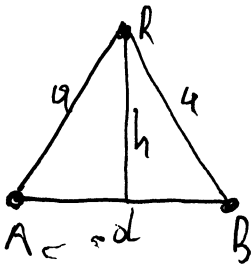
Una stazione A invia dati a una stazione B distante d attraverso un collegamento radio di capacità $C = 45$ Mbit/s realizzato attraverso un ripetitore R su un pallone ad altezza $h = 10$ km dalla congiungente AB. Sia α l'angolo formato dalle congiungenti RAB e RBA (l'angolo con cui viene visto R dalle stazioni A e B rispetto alla congiungente).

Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questi collegamenti, sia così caratterizzato:

- pacchetti dati di dimensione fissa $L_D = 600$ byte, consistenti in 400 byte di carico utile e 200 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa $L_A = 100$ byte;
- tempo di elaborazione pacchetto dati da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto dati e la trasmissione dell'ACK) trascurabile;
- tempo di elaborazione pacchetto ACK da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto ACK e la trasmissione del pacchetto dati successivo) trascurabile.

Il protocollo sia di tipo *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a $W = 7$ pacchetti dati e TimeOut di ritrasmissione $TO = 1$ ms (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

a) Si calcoli a partire da quale distanza d l'utilizzo del collegamento ARB diventa $< 100\%$. (3 punti)



$$T_D = 106.7 \mu s \quad \Delta = 2\alpha / c$$

$$T_A = 17.8 \mu s \quad a = \sqrt{h^2 + d^2/4}$$

Condizione di saturazione: $2a + T_A > 6T_D$

$$\frac{4}{c} \sqrt{h^2 + d^2/4} > 6T_D - T_A \quad d > 2 \sqrt{\frac{c^2}{16}(6T_D - T_A)^2 - h^2} = 91.165 \text{ km}$$

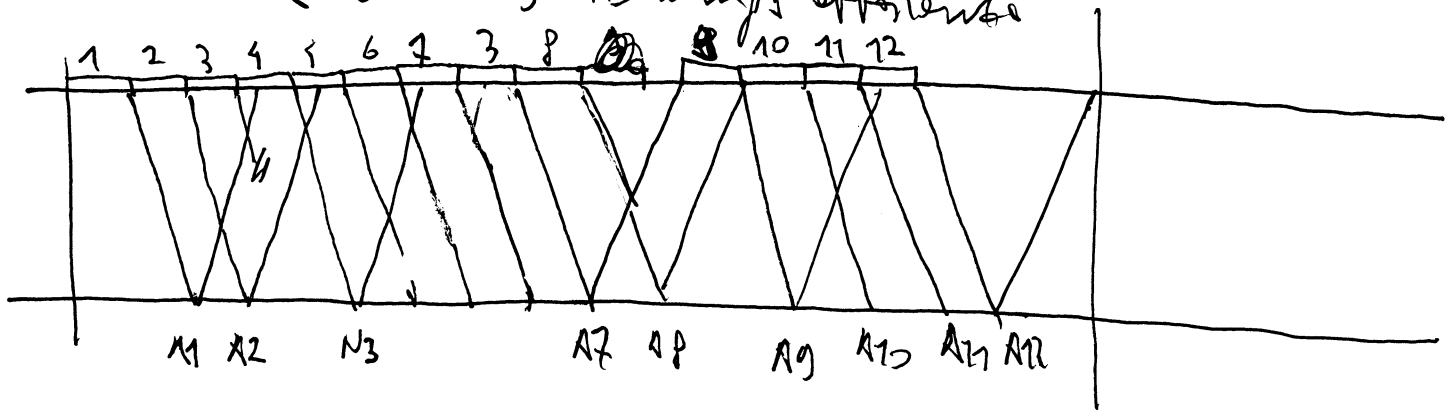
- b) Si consideri il sistema con $d = 30$ km e dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione $W = 6$. Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento dati di lunghezza 4500 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il terzo pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da B. (4 punti)

$$\left\lceil \frac{4500}{400} \right\rceil = 12 \text{ pacchetti}$$

$$Q = \sqrt{h^2 + d^2/4} = 18.03 \text{ Km} \quad \Delta = \frac{2Q}{c} = 120.2 \mu s$$

$$2\Delta + T_A \approx 2.4 T_D \Rightarrow \text{K cont.}$$

~~K TO~~ \Rightarrow TO lungo l'effettuale



$$T_{\text{Tot}} = 9T_D + 2\Delta + T_A + 3T_D + 2\Delta + T_A = 12T_D + 2(2\Delta + T_A) =$$

$$1796.3 \mu s$$

$$= 1.8 \text{ ms}$$

Cognome e nome:

(stampatello)

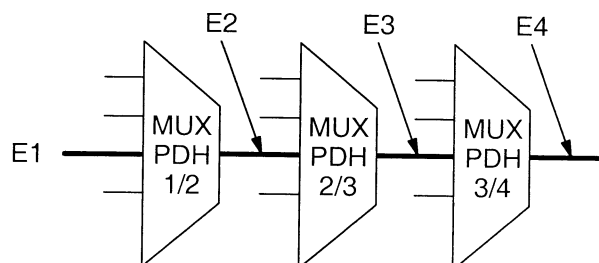
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 2

(svolgere su questo foglio) (6 punti)

Sia dato il sistema di multiplazione PDH in figura.



Si ricordano i seguenti parametri dei segnali PDH:

	E2	E3	E4
Frequenza di cifra nominale	8.448 Mbit/s	34.368 Mbit/s	139.264 Mbit/s
Numero di settori $2(k+1)$	4	4	6
Lunghezza di trama	848 bit	1536 bit	2928 bit
Numero di bit per settore	212 bit	384 bit	488 bit
Numero di bit disponibili per tutti i 4 tributari nei vari settori esclusi i bit di opportunità di giustificazione (bit I)	820 bit	1508 bit	2888 bit
Numero di bit di opportunità di giustificazione (per trama, per tributario)	1	1	1
Numero di bit di controllo di giustif. $2k+1$ (per trama, per tributario)	3	3	5

Si supponga che:

- il segnale E1 abbia una deviazione relativa di frequenza rispetto al valore nominale pari a $-5 \cdot 10^{-6}$;
- la frequenza del segnale E4 valga $f_{E4} = 139.265$ Mbit/s;
- il rapporto di giustificazione (frazione di opportunità di giustificazione occupate da cifre significative) del segnale E1 multiplato nel segnale E2 valga $\rho_1 = 0.57$,
del segnale E2 multiplato nel segnale E3 sia $\rho_2 = 0.58$;

Si calcoli il rapporto di giustificazione del segnale E3 multiplato nel segnale E4 (ρ_3)

$$2.048 \text{ Mbit/s} (1 - 5 \cdot 10^{-6}) = f_{E2} \frac{205 + 0.57}{848} \rightarrow f_{E2} = 2.448194 \text{ Mbit/s}$$

$$f_{E2} = f_{E3} \frac{377 + 0.58}{1536} \rightarrow f_{E3} = 34.36436 \text{ Mbit/s}$$

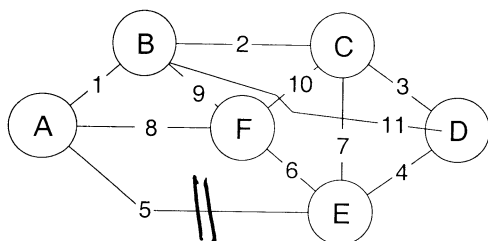
$$f_{E3} = f_{E4} \frac{722 + \rho_3}{2928} \rightarrow \rho_3 = 0.56217$$

Domanda 3

(svolgere su questo foglio e sul retro) (6 punti)

- a) Applicare l'algoritmo *Distance Vector* (DV) alla rete in figura (nodi A-F, collegamenti 1-11) e per le condizioni iniziali specificate al tempo $t=t_0$, senza applicare la regola dello *split horizon*. Il costo di tutti i collegamenti sia unitario. Si aggiornino le tabelle di *routing* e si scrivano i DV a ogni passaggio, supponendo che i DV tra i nodi siano scambiati nella sequenza indicata ($t_i < t_{i+1}$) e non vengano inviati altri DV oltre a quelli indicati.

NB: Aggiornando le tabelle di *routing*, limitarsi a completare solo le tabelle diverse rispetto al passo precedente. Si mantengano le righe delle tabelle in ordine alfabetico.



- b) Cosa cambia se si applica la regola dello *split horizon con poisonous reverse*? Apportare le modifiche necessarie alle tabelle compilate, inserendo i nuovi valori tra parentesi a destra dei precedenti.

Tabelle di routing al tempo $t=t_0$:

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	5	4
C	1	2
D	1	5

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	2	2
D	2	2

C →	Collegam.	Costo
A	10	4
B	2	1
C	-	0
D	3	1
E	2	3
F	10	1

D →	Collegam.	Costo
A	4	2
B	11	2
C	3	2
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
E	-	0
F	6	1

F →	Collegam.	Costo
A	9	2
B	8	2
D	8	3
F	-	0

Al tempo $t=t_1$ si interrompe il collegamento A-E.

DV inviato A → F al tempo $t=t_2$: (8)

A	D	
B	∞	
C	2	
D	5	

DV inviato B → C al tempo $t=t_3$: (2)

A	1	
B	0	
C	2 (∞)	
D	2 (∞)	

DV inviato D → B al tempo $t=t_4$: (1)

A	2	
B	2 (∞)	
C	2	
D	0	

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A	5	∞

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	2	2
D	11	1

C →	Collegam.	Costo
A	2	2
B	2	1
C	-	0
D	3	1
E	2	3
F	10	1

D →	Collegam.	Costo
-----	-----------	-------

E →	Collegam.	Costo
-----	-----------	-------

F →	Collegam.	Costo
A	∞	1
B	∞	∞
C	∞	2
D	∞	∞
F	-	0

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 4

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (17 punti)

(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).

- 1) 8 flussi numerici a 256 kbit/s sono multiplati in modo sincrono a interallacciamento di bit. La ~~sua~~ trama è composta da 2 byte di overhead e 6 byte di tributario. Si calcolino la frequenza di multiplo f_m e il periodo di trama T_m . (2 punti)

$$f_m = 8 \cdot 256 \text{ Kbit/s} \cdot \frac{8}{6} = 2730.667 \text{ KHz}$$

$$T_m = \frac{L_m}{f_m} = 23.47 \mu\text{s}$$

- 2) Un segnale $s(t)$ di durata T e banda $B = 3 \text{ kHz}$ è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con Q livelli di quantizzazione. (3 punti)

- La durata del segnale è 10 minuti. Qual è il valore massimo di Q se la dimensione del file risultante deve essere $< 4 \text{ Mbyte}$ ($M = \times 1024^2$)?

$$T \cdot f_c \cdot N_b < L \quad N_b < \frac{4 \text{ Mbyte}}{10 \cdot 6 \text{ KHz}} = 9.32 \rightarrow N_b \leq 9 \text{ bit} \quad Q \leq 512$$

- A parità di dimensione del file, quanto diventa T se raddoppio il numero di livelli di quantizzazione?

$$N_b = 10 \text{ bit} \rightarrow T = \frac{9}{10} 600 \text{ sec} = 540 \text{ sec}$$

- 3) N sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata $A = 80 \mu\text{s}$ con intervallo B , tra un pacchetto e il seguente, puramente casuale tra $200 \mu\text{s}$ e $500 \mu\text{s}$ (distribuzione uniforme). I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 2.5 \text{ Gbit/s}$. (3 punti)

- Fino a quante sorgenti posso moltiplicare, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 30%?

$$N \cdot 100 \text{ Mbit/s} \cdot \frac{80 \mu\text{s}}{400 \mu\text{s}} \leq 0.30 \cdot 2.5 \text{ Gbit/s} \rightarrow N \leq 40$$

- Misuro un'occupazione media del buffer pari a 120 kbit. Quanti pacchetti sono in coda, mediamente? Qual è il tempo di attesa medio in coda, prima che inizi la trasmissione?

$$L = 100 \text{ Mbit/s} \cdot 80 \mu\text{s} = 8000 \text{ bit} \quad \frac{120 \text{ kbit}}{8 \text{ kbit}} = 15 \text{ pacchetti}$$

$$T = \frac{L}{C} = 3.2 \mu\text{s}$$

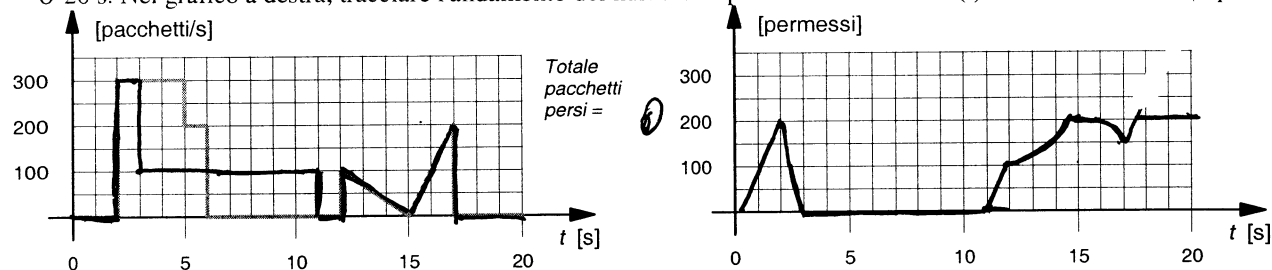
$$W = N \cdot T = 48 \mu\text{s}$$

4) Si consideri un sistema *token bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer dei permessi: $W=200$ permessi;
- dimensione del buffer dei pacchetti: infinita;
- frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 10 ms.

100 pk/s

Sia dato l'andamento della frequenza di arrivo dei pacchetti rappresentato nel grafico a sinistra. Tracciare sullo stesso grafico l'andamento della frequenza di ritrasmissione e indicare il numero di pacchetti persi nell'intervallo 0-20 s. Nel grafico a destra, tracciare l'andamento del numero di permessi nel buffer $N(t)$. (3 punti)



5) Per quale motivo l'algoritmo di instradamento basato su *Distance Vector* si adatta meno bene dell'algoritmo basato su *Link State Packets* a reti composte da molti nodi? (2 punti)

6) A cosa serve la giustificazione di bit?

(2 punti)

7) Per quale motivo nelle WLAN si utilizza una procedura di *Collision Avoidance* invece di quella di *Collision Detection* utilizzata nelle LAN su cavo?

(2 punti)