

Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Prova Intermedia – 24 aprile 2012

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) (8 punti)

Un terminale A, sulla guglia di una delle due Petronas Towers di Kuala Lumpur (altezza $h = 451.9$ m), invia dati a un terminale B a terra a distanza d dalla base della torre, attraverso un collegamento radio di capacità $C = 600$ Mbit/s. Sia α l'angolo formato dalla congiungente AB con la torre.

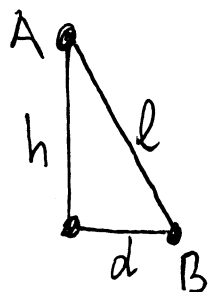


Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questi collegamenti, sia così caratterizzato:

- pacchetti dati di dimensione fissa $L_D = 150$ byte, consistenti in 130 byte di carico utile e 20 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa $L_A = 20$ 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 $W = 3$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 50$ μ s (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

- a) Si calcoli per quali valori di d la velocità di trasferimento dati sul collegamento AB diventa inferiore a 600 Mbit/s. (3 punti)



$$l = \sqrt{h^2 + d^2}$$

$$T_D = \frac{L_D}{C} = 2 \mu s$$

$$\alpha = l/c$$

$$T_A = \frac{L_A}{C} = 0.267 \mu s$$

Transmissione discontinua se $2\alpha + T_A > 2T_D$

$$\frac{2}{C} \sqrt{h^2 + d^2} + T_A > 2T_D$$

$$d > \sqrt{\frac{C^2}{4} (2T_D - T_A)^2 - h^2} = 330.74 \text{ m}$$

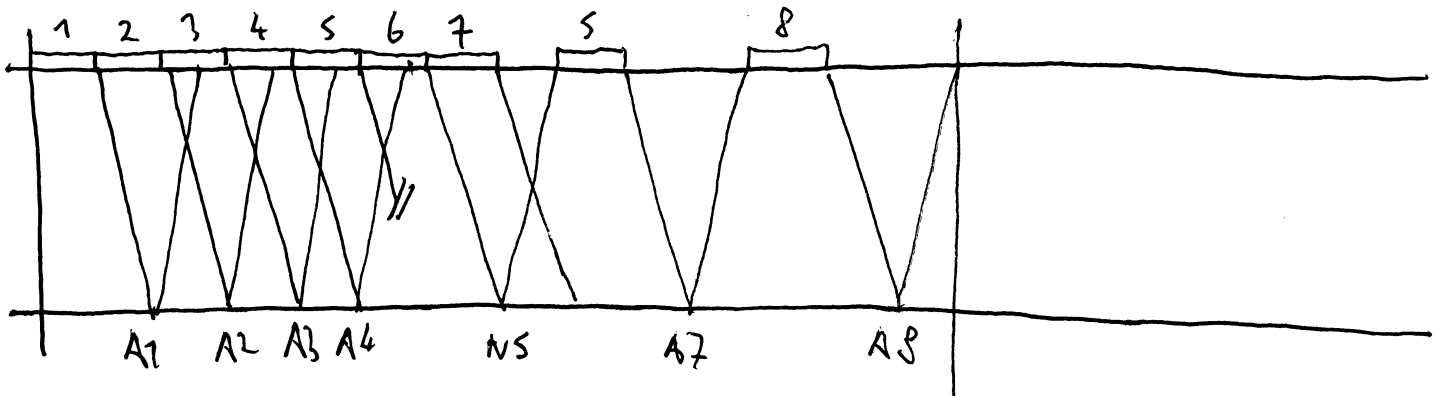
- b) Si consideri il sistema con $d = 200$ m. Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento dati di lunghezza 1000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 5° pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da B. (5 punti)

$$\left\lceil \frac{1000}{130} \right\rceil = 8 \text{ pacchetti} \quad l = \sqrt{h^2 + d^2} = 494.18 \text{ m}$$

$$\tau = l/c = 1.647 \mu\text{s}$$

$$2\tau + T_A \cong 1.78 T_D \Rightarrow \text{Tx cont.}$$

$$\angle T_D \Rightarrow \text{TD lunga abbastanza}$$



$$T_{TOT} = 5T_D + 3(T_D + 2\tau + T_A) = 26.68 \mu\text{s}$$

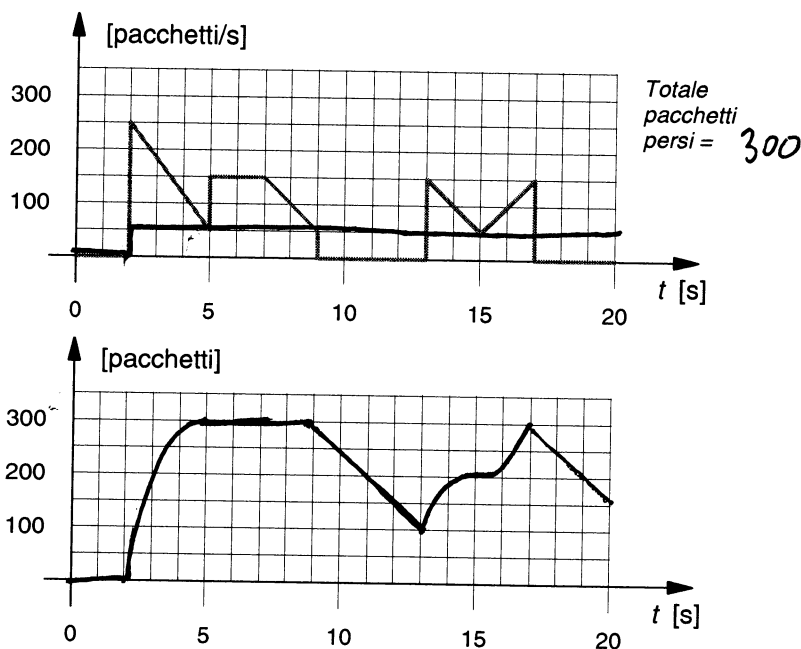
Domanda 2

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (6 punti)

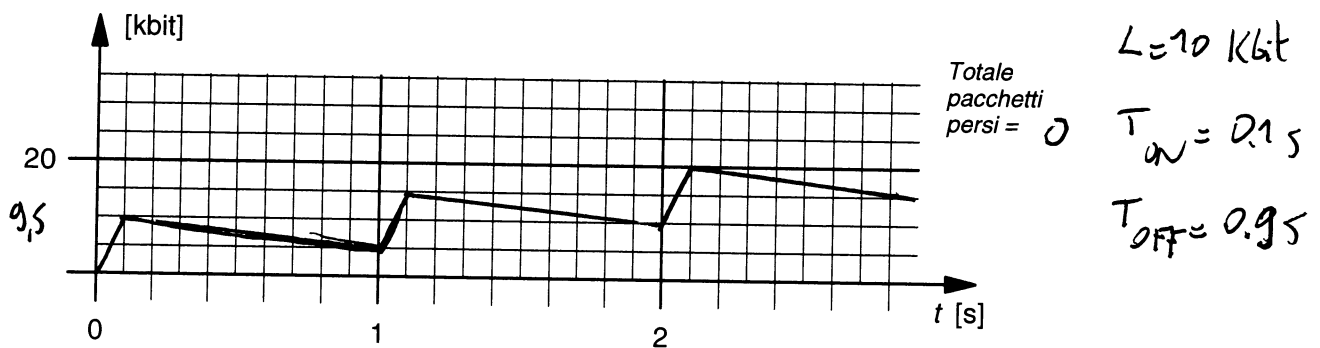
- a) Si consideri un sistema *leaky bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):
- dimensione del buffer: $W = 300$ pacchetti;
 - frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 20 ms.

50 k/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 in basso, tracciare l'andamento del numero di pacchetti nel buffer $N(t)$ nell'intervallo 0–20 s. (4 punti)



- b) Una sorgente trasmette pacchetti a un moltiplicatore statistico con buffer di capacità $B = 2500$ byte. La sorgente trasmette pacchetti di lunghezza $L = 1250$ byte al ritmo di 1 pacchetto/s con velocità $S = 100$ kbit/s. La linea d'uscita ha capacità $C = 5$ kbit/s ed è realizzata su un sistema di trasmissione in fibra ottica ($v = 2 \cdot 10^8$ m/s) di lunghezza 10 km. Il buffer è inizialmente vuoto. La sorgente si attiva a partire da $t = 0$ s. Disegnare l'andamento del numero di bit nel buffer $N(t)$ nell'intervallo in figura. Quanti bit vanno persi? (2 punti)

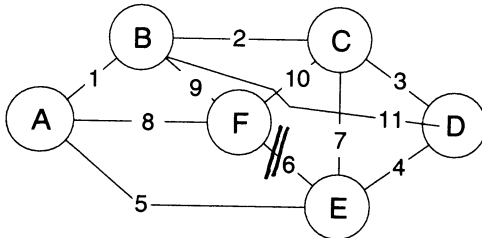


Domanda 3

(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	3
C	5	2
E	5	1

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	9	2
E	2	3
F	2	3

C →	Collegam.	Costo
A	10	1
B	10	1
C	-	0

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

E →	Collegam.	Costo
A	6	2
B	7	2
E	-	0
F	6	2

F →	Collegam.	Costo
A	8	2
C	8	4
D	8	4
F	-	0

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

DV inviato E → D al tempo $t=t_2$: (4)

A	∞	
B	2	
E	0	
F	∞	

DV inviato F → B al tempo $t=t_3$: (4)

A	2	
C	4	
D	4	
F	0	

DV inviato A → E al tempo $t=t_4$: (5)

A	0	
B	3 (∞)	
C	2 (∞)	
E	1 (∞)	

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
E		

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	9	5
D	9	5
E	2	3
F	9	1

C →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
E		

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

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	3	2
C	5	3 (∞)
E	-	0
F	6	∞

F →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
E		

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 4

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (16 punti)

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

-
- 1) Una stazione Ethernet 10 Mbit/s (CSMA-CD) trasmette trame di lunghezza massima 1526 byte (1500 byte di payload) spaziate il tempo minimo IFG = 9.6 μ s. Qual è la capacità disponibile (payload) [bit/s] per il trasporto delle PDU del livello superiore? (2 punti)

$$L = 1526 \text{ byte} \quad T = \frac{L}{c} = 1220,8 \mu\text{s}$$

$$C_{PL} = \frac{1500 \text{ byte}}{T + \text{IFG}} = 9,753 \text{ Mbit/s}$$

-
- 2) Un segnale $s(t)$ di durata T e banda $B = 22$ kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con Q livelli di quantizzazione. La durata del segnale è 1 ora. Qual è il valore massimo di Q se la dimensione del file risultante deve essere inferiore a 250 Mbyte ($M = \times 1024^2$)? (2 punti)

$$f_c = 2B = 44 \text{ KHz} \quad f_c N_b T < 250 \text{ Mbyte}$$

$$N \leq 13$$

$$N_b < \frac{250 \text{ Mbyte}}{2 \cdot 22 \text{ KHz} \cdot 1 \text{ h}} = 13.24 \text{ bit}$$

$$Q \leq 2^{13} = 8192$$

-
- 3) Perché una Wireless LAN usa gli ACK? Spiegare due motivi per cui non è sufficiente rilevare le collisioni come nel primo Ethernet. (3 punti)

4) Enunciare la tecnica dello *split horizon* con *poisonous reverse* nell'algoritmo *Distance Vector*. (2 punti)

5) In quale caso un *bit di opportunità di giustificazione* ha valore costante nel tempo? (2 punti)

6) In una rete Gigabit Ethernet full duplex, si immagini che tutte le stazioni trasmettano una trama contemporaneamente. Si ha collisione? Perché sì o perché no? (2 punti)

7) Secondo il protocollo CSMA *p*-persistente, cosa fa una stazione che ha una trama pronta da trasmettere, ascolta il canale e: (3 punti)

a) lo sente libero?

b) lo sente occupato?