

# Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Prova Intermedia – 5 maggio 2011

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

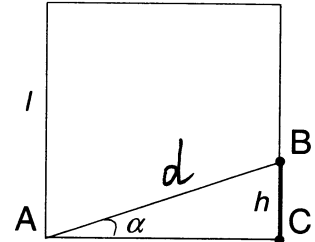
Matricola:

**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)

Una stazione B si muove lungo il lato destro del quadrato di lato  $l = 50$  km in figura, allontanandosi da C, e trasmette dati ad A in continuazione, attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità  $C = 45$  Mbit/s. Sia  $\alpha$  l'angolo formato da AB rispetto alla base AC del quadrato.



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

- pacchetti dati di dimensione fissa  $L_D$ , consistenti in 120 byte di carico utile e 40 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa  $L_A = 40$  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.

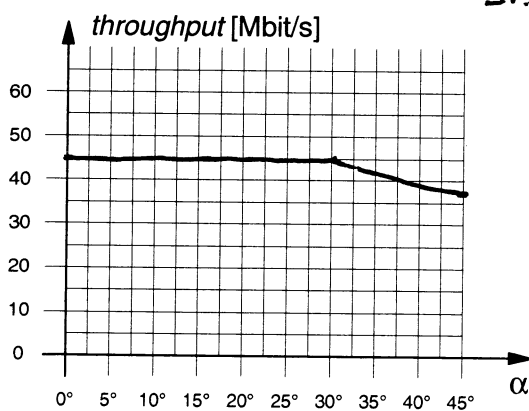
Il protocollo sia di tipo *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a  $W = 15$  pacchetti dati e TimeOut di ritrasmissione  $TO = 1$  ms (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK).

- a) Si calcoli la velocità effettiva di trasferimento dei dati al variare dell'angolo  $\alpha$  nell'intervallo  $0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$  e se ne tracci l'andamento in funzione di  $\alpha$  nel grafico sottostante. Calcolare anche il valore limite di  $\alpha$  per cui la trasmissione diventa discontinua. (4 punti)

$$\text{Throughput}(\alpha = 0^\circ) = 45 \text{ Mb/s}$$

$$\text{Throughput}(\alpha = 45^\circ) = 37.87 \text{ Mb/s}$$

Trasmissione discontinua per  $\alpha (> \dots < \dots) \geq 31.5^\circ$



$$d = \frac{l}{\cos \alpha} \quad r = \frac{l}{c \cos \alpha}$$

$$T_D = 28.44 \mu s \quad T_A = 7.11 \mu s$$

$$Tx \text{ cont } \approx 2\alpha + T_A \leq 14 T_D$$

$$\alpha \leq 195.5 \mu s \quad \alpha \geq 31.5^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ \rightarrow THR = C$$

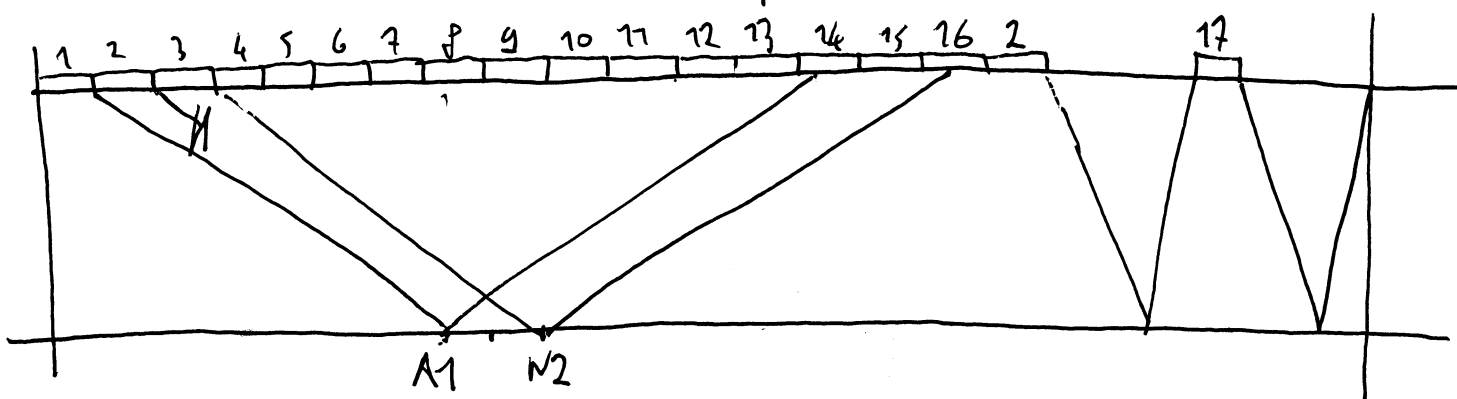
$$\alpha = 45^\circ \rightarrow THR = \frac{15 L_D}{T_D + T_A + 2\alpha} = 37.87 \text{ Mb/s}$$

- b) Si consideri il sistema con  $\alpha = 15^\circ$ . Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento dati di lunghezza 2000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il secondo pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da B. (4 punti)

$$\tau = \frac{l}{c \cos \alpha} = 172.5 \mu s \quad \left\lceil \frac{2000}{120} \right\rceil = 17 \text{ pacchetti dati} \quad W=15$$

$$2\tau + T_A \cong 12.4 T_D \Rightarrow T_x \text{ cont}$$

$$< T_D \Rightarrow T_D \text{ fronte abbattente}$$



$$T_{tot} = 17T_D + 2\tau + T_A + T_D + 2\tau + T_A = 1,216 \text{ ms}$$

**Cognome e nome:***(stampatello)**(firma leggibile)***Matricola:**

---

**Domanda 2***(svolgere su questo foglio) (5 punti)*

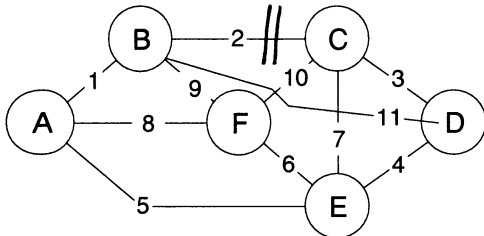
- a) Si descriva il funzionamento di un protocollo CSMA  $p$ -persistente senza CD. Cosa fa una stazione quando ha un pacchetto pronto da trasmettere se vede il canale libero? E se lo vede occupato? Cosa è  $p$ ?
- b) Può avvenire una collisione pur essendoci la funzione CS? Perché?
- c) Per quali valori di  $p$  il protocollo permette un *throughput* migliore? Per  $p = 0$  o per  $p = 1$ ?

**Domanda 3**

(svolgere su questo foglio e sul retro) (5 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	8	2
C	1	2
D	1	1

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	2	4

C →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	2	1
C	-	0
D	3	4
E	7	1

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

E →	Collegam.	Costo
A	6	1
B	7	2
E	-	0
F	6	1

F →	Collegam.	Costo
A	8	2
B	8	2
C	10	1
D	8	4
F	-	0

Al tempo  $t=t_1$  si interrompe il collegamento B-C.

DV inviato B → F al tempo  $t=t_2$ : (3)

A	1	
B	0	
C	∞	

DV inviato C → E al tempo  $t=t_3$ : (4)

A	2	
B	∞	
C	0	
D	4	
E	1 (∞)	

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

A	1 (∞)	
B	0	
C	∞	

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_5$ :**

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

B →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

C →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

D →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

E →	Collegam.	Costo
A	6	1
B	1	∞
C	1	1
D	1	5
E	-	0
F	6	1

F →	Collegam.	Costo
A	8	2
B	9	1
C	10	1
D	8	4
F	-	0

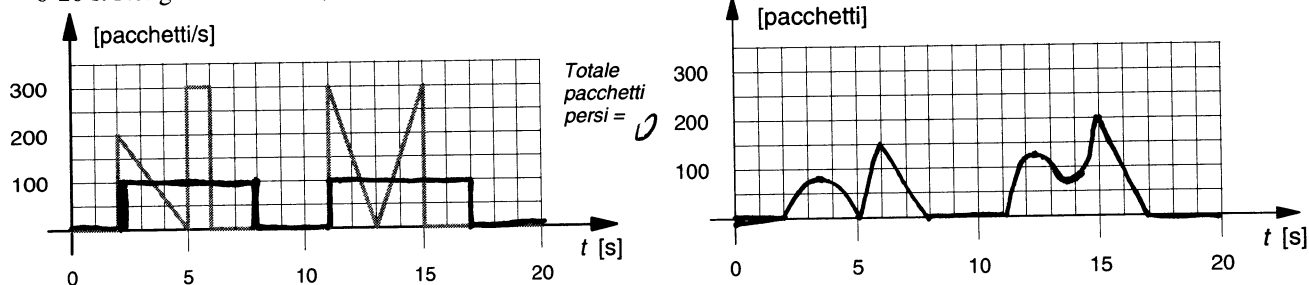
**Domanda 4**

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (18 punti)

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

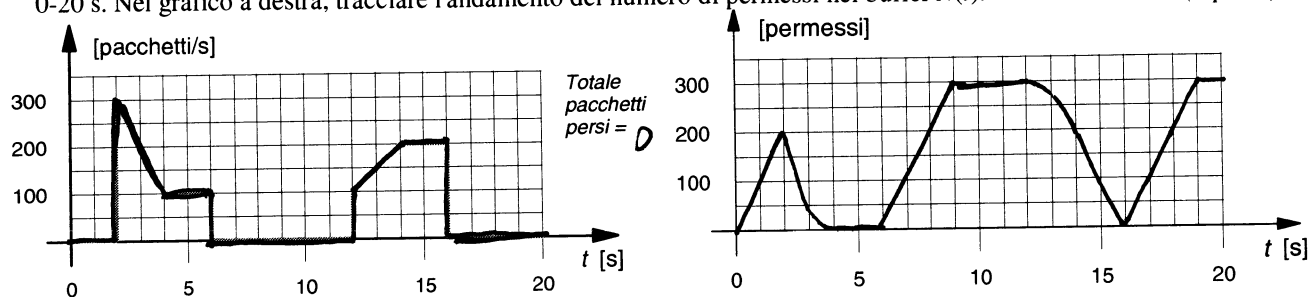
1) Si consideri un sistema *leaky bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer:  $W=200$  pacchetti;
  - frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 10 ms.
- 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 pacchetti nel buffer  $N(t)$ . (3 punti)



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

- dimensione del buffer dei permessi:  $W=300$  permessi;
  - dimensione del buffer dei pacchetti: infinita;
  - frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 10 ms.
- 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)



3) Un segnale  $s(t)$  di durata  $T$  e banda  $B = 5$  kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con 1024 livelli di quantizzazione. Qual è il valore massimo della durata del segnale  $T$  (ore, minuti, secondi) se la dimensione del file risultante deve essere  $< 10$  Mbyte ( $M = \times 10^6$ )? (3 punti)

$$T \cdot N_b \cdot f_c < L \quad T < \frac{10 \text{ Mbyte}}{10 \text{ kHz} \cdot 10 \text{ bit}} = 838.86 \text{ s} = 13' 58.5''$$

- 4) 6 flussi numerici sono multiplati in modo sincrono a interallacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da 2 byte di overhead e 16 byte di tributario. La frequenza di cifra del multiplo vale  $f_m = 10368 \text{ kbit/s}$ . (3 punti)
- Si calcoli la frequenza di cifra  $f_t$  dei segnali tributari.

$$f_t = f_m \frac{16}{18} \frac{1}{6} = 1536 \text{ Kbit/s}$$

- Si calcoli il periodo di trama  $T$  dei segnali tributari.

non in più sapere

- Nell'overhead del segnale di multiplo è trasmessa una multitrama con periodo pari a 32 trame base. La lunghezza della multitrama è 512 bit, di cui 16 bit di overhead e allineamento. Qual è la capacità [bit/s] di questo canale di overhead di multitrama?

$$C_{\text{ant}} = \frac{16 \text{ bit}}{32 T_m} = 36 \text{ Kbit/s} \quad T_m = \frac{L_m}{f_m} = 13.89 \mu\text{s}$$

- 5) Una sorgente trasmette pacchetti di durata  $T = 500 \text{ ns}$  con velocità  $2.5 \text{ Gbit/s}$  al ritmo di  $P$  pacchetti/s. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità  $C = 100 \text{ Mbit/s}$ . Qual è il ritmo massimo  $P$  a cui possono essere inviati i pacchetti, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 10%? (2 punti)

$$L = 1250 \text{ bit} \quad L \cdot P < 0.1 C$$

$$P < \frac{0.1 C}{L} = 8000 \text{ pacchetti/s}$$

- 6) Un ricevitore che implementa la procedura di *bit stuffing* di HDLC riceve la seguente sequenza di bit: (2 punti)

... 111001111110001111100111111001111110011111100101010111111011010001110101 ...  
... +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+ ...  
0 10 20 30 40 50 60 70

Cerchiare gli eventuali errori rilevati dal ricevitore. Sottolineare gli eventuali flag rilevati dal ricevitore.

- 7) Perché non si può usare il CSMA-CD in una Wireless LAN? Spiegare. (2 punti)

