

# Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

III Appello d'Esame '06-'07 – 4 febbraio 2008

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) (6 punti)

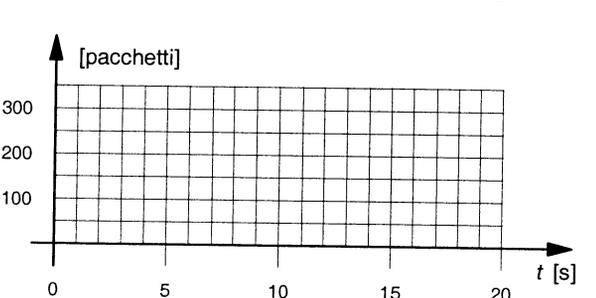
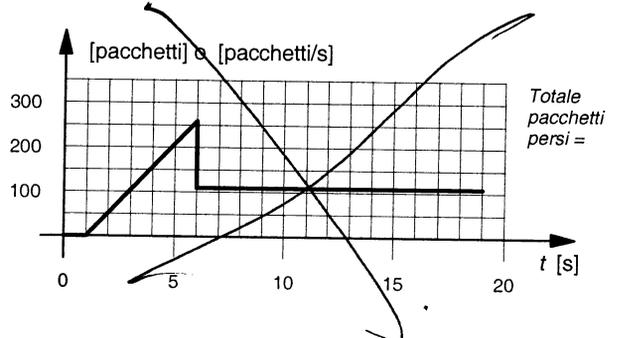
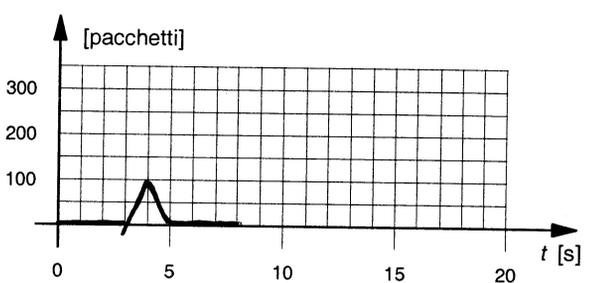
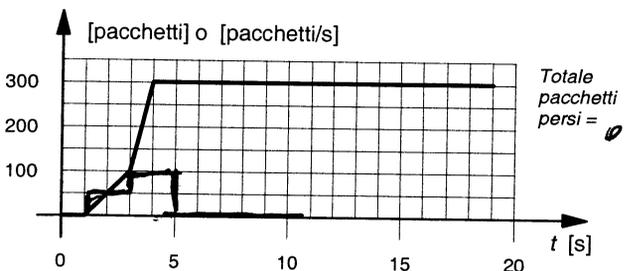
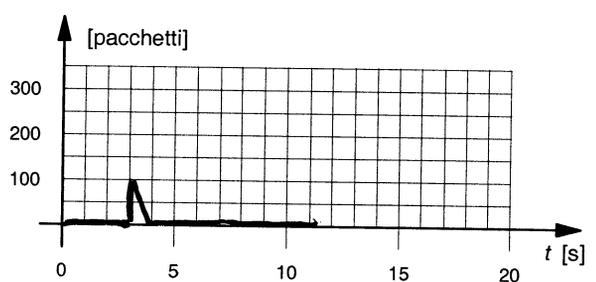
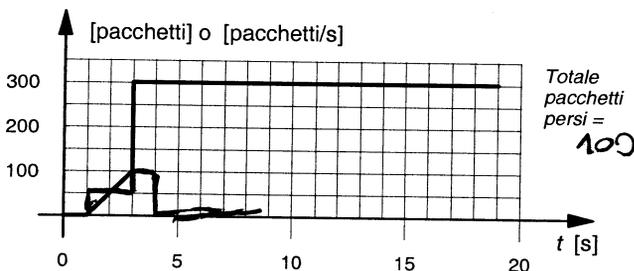
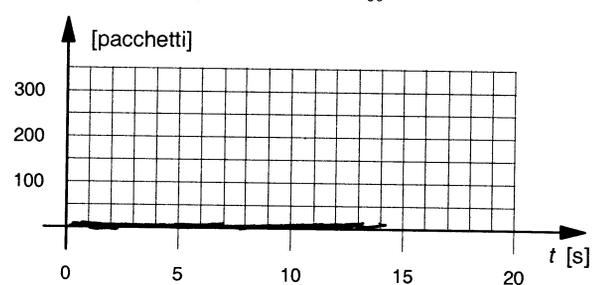
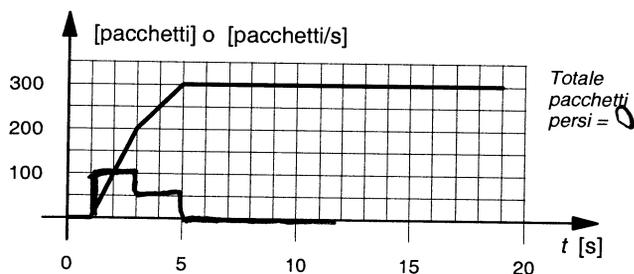
Si consideri un sistema *leaky bucket* (LB) caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer:  $W=100$  pacchetti;
- frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 10 ms.

Il numero di pacchetti complessivamente arrivati al LB sia rappresentato nei grafici a sinistra (scala in [pacchetti]). Tracciare sugli stessi grafici l'andamento della frequenza di ritrasmissione all'uscita del LB (scala in [pacchetti/s]) 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  $N(t)$ . Specificare quale dei quattro grafici è sbagliato e perché.

*pacchetti arrivati al LB*

*pacchetti nel buffer*

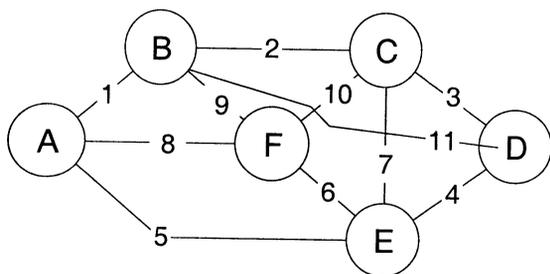


**Domanda 2**

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (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 in precedenza, inserendo i nuovi valori tra parentesi.

**Tablelle di routing al tempo  $t=t_0$ :**

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	3
C	8	2
D		
E		
F		

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

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

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

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	5	2
C	6	1
D	4	4
E	-	0
F		

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	6	2
C	9	3
D	9	1
F	-	0
A		
B		
C		
D		
E		

**DV inviato F → E al tempo  $t=t_1$ : (6)**

A	1	
B	2 (∞)	
C	3	
D	1	
F	0	

**DV inviato A → E al tempo  $t=t_2$ : (5)**

A	0	
B	3	
C	2	

**DV inviato E → F al tempo  $t=t_3$ : (6)**

A	1	
B	4	
C	3	
D	2 (∞)	
E	0	
F	1 (∞)	

**Tablelle di routing al tempo  $t=t_4$ :**

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

B →	Collegam.	Costo
B		
E		
F		
A		
C		
D		

C →	Collegam.	Costo
C		
D		
F		
A		
B		
E		

D →	Collegam.	Costo
D		
A		
B		
C		
E		
F		

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

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	6	2
C	9	3
D	9	1
F	6	1
F	-	0

**Domanda 3**

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

A un moltiplicatore statistico, sono offerti in istanti di Poisson pacchetti di lunghezza casuale e distribuita uniformemente nell'intervallo (100, 300) byte, con tasso di arrivo  $\lambda = 500$  pacchetti/s. La linea ha capacità 1 Mbit/s. Si calcoli

- a) Il coefficiente di utilizzo della linea d'uscita  $\rho$  (2 punti)

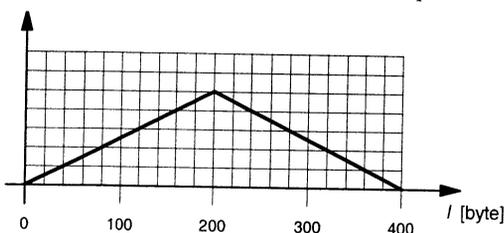
$$E[L] = 200 \text{ byte} \quad \mu = 625 \text{ pacchetti/s}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 80\%$$

- b) La probabilità  $P(X > 1/\mu)$  che il tempo di servizio  $X$  superi il suo valor medio  $1/\mu$ . (2 punti)

$$P = 0.5$$

- c) Si supponga che la lunghezza dei pacchetti sia distribuita come nella figura sottostante. Quale sarebbe il tasso di arrivo massimo  $\lambda_{\max}$  dei pacchetti, perché il coefficiente di utilizzo sia  $\rho < 1$ ? (2 punti)



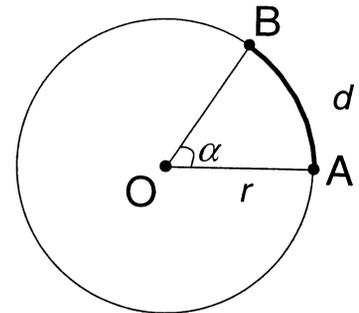
$$E[L] = 200 \text{ byte}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \quad \text{e} \quad \lambda < \frac{C}{E[L]} = 625 \text{ pacchetti/s}$$

**Domanda 4**

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

Un sensore B lungo un acceleratore di particelle circolare trasmette dati alla stazione base A, attraverso un sistema di trasmissione via filo lungo l'arco AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità  $C = 100$  Mbit/s. A e B si trovano su una circonferenza di raggio  $r = 35$  km e centro O, come rappresentato in figura. Sia  $\alpha$  l'angolo formato da OB e OA.



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 250 byte di carico utile e 20 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) 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 *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a  $W = 10$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 500 \mu s$  (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK; se il  $TO$  scade durante la trasmissione di un pacchetto, la trasmissione viene interrotta per ritrasmettere il pacchetto perso).

- a) Si calcoli per quali valori dell'angolo  $\alpha$  (in gradi) il trasferimento dei dati avviene con velocità effettiva (*throughput*) inferiore a  $C = 100$  Mbit/s. (2 punti)

$$d = r \cdot \alpha \quad T_D = \frac{L_D}{C} = 21.6 \mu s \quad T_A = 1.6 \mu s$$

$$\Delta = \frac{r \cdot \alpha}{v}$$

$$2\Delta + T_A < 9T_D \quad \Delta < 96.4 \mu s$$

$$\alpha < \frac{v}{r} \cdot 96.4 \mu s = 0.551 \text{ rad} = 31.6^\circ$$

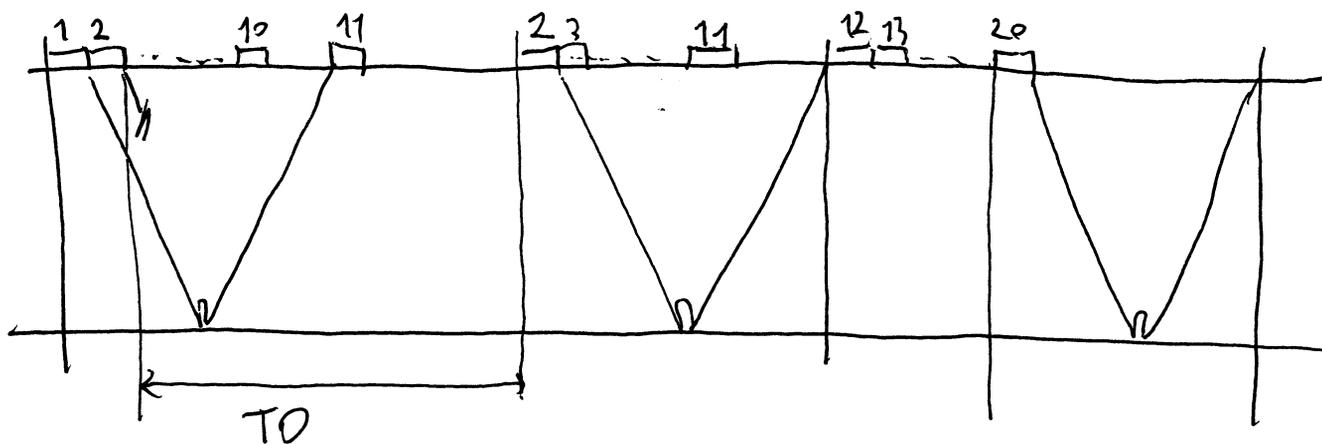
- b) Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 5000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per  $\alpha = 60^\circ$ , nel caso in cui il secondo pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A. (4 punti)

$$d = r \cdot d = 36.65 \text{ km} \quad N = \left\lceil \frac{5000}{250} \right\rceil = 20$$

$$\Delta = \frac{d}{v} = 183.26 \mu\text{s}$$

$$2\Delta + T_A \approx 17 T_D \Rightarrow \text{TX incontinuo}$$

$$2\Delta + T_A < T_D \Rightarrow \text{TO grande abbastanza}$$



$$T_{TOT} = 2T_D + T_D + 2(T_D + 2\Delta + T_A) + 9T_D = 1495 \mu\text{s}$$

**Domanda 5**

*(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (12 punti)*

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

- 
- 1) Descrivere due metodi utilizzati nelle reti a commutazione di pacchetto a datagramma per costruire le tabelle di instradamento. Per ogni metodo, spiegarne in 2-3 righe il principio di funzionamento. *(2 punti)*

- 
- 2) Qual è la differenza tra la trama di un segnale multiplo numerico asincrono e la trama di un segnale multiplo numerico sincrono? Qual è lo scopo di questa differenza? *(2 punti)*

- 
- 3) Spiegare cos'è la *distribuzione di probabilità di stato asintotica* di una catena di Markov tempo-discreta. *(2 punti)*

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

---

- 4) Cosa rappresenta l'elemento in posizione  $i, j$  nella matrice di transizione di stato di una catena di Markov tempo-discreta? Qual è la sua unità di misura? Cosa rappresenta l'elemento in posizione  $i, j$  nella matrice di transizione di stato di una catena di Markov tempo-continua? Qual è la sua unità di misura? *(2 punti)*

- 
- 5)  $N = 10$  sorgenti ON-OFF, con intervalli di attività e di silenzio casuali, offrono traffico a un moltiplicatore statistico con buffer infinito verso una linea di capacità  $C = 5120$  kbit/s. Le sorgenti sono caratterizzate dai seguenti parametri: intervallo medio di attività  $X = 2$  ms, intervallo medio di silenzio  $Y$ , dimensione dei pacchetti  $L = 500$  byte. Durante i periodi di attività, le sorgenti generano pacchetti con tasso costante  $A = 320$  pacchetti/s. Si calcoli l'intervallo  $Y$  affinché il coefficiente di utilizzo della linea sia  $\rho = 0.20$ . *(2 punti)*

$$NAL \frac{X}{X+Y} = \rho C$$

$$X = 23 \text{ ms}$$

- 
- 6) Dispongo di interfacce di rete Ethernet a 10 Mbit/s CSMA-CD. Le utilizzo con successo nella rete LAN che connette i PC della mia azienda. Vorrei far funzionare la rete a 10 Gbit/s. E' sufficiente cambiare la velocità delle schede, modificandone il disegno elettronico in modo da aumentare il clock di 1000 volte? Motivare la risposta. *(2 punti)*