

---

# Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

II Appello d'Esame 2014-15 – 13 febbraio 2015

---

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

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

## Domanda 1

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

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 689 kbyte da a partire dal tempo  $t = 0$ . Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 1 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 500 ms, costante durante tutto il trasferimento;
- valore base TIMEOUT =  $2 \cdot \text{RTT}$ ; nel caso di TIMEOUT scaduti consecutivamente, secondo Karn TIMEOUT =  $4 \cdot \text{RTT}$  dopo 1 pacchetto non riscontrato, TIMEOUT =  $8 \cdot \text{RTT}$  dopo 2 pacchetti consecutivi non riscontrati, TIMEOUT =  $16 \cdot \text{RTT}$  dopo 3 o più pacchetti consecutivi non riscontrati;
- Ssthresh( $t = 0$ ) = 16 kbyte;
- Rcvwnd( $t = 0$ ) = 16 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
  - Rcvwnd( $t = 3.5$  s) = 32 kbyte;
  - Rcvwnd( $t = 21.5$  s) = 16 kbyte;
  - Rcvwnd( $t = 23.5$  s) = 32 kbyte;
- CWnd( $t = 0$ ) = 1 MSS;
- il trasferimento dei pacchetti in rete avviene senza errori o perdite; la capacità di trasmissione è abbastanza grande da rendere il tempo di trasmissione dei pacchetti trascurabile rispetto a RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti ricevuti;
- la rete va fuori servizio negli intervalli di tempo aperti  $t = (7.0$  s,  $7.5$  s),  $t = (17.5$  s,  $18.0$  s);
- vengono trasmessi segmenti di lunghezza MSS; se SNDWND non è multiplo intero di MSS, si arrotondi il numero di segmenti trasmessi all'intero più vicino;
- la procedura di *congestion avoidance* abbia luogo per  $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$ .

Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda.

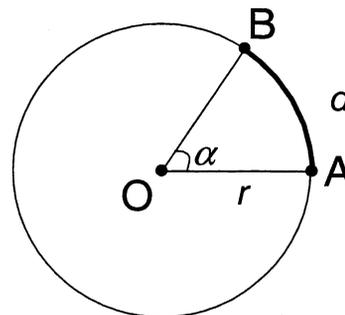
Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file  $T_{\text{END}}$  [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per  $t = T_{\text{END}}$ );
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti gli ACK o no;
- i valori assunti da Ssthresh durante il trasferimento.

**Domanda 2**

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

Un sensore B sulla riva di un lago circolare di raggio 500 m trasmette dati alla base A, attraverso un sistema di trasmissione via fibra ottica lungo l'arco della riva AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità  $C = 10$  Gbit/s. A e B si trovano quindi su una circonferenza di 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 500 byte di carico utile e 80 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa  $L_A = 80$  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.

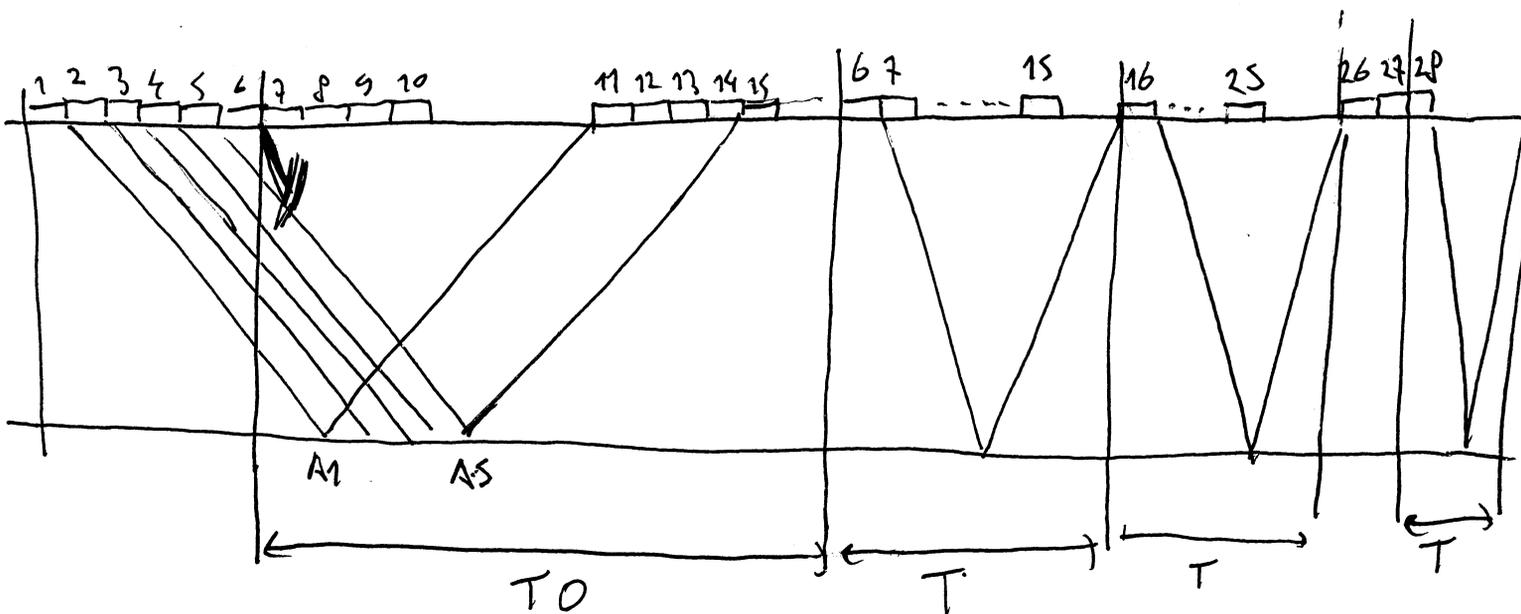
Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a  $W = 10$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 10 \mu s$  (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK; se il  $TO$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

Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 14000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per  $\alpha = 100^\circ$ , nel caso in cui il sesto pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = 64 \text{ ns} \quad N = \left\lceil \frac{14000}{500} \right\rceil = 28 \text{ pacchetti} \quad \Delta = \frac{d}{v} = 4,36 \mu s$$

$$T_D = 464 \text{ ns} \quad d = r \cdot \alpha = 872,7 \text{ m} \quad 2\Delta + T_A \approx 1,99 T_D \Rightarrow \text{Tx discont}$$

$$< TO \Rightarrow \text{OK}$$



$$T_{TOT} = 8 T_D + TO + 3(T_A + T_D + 2\Delta) = 41,5 \mu s$$

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

---

**Domanda 3***(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (6 punti)*

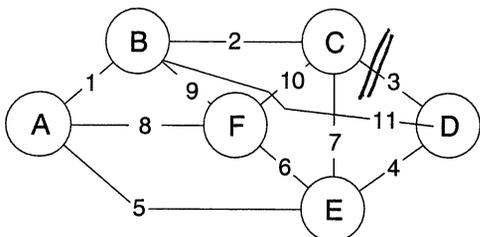
- a) Esprimere il significato del parametro *Send Window* nel protocollo TCP. Nel corso di una connessione TCP, come ne viene determinato il valore?
- b) Esprimere il significato del parametro *Receive Window* nel protocollo TCP. Nel corso di una connessione TCP, come ne viene determinato il valore?
- c) Esprimere il significato del parametro *Congestion Window* nel protocollo TCP. Nel corso di una connessione TCP, come ne viene determinato il valore?
- d) Qual è lo scopo dell'algoritmo di Karn? Quando viene applicato? Per risolvere quale problema, specificamente, è stato ideato?

**Domanda 4**

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (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 mantengono 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	1	2
C	1	4
D	5	1
E	5	1

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

C →	Collegam.	Costo
A	3	<del>∞</del>
B	2	2
C	-	0
E	7	3

D →	Collegam.	Costo
B	3	<del>∞</del>
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
A	7	3
D	7	3
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	6	1
B	8	2
F	-	0

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

DV inviato B → A al tempo  $t=t_2$ : (1)

A	4	
B	0	
C	4	
E	4	(∞)

DV inviato A → B al tempo  $t=t_3$ : (1)

A	0	
B	1	(∞)
C	5	(∞)
D	1	
E	1	

DV inviato C → F al tempo  $t=t_4$ : (1)

A	<del>∞</del>	
B	2	
E	0	
F	3	

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

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

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

C →	Collegam.	Costo

D →	Collegam.	Costo

E →	Collegam.	Costo

F →	Collegam.	Costo
A	6	1
B	8	2
C	10	1
F	10	4
F	-	0

## Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (13 punti)

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

- 1)  $N$  sorgenti con frequenza di picco 1 Gbit/s trasmettono pacchetti di durata media  $A = 15 \mu\text{s}$  e con frequenza media  $B = 250$  pacchetti/s. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità  $C = 1$  Gbit/s. (3 punti)
- Fino a quante sorgenti posso moltiplicare, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 20%?

$$L_D = AP = 15 \text{ Kbit}$$

$$N \cdot 15 \text{ Kbit} \cdot 250 \text{ pacch/sec} < 0,20 \cdot 1 \text{ Gbit/s} \Rightarrow N < 53$$

- Quale dovrebbe essere la capacità della linea  $C$ , affinché possa moltiplicare fino a  $N = 500$  sorgenti con le stesse caratteristiche, sempre mantenendo il coefficiente di utilizzo della linea non superiore al 20%?

$$500 \cdot 15 \text{ Kbit} \cdot 250 \text{ pacch/sec} < 0,20 \cdot C$$

$$\Rightarrow C > 9,375 \text{ Gbit/s}$$

- 2)  $N = 10$  flussi numerici con frequenza di cifra  $f_t = 128$  kbit/s sono moltiplicati in modo sincrono a interlacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da 24 bit di overhead e  $M$  byte di tributario. Calcolare il valore massimo (o minimo) di  $M$ , affinché la frequenza di multiplo  $f_m$  sia non superiore a 1300 kbit/s. (2 punti)

$$10 \cdot 128 \text{ Kbit/s} \frac{24 + 8M}{8M} < 1300 \text{ Kbit/s}$$

$$M > 192 \text{ byte} =$$

$$= 1536 \text{ bit}$$

- 3) Un segnale  $s(t)$  di durata  $T$  e banda  $B = 18$  kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con  $Q = 64$  livelli di quantizzazione. Qual è il valore massimo di  $T$  se la dimensione del file risultante deve essere inferiore a 1 Mbyte ( $M = \times 1024^2$ )? (2 punti)

$$T \cdot 2 \cdot 18 \text{ KHz} \cdot 6 \text{ bit} < 1 \text{ Mbyte}$$

$$T < 38,936 \text{ sec.}$$

- 4) Descrivere il principio di funzionamento del protocollo ARP. Dire anche cosa succede se nessuna stazione risponde a una richiesta ARP. (4 punti)

- 
- 5) A quale scopo è impiegato l'algoritmo di *binary exponential back-off*? In quali protocolli? (2 punti)

