

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 1050 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 2 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 250 ms, costante durante tutto il trasferimento;
- valore base TIMEOUT = 2·RTT; nel caso di TIMEOUT scaduti consecutivamente, secondo Karn TIMEOUT = 4·RTT dopo 1 pacchetto non riscontrato, TIMEOUT = 8·RTT dopo 2 pacchetti consecutivi non riscontrati, TIMEOUT = 16·RTT dopo 3 o più pacchetti consecutivi non riscontrati;
- Ssthresh($t = 0$) = 30 kbyte;
- RcvWnd($t = 0$) = 64 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RcvWnd($t = 1.50$ s) = 18 kbyte;
 - RcvWnd($t = 3.00$ s) = 128 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 $t = (4.00 \text{ s}, 4.25 \text{ s})$, $t = (9.00 \text{ s}, 9.25 \text{ s})$, $t = (11.25 \text{ s}, 11.50 \text{ s})$;
- 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 $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$.

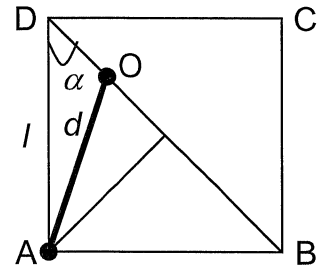
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file T_{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'auto O parte da D e si muove verso B lungo la diagonale del quadrato in figura di lato $l = 20$ km. L'auto O 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 $C = 15$ Mbit/s. Sia α l'angolo formato da DO rispetto al lato DA del quadrato. Siano x la distanza percorsa DO e d la distanza AO.



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 36 byte di carico utile e 6 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 6$ 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 $W = 8$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 300 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

Si consideri il sistema quando $x = 10$ km. Si calcoli il tempo di trasferimento da A a O di un segmento dati di lunghezza 500 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 2° pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da O.

$$d = \sqrt{\left(l \frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(l \frac{\sqrt{2}}{2} - x\right)^2} = \sqrt{l^2 + x^2 - \sqrt{2} l x}$$

Per $x = 10$ Km:

$$d = 14,7 \text{ Km}$$

$$\tau = d/c = 49,12 \mu s$$

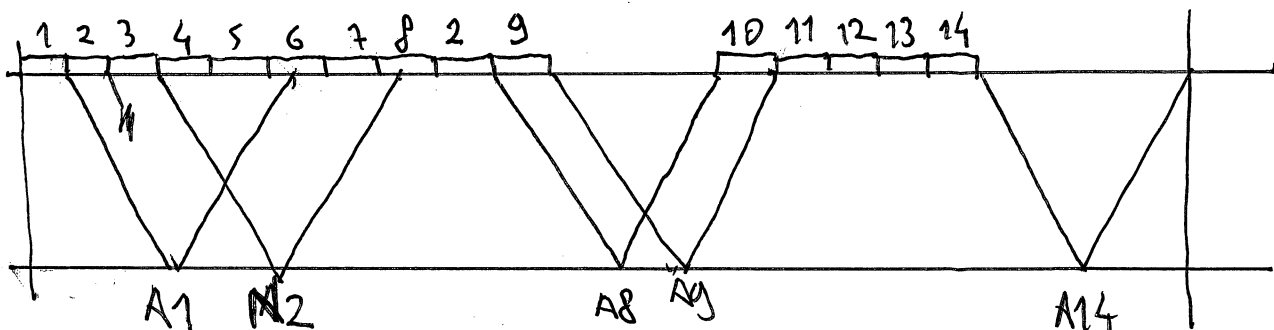
$$T_D = 22,4 \mu s$$

$$N = \left\lceil \frac{500}{36} \right\rceil = 14$$

$$T_A = 3,2 \mu s$$

$$2\tau + T_A \cong 4,5 T_D \Rightarrow \text{TX cont}$$

$$< TO \Rightarrow \text{TO suff.}$$



$$T_{TOT} = 10 T_D + (2\tau + T_A) + 4 T_D + (2\tau + T_A) = 516,4 \mu s$$

Domanda 3

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi CIDR 199.0.0.0 /11.

Si partizioni il blocco in $N = 16$ sottoreti /n. Si partizioni la sottorete #1 /n in $M = 4$ (sotto)²reti /m.Si partizioni la sottorete #3 /n in $P = 128$ (sotto)²reti /p. Si partizioni la (sotto)²rete #3-1 /p in $Q = 8$ (sotto)³reti /q.

a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi /n, /m, /p, /q?

(0 punti)

/n = /15 /m = /17 /p = /22 /q = /25b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)³rete #3-1-0 /q.

(1 punto)

199.00000000 | 0.00000001 | 20.0 | 1111111 199.6.4.127

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #65537 della sottorete #0 /n.

(1 punto)

199.000 | 0000 | 1.00000000.00000001 199.1.0.1d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)³rete #3-1-1 /q.

(1 punto)

199.000 | 0011 | 0.00000001 | 00.1 | 1111111 199.6.4.255e) All'indirizzo 199.0.0.1 corrisponde l'host # 1 della (sotto) 1 rete # 0 - ____ - ____ / 15 (1 punto)199.000 | 0000 | 0.00000000.00000001f) All'indirizzo 199.⁰~~000~~.255.255 corrisponde l'host # 65535 della (sotto) 1 rete # 0 - ____ - ____ / 15 (1 punto)199.000 | 0000 | 0.11111111.11111111

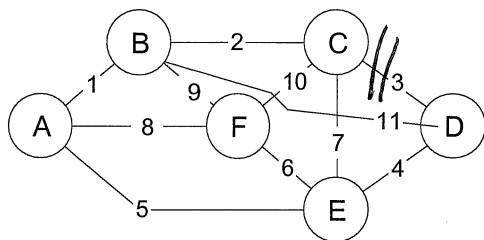
Note:

- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso /x;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;
- in tutti gli indirizzi di rete in formato binario sottolineare una volta il prefisso di rete; sottolineare due volte l'estensione del prefisso di rete che con esso forma il prefisso di sottorete (es.: 11111111.11111111.00000000.00000000); alternativamente, specialmente nel caso di partizionamenti successivi VLSM, si suggerisce di separare le estensioni con una barra "|".

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 ($t < t_{i+1}$) 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	1	2
C	1	4
D	5	1
E	5	1

B →	Collegam.	Costo
A	2	4
B	-	0
C	2	4
E	11	1

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

D →	Collegam.	Costo
A	3	4
B	3	2
C	11	6
D	-	0
E	11	4

E →	Collegam.	Costo
A	6	3
D	7	2
E	-	0

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

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

DV inviato C → E al tempo $t=t_2$:

A	∞
B	1 (∞)
C	0
D	2

DV inviato D → B al tempo $t=t_3$:

A	∞
B	∞
C	6 (∞)
D	0
E	4 (∞)

DV inviato F → C al tempo $t=t_4$:

A	1 (∞)
B	4 (∞)
D	2
F	0

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

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
D	11	1
E	11	5 (∞)

C →	Collegam.	Costo
A	10 (3)	2 (∞)
B	7	1
C	-	0
D	10	3
F	10	1

D →	Collegam.	Costo
A	3	4
B	3	2
C	11	6
D	-	0
E	11	4

E →	Collegam.	Costo
A	6	3
B	7	2 (∞)
C	7	1
D	7	0
E	-	0

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

Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (14 punti)

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

- 1) Qual è il numero totale di host indirizzabili da tutte le reti IP di classe A, B, C?

(2 punti)

$$126(2^{24}-2) + 2^{14}(2^{16}-2) + 2^{21}(2^8-2) = 3.720.314.628$$

- 2)
- $N = 100$
- flussi numerici con frequenza di cifra
- $f_t = 128$
- kbit/s sono multiplati a interallacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da
- X
- bit di overhead e 1000 bit dai tributari. Calcolare i valore limite di
- f_m
- per
- $X \rightarrow 0$
- e
- $X \rightarrow \infty$
- . (2 punti)

$$\lim_{X \rightarrow 0} f_m = N f_t = 12,800 \text{ mb/s}$$

$$\lim_{X \rightarrow \infty} f_m = \infty$$

- 3) Un
- transparent bridge*
- collega 4 reti LAN sulle sue porte denominate A, B, C, D. La tabella di inoltra è inizialmente vuota. Il bridge riceve in sequenza le seguenti trame. Ad ogni passo, dire su quali uscite inoltra la trama ricevuta. (3 punti)

- 1) Da una stazione con indirizzo MAC #1 collegata alla rete A, riceve una trama con indirizzo di destinazione MAC #2, corrispondente a una stazione collegata alla rete A.

B, C, D

- 2) Da una stazione con indirizzo MAC #3 collegata alla rete B, riceve una trama con indirizzo di destinazione MAC #1.

A

- 3) Da una stazione con indirizzo MAC #5 collegata alla rete A, riceve una trama con indirizzo di destinazione MAC #2, corrispondente a una stazione ora collegata alla rete C.

B, C, D

- 4) Da una stazione con indirizzo MAC #1 collegata alla rete A, riceve una trama con indirizzo di destinazione MAC #5.

nessuna

- 4) Definire i parametri *Send Window*, *Receive Window* e *Congestion Window* nel protocollo TCP precisandone il loro significato. (3 punti)

- 5) Un segnale di durata $T = 2'$ e banda $B = 12$ kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con Q livelli di quantizzazione (4 punti)
- a) Qual è il valore massimo di Q se la dimensione del file risultante deve essere inferiore a 1 Mbyte ($M = \times 1024^2$)?
 - b) Descrivere il caso $Q = 1$.
 - c) Cosa significa che il segnale ha banda $B = 12$ kHz?

$$(120 \text{ s}) \cdot (12 \text{ kHz}) \cdot N < 1 \cdot 1024^2 \text{ bit}$$

$$\rightarrow N < 2,9 \text{ bit/campione}$$

$$\Rightarrow Q \leq 4 \text{ livelli}$$

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 525$

