
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

II Appello d'Esame 2016-17 – 17 febbraio 2017

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 1844 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 4 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($t = 0$) = 128 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 144 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 5.00$ s) = 32 kbyte;
 - RCVWND($t = 7.50$ s) = 160 kbyte;
 - RCVWND($t = 22.00$ s) = 24 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 $t = (7.50 \text{ s}, 8.00 \text{ s})$, $t = (15.00 \text{ s}, 22.50 \text{ s})$, $t = (25.00 \text{ s}, 25.50 \text{ s})$;
- 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:

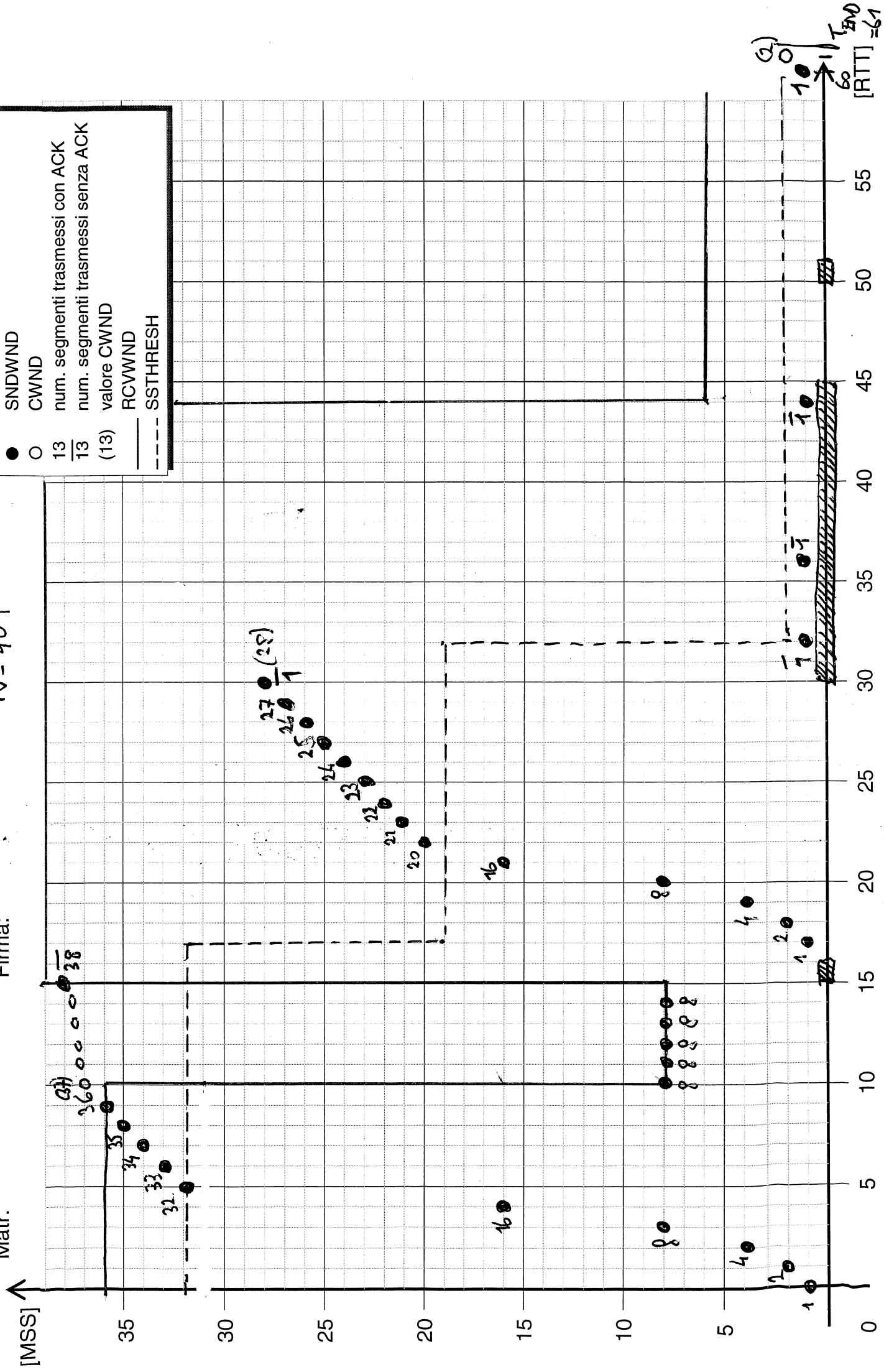
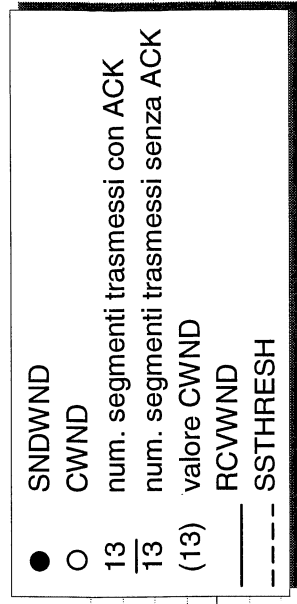
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

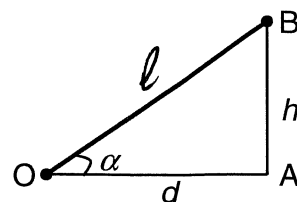
$N = 461$



Domanda 2

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

Un pallone aerostatico B ad altezza h dal suolo trasmette dati alla stazione base O a distanza $d = 10$ km dalla verticale attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 155$ Mbit/s. Sia α l'angolo formato da OA rispetto alla congiungente OB.



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 140 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 *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a $W = 12$ 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).

Si consideri il sistema quando $h = 6$ km. Si calcoli il tempo di trasferimento da B a O 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 4° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da O.

$$l = \sqrt{d^2 + h^2} = 11,66 \text{ km}$$

$$T_D = 8,26 \mu s$$

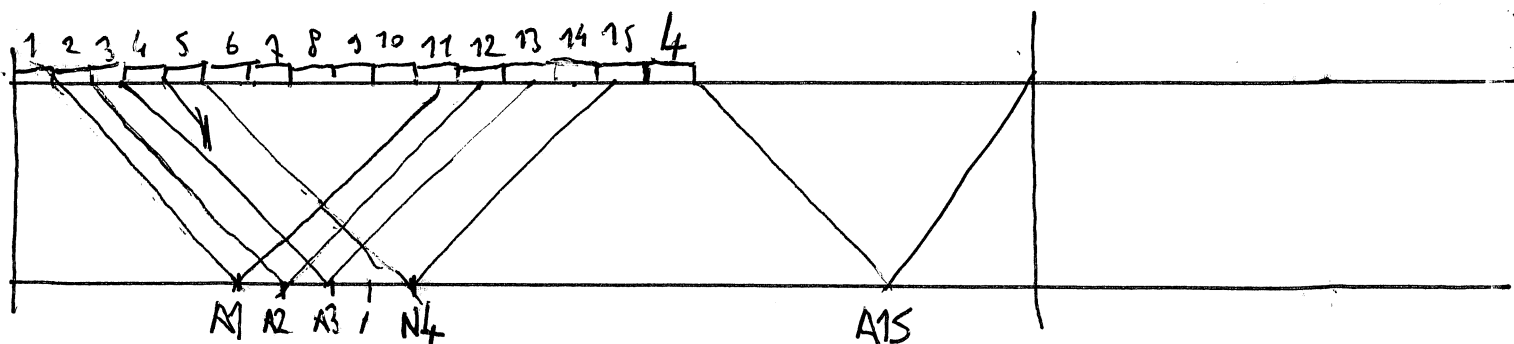
$$N = \left\lceil \frac{2000}{140} \right\rceil = 15$$

$$\tau = l/c = 38,9 \mu s$$

$$T_A = 1,032 \mu s$$

$$2\tau + T_A \approx 9,5 T_D \Rightarrow \text{Tx cont.}$$

$$< TO \Rightarrow TO \text{ tempo abbastanza}$$



$$T_{TOT} = 16 T_D + 2\tau + T_A = 210,9 \mu s$$

Domanda 3

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi IP 153.0.0.0 /18.

Si partizioni il blocco in $N = 8$ sottoreti $/n$.Si partizioni la sottorete #2 $/n$ in $M = 4$ (sotto)²reti $/m$.Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in P (sotto)²reti $/p$, ognuna in grado di indirizzare almeno 100 host.Si partizioni la (sotto)²rete #2-1 $/m$ in $Q = 128$ (sotto)³reti $/q$.a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi $/n$, $/m$, $/p$, $/q$?

(1 punto)

$$/n = 21 \quad /m = 23 \quad /p = 25 \quad /q = 30$$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)²rete #1-1 $/p$.

(1 punto)

153.0.00|001|0001|111111

153.0.8.255

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della sottorete #3 $/n$.

(1 punto)

153.0.00|011|0.01.00000000

153.0.25.0

d) All'indirizzo 153.0.9.64 corrisponde l'host # 64 della (sotto)² rete # 1 - 2 - 25

(1 punto)

153.0.00|001|001.01000000
e) All'indirizzo 153.0.49.0 corrisponde l'host # 256 della (sotto)¹ rete # 6 - 21

(1 punto)

153.0.00|110|001.00000000

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)

Un router R1 invia un *Distance Vector* (DV) a un altro router R2.

a) Da quante righe è composto il DV inviato da R1 a R2? Quali informazioni sono contenute in ogni riga?

b) In quali casi le informazioni contenute in una riga del DV inviato da R1 (vedi punto a) sono inserite nella tabella di instradamento di R2?

Caso 1:

Caso 2:

Caso 3:

c) Si supponga ancora che R1 invii un DV a R2. Descrivere la tecnica *split horizon*, con e senza *poisonous reverse*.

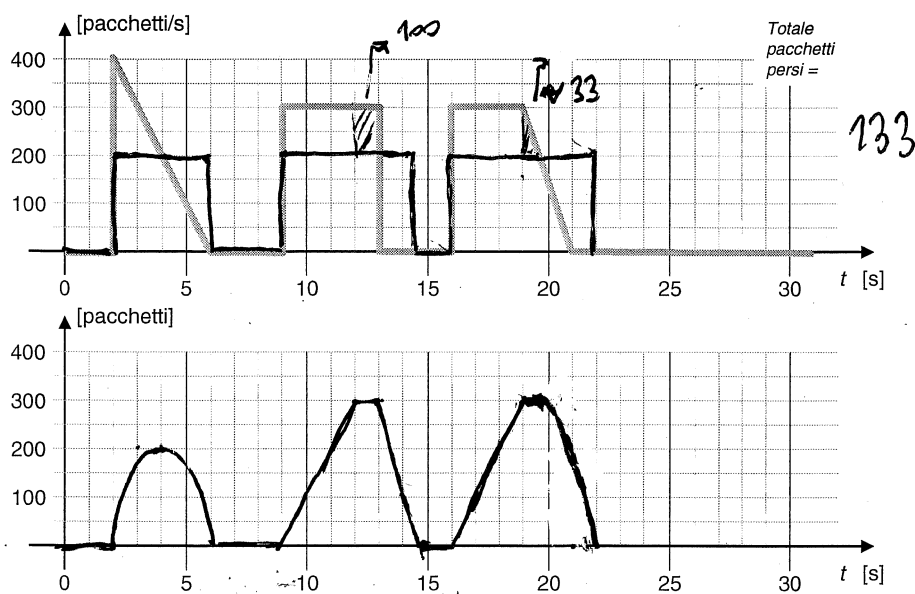
Domanda 5

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

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

1) 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 5 ms. 200 pk/s
- Sia dato l'andamento della frequenza di arrivo dei pacchetti rappresentato nel grafico soprastante. Tracciare sullo stesso grafico l'andamento della frequenza di ritrasmissione e indicare il numero di pacchetti persi nell'intervallo 0-30 s. Nel grafico sotto, tracciare l'andamento del numero di pacchetti nel buffer $N(t)$. (4 punti)



- 2) Descrivere il principio di funzionamento del protocollo ARP. Specificare cosa fa la stazione trasmittente se: a) nessuna stazione risponde alla sua richiesta ARP; b) una stazione risponde e immediatamente si spegne per la perdita di alimentazione. (3 punti)

- 3) $N = 125$ sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media T e intervallo medio di silenzio $A \cdot T$ tra la fine di un pacchetto e l'inizio del successivo. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 2.5$ Gbit/s. Qual è il valore minimo di A affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 25%? (2 punti)

$$\eta = \frac{1}{1+A} \quad N.P. \eta \leq 25\% \cdot C$$
$$\eta \leq 0.25 \rightarrow A \geq 19$$

- 4) $N = 30$ flussi numerici con frequenza di cifra f_t kbit/s sono moltiplicati a interallacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da 12 bit di overhead e 160 bit dai tributari. Calcolare il valore di f_t sapendo che la frequenza di multiplo vale $f_m = 102168$ kbit/s. (2 punti)

$$N \cdot f_t \cdot \frac{12+160}{160} = f_m \rightarrow f_t = 3168 \text{ Kbit/s}$$

- 5) Su cosa viene calcolato il codice *checksum* nell'header del pacchetto UDP e TCP? Cosa fa un terminale, qualora riceva un pacchetto UDP in cui il campo *checksum* non risulta corretto? E nel caso di un pacchetto TCP? (3 punti)