

26 Novembre 2014 – Modulo 1

Cognome	
Nome	
Matricola	

Tempo complessivo a disposizione per lo svolgimento: 1h 40m

E' possibile scrivere a matita

E1	E2	Domande	Lab

1 - Esercizio (9 punti)

Un file della dimensione di 10 kbyte viene trasferito su una cascata di collegamenti di capacità, rispettivamente, $C_1 = 96 \text{ kb/s}$ e $C_2 = 48 \text{ kb/s}$, il tempo di propagazione su entrambi i collegamenti è pari a 50 ms. Il flusso trasferito è costituito da trame formate da header di 20 byte e payload di 100 byte, la dimensione degli ACK è trascurabile.

Si calcoli:

1. Il tempo di trasferimento dal primo bit trasmesso all'ultimo bit dell'ultimo ACK ricevuto nel caso di ARQ Stop&Wait implementato end-to-end.
2. Il tempo di trasferimento dal primo bit trasmesso all'ultimo bit dell'ultimo ACK ricevuto sulla seconda tratta nel caso di ARQ Stop&Wait implementato su ogni singola tratta.
3. Il tempo di trasferimento dal primo bit trasmesso all'ultimo bit dell'ultimo ACK ricevuto nel caso di ARQ Go-Back-N con $N=7$, in modalità freeze e con timeout minimo, implementato su ogni singola tratta.
4. Come al punto precedente, ma con la prima trama trasmessa sulla prima tratta affetta da errore.

SOLUZIONE:

Tempi trasmissione trama: $T1 = (100+20)*8/C1 = 10 \text{ ms}$, $T2 = (100+20)*8/C2 = 20 \text{ ms}$

Numero trame = File / 100 byte = 100 trame

Caso 1

Tempo trasferimento una trama = $Tt = T1 + \tau + T2 + \tau + 2*\tau = 230 \text{ ms}$

Tempo totale = $100 * Tt = 23 \text{ s}$

Caso 2

$RTT1 = T1 + 2*\tau = 110 \text{ ms}$

$RTT2 = T2 + 2*\tau = 120 \text{ ms}$

Dato che $RTT2 > RTT1$, le trame trasmesse sulla prima tratta dovranno attendere, prima di essere trasmesse sulla seconda tratta, l'arrivo dell'ACK della trama precedente sulla seconda tratta.

Quindi il collo di bottiglia è il meccanismo Stop&Wait della seconda tratta.

Tempo totale = $T1 + \tau + 100*RRT2 = 12.06 \text{ s}$

Caso 3

$RRT1 = T1 + 2*\tau = 110 \text{ ms}$

Finestra continua prima tratta = $Wc1 = RRT1 / T1 = 11 \text{ trame}$

$RRT2 = T2 + 2*\tau = 120 \text{ ms}$

Finestra continua seconda tratta = $Wc2 = RRT2 / T2 = 6 \text{ trame}$

La trasmissione è continua sulla seconda tratta. Le trama arrivano a gruppi di 7 alla fine della prima tratta, vengono messe nel buffer e proseguono sulla seconda tratta con trasmissione continua, una dopo l'altra senza soluzione di continuità. Al termine dell'ultima trama occorre attendere il ritorno dell'ACK.

$$\text{Tempo totale} = T1 + \tau + 100 \cdot T2 + 2 \cdot \tau = 2.16 \text{ s}$$

Caso 4

Al tempo calcolato al punto precedente si aggiunge il tempo di timeout, in totale il trasferimento inizia un RTT1 dopo.

$$\text{Tempo totale} = \text{RTT1} + \text{Tempo totale caso 3} = 2.27 \text{ s}$$

2 – Esercizio (8 punti).

In un sistema di accesso multiplo con canale broadcast centrale, le trasmissioni avvengono tramite una trama di 10 slot in cui il tempo di burst per ciascuno slot, T_B , è pari a 12 μs , mentre l'efficienza del sistema è $\eta=0.8$.

Si chiede di:

1. Indicare il raggio massimo della cella del sistema di accesso multiplo con velocità di propagazione $c=300000 \text{ km/s}$.
2. Dati come tributari 10 canali a 12 Mb/s, indicare quanti bit devono essere trasmessi in ciascun burst ed, inoltre, la velocità di trasmissione del segnale multiplato.
3. Ipotizzando la presenza di timing advance perfetto, indicare la velocità massima accettabile in ingresso per ciascun tributario.
4. Sempre con un meccanismo di timing advance perfetto, si voglia condividere i 10 canali, utilizzando la stessa struttura di trama in una multitrama senza sprechi, con altri 10 canali a 30 Mb/s. Indicare la struttura, la durata e la velocità di trasmissione della multitrama.
5. Indicare il tempo massimo che intercorre tra la trasmissione di due bit per i due tipi di tributario. E' possibile ridurlo riorganizzando la multitrama?

SOLUZIONE:

$$T_{\text{burst}} = 12 \text{ us}, \eta = 0.8 \rightarrow T_{\text{slot}} = T_{\text{burst}} / \eta = 15 \text{ us}, T_g = T_{\text{slot}} - T_{\text{burst}} = 3 \text{ us}$$

$$T_{\text{trama}} = 10 \cdot T_{\text{slot}} = 150 \text{ us}$$

$$1) R = T_g \cdot c / 2 = 450 \text{ m}$$

$$2) v_{\text{trib}} = \text{bit_assegnati} / T_{\text{trama}} \rightarrow \text{bit_assegnati} = v_{\text{trib}} \cdot T_{\text{trama}} = 12 \text{ Mb/s} \cdot 150 \text{ us} = 1800 \text{ bit}$$

$$3) v_{\text{trib_TA}} = v_{\text{trib}} \cdot T_{\text{slot}} / T_{\text{burst}} = 15 \text{ Mb/s}$$

4) Multitrama = 1 trama da 10 slot per tributari a 15 Mb/s (uno slot per tributario) + 2 trame da 10 slot per tributari a 30 Mb/s (due slot per tributario)

$$T_{\text{multitrama}} = \text{bit_tributario_TA} / v_{\text{trib_TA}} = 1800 \cdot (T_{\text{slot}} / T_{\text{burst}}) / v_{\text{trib_TA}} = 150 \text{ us}$$

$$C_{\text{multitrama}} = \text{bit_tributario_TA} \cdot 30 / T_{\text{multitrama}} = 2250 \cdot 30 / 150 \text{ us} = 450 \text{ Mb/s}$$

5) Intervallo massimo tra due bit dello stesso tributario

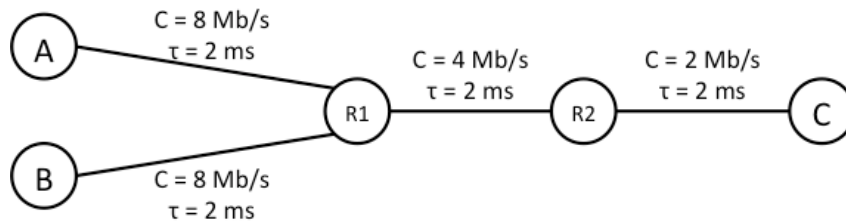
$$\text{Tributario da 15 Mb/s} = T_{\text{multitrama}} = 150 \text{ us}$$

$$\text{Tributario da 30 Mb/s} = 2 T_{\text{trama}} = (2/3) \cdot T_{\text{multitrama}} = 100 \text{ us}$$

Non è possibile ridurlo

3 – Domande

1. (4 Punti)



Nella rete rappresentata in figura sono attivi 2 flussi di pacchetti: uno da A a C, l'altro da B a C. I pacchetti hanno dimensione $L=100$ byte. Si chiede di indicare:

- Con un meccanismo ARQ Go-Back-N implementato su ogni tratta, il valore limite di finestra per non avere congestione in rete e su quale/i link questo valore va applicato.
- Con un meccanismo ARQ Go-Back-N implementato end-to-end, il valore limite di finestra per non avere congestione in rete.

SOLUZIONE:

Collo di bottiglia è il link R2-C, i due flussi non posso superare il rate di 1Mb/s ciascuno.
 $T1 = 100 * 8 / 8000000 = 100 \text{ us}$, $T2 = 2 * T1 = 200 \text{ us}$, $T3 = 2 * T2 = 400 \text{ us}$

Caso a

Occorre limitare i meccanismi a finestra dei link A-R1 e B-R1 in modo da non permettere il passaggio di più di 1 Mb/s.

$$RTT_{AR1} = T1 + 2 * \tau = 4100 \text{ us}$$

$$Wlim * L / RTT \leq 1 \text{ Mb/s}$$

$$Wlim = 1000000 * RTT_{AR1} / (100 * 8) = 5.125 \rightarrow 5 \text{ pacchetti sia su A-R1 che su A-R2}$$

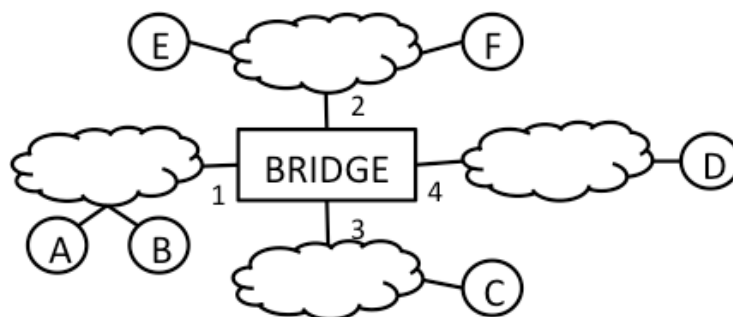
Caso b

Occorre limitare il meccanismo a finestra end-to-end a 1 Mb/s

$$RTT = T1 + \tau + T2 + \tau + T3 + \tau + 3 * \tau = 12700 \text{ us}$$

$$Wlim = 1000000 * RTT / (100 * 8) = 15.875 \rightarrow 15 \text{ pacchetti sull'intera tratta per ciascun flusso}$$

2. (4 punti)



Nella configurazione indicata in figura, vengono inviate le seguenti trame con i rispettivi indirizzi sorgente e destinazione:

- Trama #1: MAC_A → MAC_D
- Trama #2: MAC_A → MAC_E
- Trama #3: MAC_E → MAC_D
- Trama #4: MAC_A → MAC_E
- Trama #5: MAC_E → MAC_A
- Trama #6: MAC_A → MAC_B
- Trama #7: MAC_B → MAC_A
- Trama #8: MAC_D → MAC_A
- Trama #9: MAC_D → Broadcast

Si chiede di indicare, per ogni trama:

- Lo stato del FDB del bridge prima della trasmissione della trama.

- b. Lo stato del FDB del bridge dopo della trasmissione della trama.
- c. Le porte del bridge in cui viene inoltrata la trama in uscita.

SOLUZIONE:

Trama	FDB prima	FDB dopo	Porte TX
1	-	A,1	2, 3, 4
2	A,1	A,1	2, 3, 4
3	A,1	A,1 E,2	1, 3, 4
4	A,1 E,2	A,1 E,2	2
5	A,1 E,2	A,1 E,2	1
6	A,1 E,2	A,1 E,2	2, 3, 4
7	A,1 E,2	A,1 E,2 B,1	-
8	A,1 E,2 B,1	A,1 E,2 B,1 D,4	1
9	A,1 E,2 B,1 D,4	A,1 E,2 B,1 D,4	1, 2, 3

3. (3 punti) Sia dato un segnale dalla banda $B=10$ kHz. Il segnale deve essere campionato e quantizzato a 32 livelli. Si chiede di:
- a. Indicare il flusso in bit/s necessario a trasferire il segnale numerico risultante.
 - b. Ipotizzando di trasferire il flusso tramite pacchetti da 50 byte, indicare la frequenza di generazione dei pacchetti (pacchetti al secondo) necessaria a gestire il flusso.
 - c. Ipotizzando che 10 stazioni accedano ad un mezzo broadcast con capacità di 10Mb/s per trasmettere ciascuna il flusso di pacchetti al punto precedente, indicare se il traffico totale è smaltibile con un meccanismo di accesso multiplo casuale di tipo ALOHA.

SOLUZIONE

a) Frequenza campionamento = $f_c = 2 * B = 20$ kbaud

32 livelli → 5 bit per simbolo

Rate flusso = $f_c * 5 \text{ bit/symb} = 100$ kbit/s

b) $50 * 8 / T_{\text{interarrivo}} = 100 \text{ kb/s} \rightarrow T_{\text{interarrivo}} = 4 \text{ ms}$

Frequenza generazione = $\lambda = 1 / T_{\text{interarrivo}} = 250$ pacchetti/s

c) Tempo trasmissione pacchetto = $T = 500 * 8 / 10 \text{ Mb/s} = 40 \text{ us}$

$S_{in} = 10 * \lambda * T = 0.1$ Erlang

$S_{out_max_ALOHA} = 0.18$ Erlang

$S_{in} < S_{max_ALOHA}$, quindi il traffico totale è smaltibile con ALOHA

4 – Laboratorio (5 punti)

La prova di laboratorio verrà distribuita su foglio a parte. La durata è di 30 minuti