

**26 Febbraio 2015 – Modulo 1**

<b>Cognome</b>	
<b>Nome</b>	
<b>Matricola</b>	

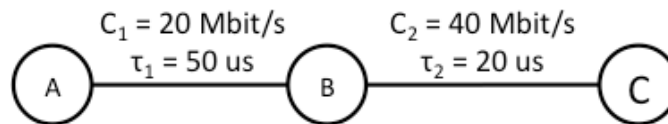
**Tempo complessivo a disposizione per lo svolgimento: 1h 40m**

**E' possibile scrivere a matita**

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>Domande</b>	<b>Lab</b>

**1 - Esercizio (9 punti)**

Dato il collegamento in figura



Si vuole trasferire un file da 2 kbyte da A a C. Il sistema è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Pacchetti con payload 20 byte e header 5 byte
- Sul link AB è in funzione un meccanismo ARQ di tipo *Go-back-N* con  $N=5$ , versione freeze
- Sul link BC il meccanismo ARQ è di tipo *Stop&Wait*
- Buffer di grandezza infinita
- I riscontri sono di lunghezza trascurabile

Si chiede di:

- a) Indicare il tempo totale di trasferimento, dalla inizio della trasmissione in A alla ricezione dell'ultimo ACK trasmesso da sistema
- b) Indicare il rate di trasferimento asintotico determinato dal meccanismo ARQ su ciascuno dei link indipendentemente
- c) Indicare come regolare la finestra del meccanismo ARQ sul link AB in modo tale che non si formi coda nel nodo B
- d) Calcolare il tempo di trasferimento, come al punto a), nel caso in cui la trasmissione del terzo pacchetto fallisca e il timeout sia il minimo possibile

**SOLUZIONE**

a)  $L = \text{payload} + \text{header} = 25 \text{ byte} = 200 \text{ bit}$   
 $\text{File} = 2000 \text{ byte} / 20 \text{ byte} = 100 \text{ pkt}$   
 $T1 = L / C1 = 200 \text{ bit} / 20 \text{ Mbps} = 10 \text{ us}, T2 = T1 / 2 = 5 \text{ us}$   
 $RTT1 = T1 + 2 * \tau1 = 110 \text{ us}$   
 $RTT2 = T2 + 2 * \tau2 = 50 \text{ us}$

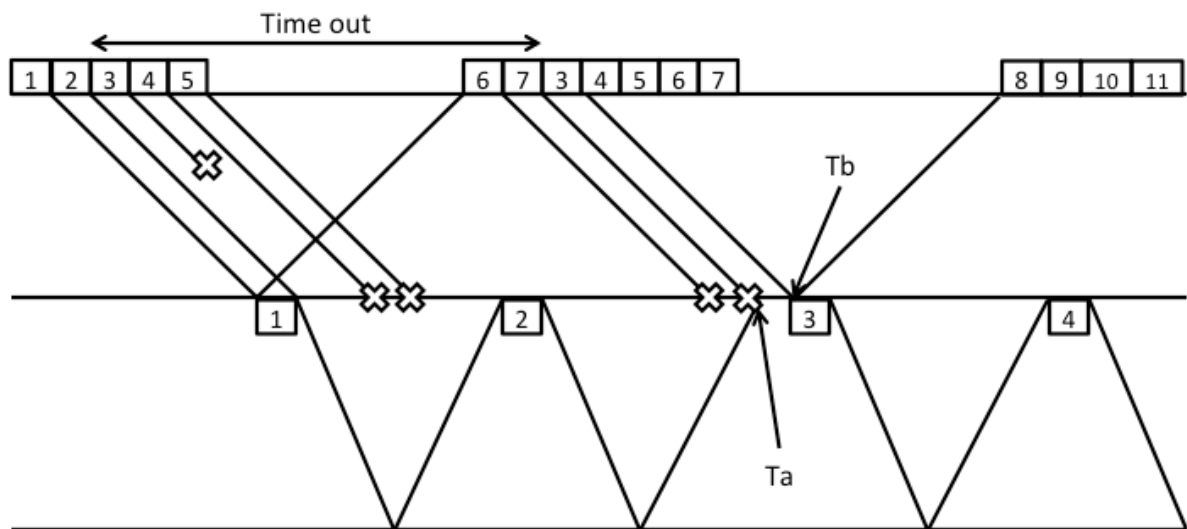
5 pkt sul primo link ogni RTT1  
 5 pkt sul secondo link ogni  $5 * RTT2 > RTT1 \rightarrow$  Il secondo link è bottle-neck, ignoro gli scambi sul primo link

$T_{tot} = T1 + \tau1 + 100 * RTT2 = 5060 \text{ us}$

- b) *Asintoticamente conta solo il meccanismo di ARQ*  
 Sul link 1: 5 pkt ogni RTT1  $\rightarrow \text{Rate} = 5 * L / RTT1 = 5 * 200 / RTT1 = 9.09 \text{ Mb/s}$   
 Sul link 2: 1 pkt ogni RTT2  $\rightarrow \text{Rate} = L / RTT2 = 200 / RTT2 = 4 \text{ Mb/s}$   
 Alternativamente, è possibile calcolare il rate utile come  $k * P / RTT$

- c) Per evitare l'accodamento sistematico: Rate asintotico link 1  $\leq$  Rate asintotico link 2  
 $4 \text{ Mb/s} \geq W * L / RTT1 \rightarrow W \leq 4 \text{ Mb/s} * RTT1 / L = 2.2 \rightarrow W = 2$

d)



$$T_b = 2 * T_1 + RTT_1 + T_1 + \tau_{a1} > T_a = T_1 + \tau_{a1} + 2 * RTT_2$$

$$T_{tot} = 2 * T_1 + \text{TimeOut} + T_1 + \tau_{a1} + 98 * RTT_2 = \\ = 3 * T_1 + \tau_{a1} + RTT_1 + 98 * RTT_2 = 5090 \text{ us}$$

## 2 – Esercizio (8 punti).

In un sistema TDM con interlacciamento di 12 bit sono presenti 10 tributari con  $v_{t1} = 1 \text{ Mbit/s}$  e 5 tributari con  $v_{t2} = 2 \text{ Mbit/s}$ . Si chiede di:

- Indicare la struttura della trama e calcolarne la durata temporale
- Nel caso si voglia usare la stessa trama (interlacciamento e numero di slot) per servire tributari a 4 Mbit/s, indicare quanti tributari si possono accomodare mantenendo la stessa durata temporale della trama
- Come al punto precedente, ma senza vincoli sulla durata temporale della trama. Si indichi anche la nuova durata temporale
- Partendo dalla soluzione del punto c), si vuole associare ad ogni canale a 4 Mbit/s un canale a 5 Mbit/s tramite la tecnica della multitrama (senza sprechi)
  - Si indichi la struttura della multitrama che consente di accomodare tutti i tributari minimizzando l'intervallo massimo tra due turni di trasmissione consecutivi dello stesso tributario
  - Si calcolino durata temporale della multitrama e rate trasmissivo del segnale multiplato
- Se la stessa struttura di trama del punto precedente venisse usata per un sistema cellulare TDMA con raggio di cella  $r = 5 \text{ m}$ , come varierebbero la durata temporale ed il rate trasmissivo del segnale multiplato ?

## SOLUZIONE

- Trama da 20 slot: uno per ogni tributario a 1 Mb/s, due per ogni tributario a 2 Mb/s  
 $T_{trama} = \text{bit\_assegnati} / v_t = 12 \text{ bit} / 1 \text{ Mb/s} = 12 \text{ us}$
- Ogni slot della trama equivale ad un canale a 1Mb/s, quindi servono 4 slot per ogni canale a 4 Mb/s. Da qui il numero massimo di tributari a 4 Mb/s è pari a  $20 / 4 = 5$ .
- Senza il vincolo temporale è possibile assegnare uno slot per ciascun tributario a 4 Mb/s, quindi il numero massimo di triburari è 20.  
 $T_{trama} = 12 \text{ bit} / 4 \text{ Mb/s} = 3 \text{ us}$

d) *Multitrama da 9 trame: 4 trame per i 20 tributari a 4 Mb/s, 5 trame per i 20 tributari a 5 Mb/s. Ogni tributario da 4 Mb/s o 5 Mb/s è associato ad uno slot in ciascuna delle trame del relativo tipo. I due tipi di trame si alternano per minimizzare l'intervallo massimo di non-trasmissione dei tributari*

$$T_{mt} = 12 \text{ bit} * 4 / 4 \text{ Mb/s} = 12 \text{ us}, C_{mux} = 12 \text{ bit} * 20 * 9 / T_{mt} = 180 \text{ Mb/s}$$

e)  $T_g = 2 * 5 / c = 1/30 \text{ us}$ ,  $T_{slot} = 12 \text{ bit} / C_{mux} = 2/30 \text{ us}$

$$\eta = (T_{slot} - T_g) / T_{slot} = 0.5 \rightarrow C_{mux}' = C_{mux} / \eta = 360 \text{ Mb/s}$$

La durata temporale della multitrama non cambia

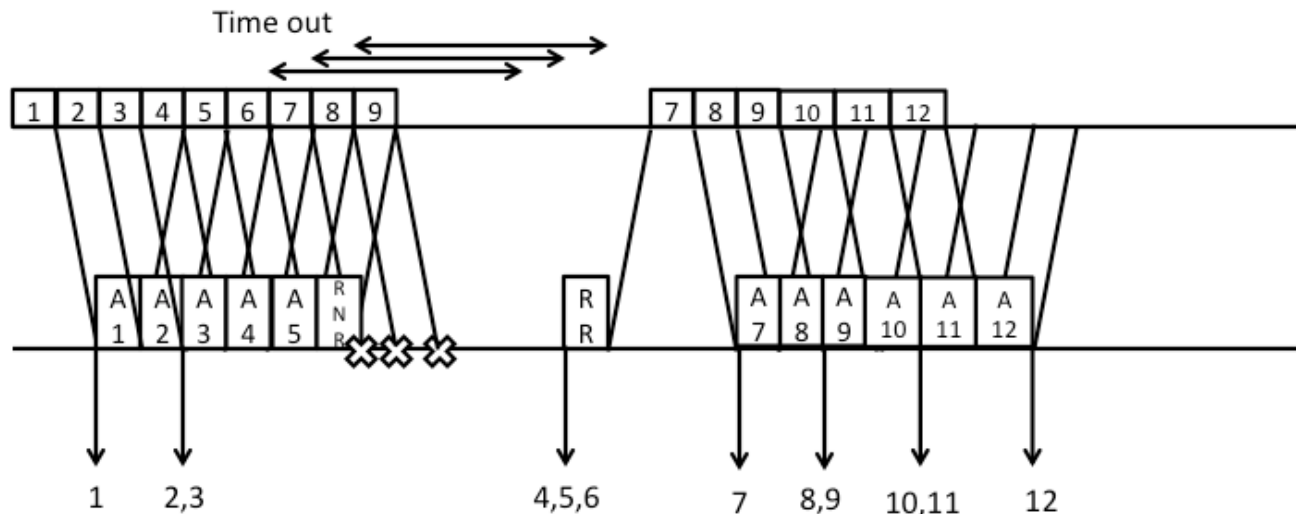
### 3 – Domande

1. (4 Punti) Dato un collegamento in cui:

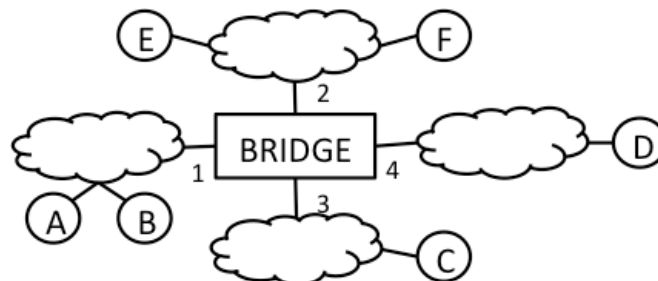
- vengono trasmessi 12 pacchetti con tempo di trasmissione = tempo propagazione = T
- è attivo un meccanismo ARQ Go-Back-N con N = 15, versione freeze e timeout pari a 6 T
- gli ACK, di durata T, vengono trasmessi immediatamente dopo la ricezione di un pacchetto
- il ricevitore invia al trasmettitore
  - il messaggio Receiver-Not-Ready (RNR) quando il buffer, di capacità 3 pacchetti, è pieno
  - il messaggio Receiver-Ready (RR) appena il buffer si svuota
- l'applicazione al ricevitore legge e svuota completamente il buffer negli istanti
  - 2T, 4T, 13T, 17T, 19T, 21T, 23T, 25T, 27T, etc.

Si disegni il diagramma temporale di trasferimento dei pacchetti mostrando la trasmissione dei pacchetti, dei messaggi di ACK, RNR e RR.

#### SOLUZIONE



2. (4 punti)



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

- Trama #1: MAC\_A → MAC\_D a t = 10s
- Trama #2: MAC\_A → MAC\_E a t = 20s

- Trama #3: MAC\_E → MAC\_D a t = 35s
- Trama #4: MAC\_A → MAC\_E a t = 50s
- Trama #5: MAC\_E → MAC\_A a t = 53s
- Trama #6: MAC\_A → MAC\_B a t = 68s
- Trama #7: MAC\_B → MAC\_A a t = 74s

La validità di ogni entry del FDB è di 20 s dall'ultimo aggiornamento

Si chiede di indicare, per ogni trama:

- Lo stato del FDB del bridge appena prima della trasmissione della trama.
- Lo stato del FDB del bridge dopo della trasmissione della trama.
- La/e porta/e del bridge da cui viene trasmessa la trama in uscita.

**SOLUZIONE**

<i>t</i>	<i>TX</i>	<i>FDB prima</i>	<i>FDB dopo</i>	<i>Porte TX OUT</i>
10	AD	-	A1	2, 3, 4
20	AE	A1	A1	2, 3, 4
35	ED	A1	A1, E2	1, 3, 4
50	AE	E2	A1, E2	2
53	EA	A1, E2	A1, E2	1
68	AB	A1, E2	A1, E2	2, 3, 4
74	BA	A1	A1, B1	-

- (3 punti) In un sistema di accesso multiplo di tipo SLOTTED ALOHA, N=50 stazioni condividono un canale comune con capacità C = 1Mbit/s. Il traffico generato sul canale da ogni stazione (arrivi + ritrasmissioni) è assunto Poisson con una frequenza di arrivo  $\lambda = 0.2$  arrivi/secondo, ogni arrivo è costituito da un pacchetto di 100 kbit. Si chiede di:
  - Calcolare il traffico smaltito dal canale
  - Mantenendo costante la probabilità di collisione, indicare quanto occorra aumentare la capacità del canale C per accomodare N=100 stazioni

**SOLUZIONE**

a)  $T = 100 \text{ kbit} / 1 \text{ Mb/s} = 100 \text{ ms}$

$G = N * \lambda * T = 50 * 0.2 * 0.1 = 1$

$S = e^{-1} = 0.3678$

- b) Probabilità di collisione costante →  $e^{-G}$  costante → G costante →  $N * \lambda * T$  costante → Se N raddoppia, allora T dimezza → C raddoppia

#### **4 – Laboratorio (5 punti)**

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