Esercizio 2

Si consideri una rete come quella mostrata in Figura 1. La rete si compone di due parti: un token ring di latenza $\tau_{TR} = \tau$ che connette A, B, C e D; un link punto-punto che connette C ed E.

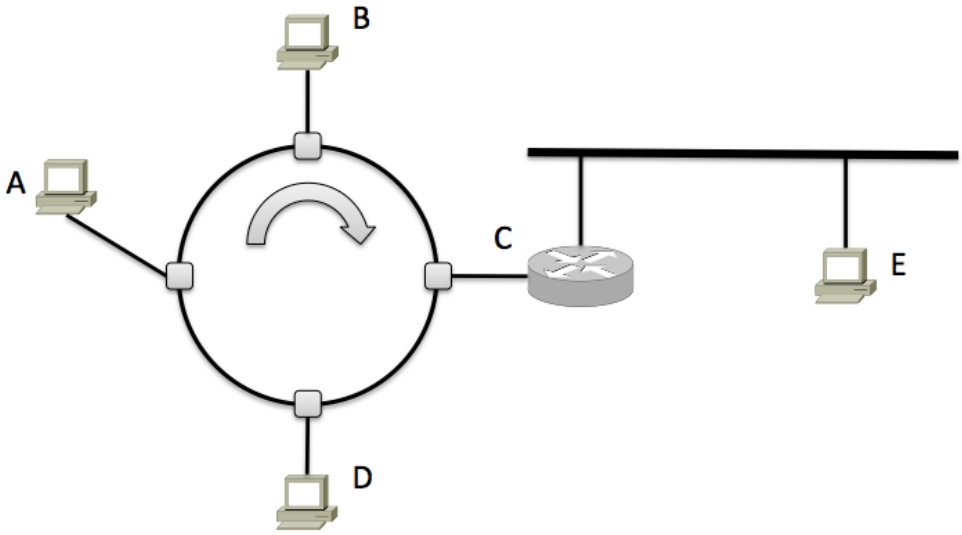

Figure 1

Il terminale A ha dei dati da inviare al terminale E, viceversa, B, D ed E non hanno alcun dato da inviare al resto della rete. Supponiamo che il protocollo di comunicazione tra A ed E segua queste specifiche: quando A ha il token invia un dato diretto ad E, quindi si mette in attesa di un riscontro, se l'ACK arriva su A entro $\frac{17}{4}\tau$ allora la trasmissione è avvenuta con successo ed A può schedulare l'invio di un nuovo dato verso E, altrimenti scatta il timeout ed A schedula di nuovo l'invio dello stesso dato verso E.

Si considerino le seguenti ipotesi:

- il terminale A ha sempre dati da inviare ad E
- i tempi di processing ed accodamento dei terminali (A, B, D ed E)e del router (C) siano da considerarsi nulli
- i tempi relativi al cambio del token (free/busy) siano da considerarsi nulli
- la latenza τ è da considerarsi equamente suddivisa tra i 4 segmenti del ring (ad esempio, la latenza tra A e B è pari a $\frac{1}{4}\tau_{TR}$)
- il tempo di propagazione sul link punto-punto sia pari a $\tau_{ETH} = \frac{1}{2}\tau$
- la durata della pacchetto dati (sia sul ring che sul link punto-punto) sia pari a $m = \frac{1}{2}\tau$
- la durata del riscontro, ACK (sia sul ring che sul link punto-punto), sia pari a $a = \frac{1}{4}\tau$

Il candidato:

1. calcoli la capacità del protocollo, ρ_1, in funzione degli altri parametri del sistema
2. si supponga che le trame dati inviate sul link punto-punto possano subire delle alterazioni. Più esattamente si supponga che la prima trasmissione della trama dati sul link punto-punto fallisca e che la seconda trasmissione della stessa trama abbia sempre successo. Sotto queste ipotesi, si calcoli la capacità del protocollo, ρ_2, in funzione degli altri parametri del sistema.
3. Si supponga che le prime k trasmissioni della trama sul link punto-punto falliscano e che la $k+1$-esima trasmissione abbia sempre successo. Sotto queste ipotesi calcolare la capacità del protocollo, ρ_3, in funzione degli altri parametri del sistema.

Suggerimenti: si consiglia di mantenere la "posizione" del token ed il terminale che detiene il token in ogni istante temporale.

Risoluzione:

1. Lo schema relativo al primo scenario è mostrato in Figura 2.

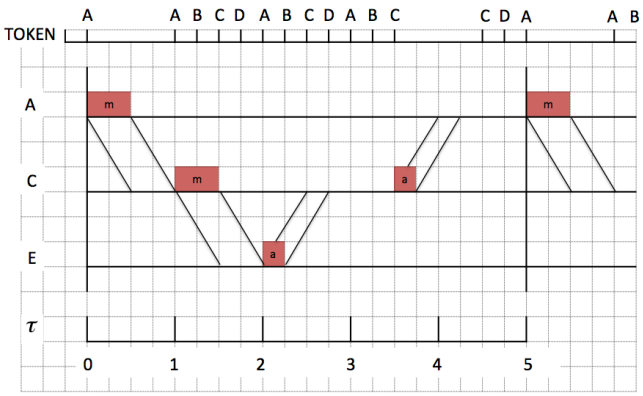

Figure 2

Supponiamo che all'istante 0 il token free arrivi su A e che quest'ultimo lo cambi in busy, iniziando subito dopo l'invio della trama dati. La trama impiega $m = \frac{\tau}{2}$ per essere immessa sul canale e $\frac{\tau_{TR}}{2} = \frac{\tau}{2}$ per raggiungere la destinazione C.
Dopo τ, A provvederà a cambiare il token busy in token free, mentre C, che ha appena ricevuto l'intera trama dati m provvederà ad inviare la trama sul link punto-punto. L'invio della trama sul link punto-punto richiede un totale di τ (a 2τ il terminale E ha ricevuto tutti i bit della trama dati). All'istante 2τ E immette sul canale l'ACK inviandolo al router C. All'istante $\frac{11}{4}\tau$ C ha ricevuto tutti i bit della trama di riscontro. All'istante $\frac{14}{4}\tau$ C acquisisce il token (i.e. lo cambia da free a busy) ed inizia la trasmissione dell'ACK. Il riscontro arriva sul terminale A all'istante $\frac{17}{4}\tau$. All'istante 5τ A può nuovamente acquisire il token e procedere con l'invio di una nuova trama.
Il periodo di rigenerazione è quindi pari a $T_n = 5\tau$. Pertanto la capacità del protocollo è pari a:

$$\rho_1 = \frac{m}{T_n} = \frac{\frac{\tau}{2}}{5\tau} = \frac{1}{10}$$

2. Lo schema relativo al secondo scenario è mostrato in Figura 2.

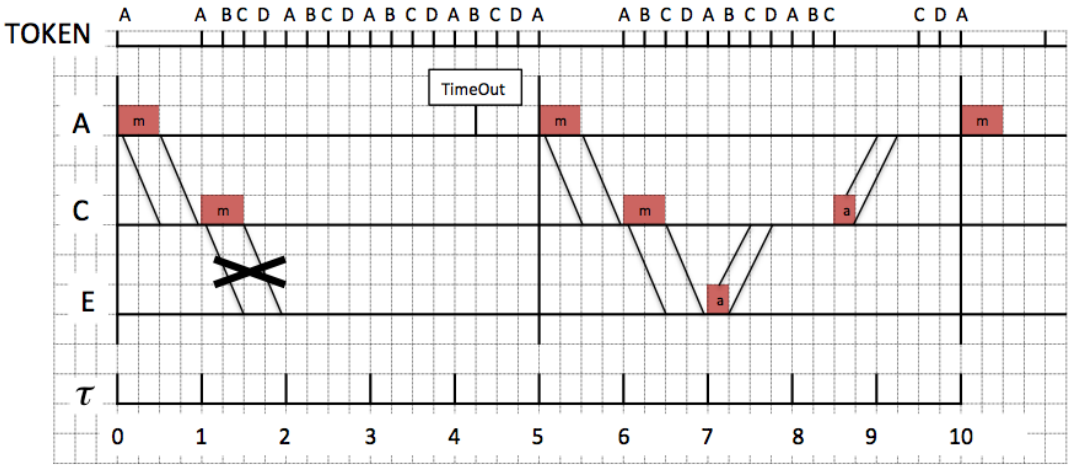

Figure 3

Dal momento che la prima trasmissione sul link punto-punto fallisce E non genera un riscontro. Allo scadere del timeout ($\frac{17}{4}\tau$) il terminale A schedula la ritrasmissione della trama. Tale trasmissione verrà avviata solo all'istante 5τ, istante in cui il terminale A mette il token busy.
Il periodo di rigenerazione è quindi pari a $T_n = 10\tau$. Pertanto la capacità del protocollo è pari a:

$$\rho_2 = \frac{m}{T_n} = \frac{\frac{\tau}{2}}{10\tau} = \frac{1}{20}$$

3. Nel caso in cui servano k ritrasmissioni affinché la trama arrivi correttamente al terminale E, il periodo di rigenerazione è pari a $T_n = k \cdot 5\tau + 5\tau = 5\tau \cdot (k+1)$.

Pertanto la capacità del protocollo è pari a:

$$\rho_3 = \frac{m}{T_n} = \frac{\frac{\tau}{2}}{5\tau \cdot (k+1)} = \frac{1}{10 \cdot (k+1)}$$