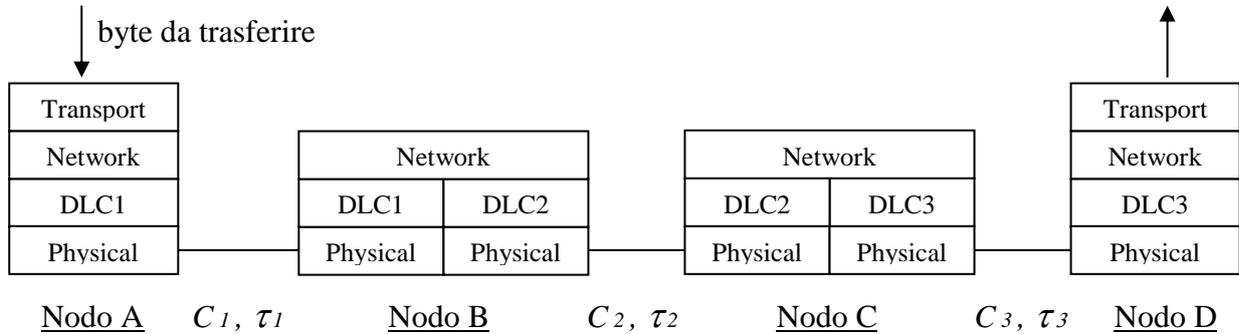


ESERCIZIO 4 (Tema d'esame 06/02/2014)

Sia data la rete indicata in figura (il sistema è privo di errori), in cui i nodi B e C commutano i pacchetti a livello 3 in modalità *store-and-forward* con tempo di commutazione (*processing*) trascurabile. Tutti i nodi indicati dispongono di buffer di dimensione infinita.

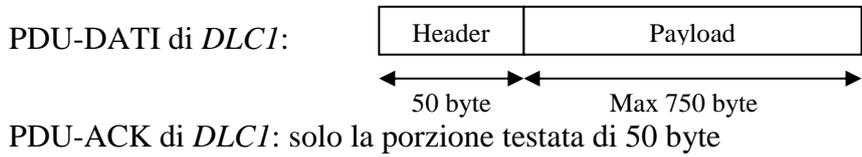


Caratteristiche dei canali di trasmissione (entrambi *full-duplex*):

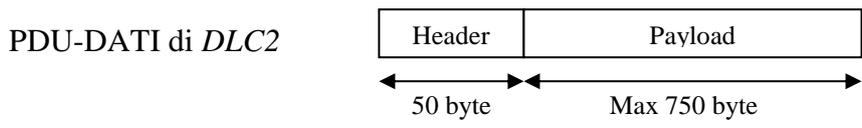
- $C_1 = 32000 \text{ bps}$ $\tau_1 = 100 \text{ ms}$
- $C_2 = 24000 \text{ bps}$ $\tau_2 = 50 \text{ ms}$
- $C_3 = \text{var}$ $\tau_3 = 50 \text{ ms}$

Caratteristiche dei protocolli di comunicazione:

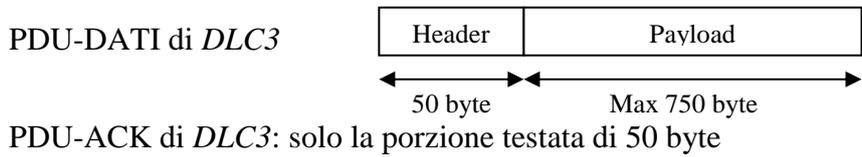
DLC1 utilizza un protocollo confermato *Stop-and-Wait*:



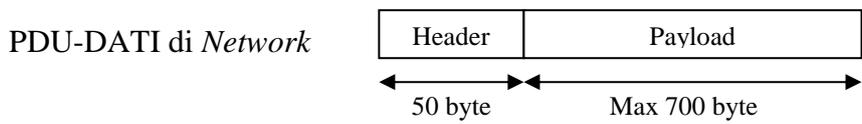
DLC2 utilizza un protocollo non confermato:



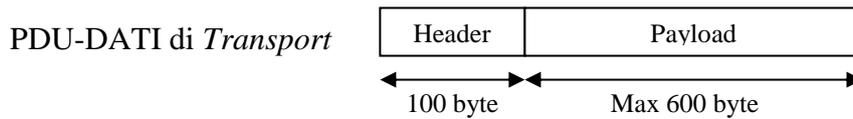
DLC3 utilizza un protocollo confermato *Stop-and-Wait*:



Network utilizza un protocollo non confermato:



Transport utilizza un protocollo non confermato:



Domande:

1. Determinare $C_{sistema}$ (C_3) sperimentata al di sopra del livello *Transport* al variare di C_3 e tracciarne il grafico, determinando altresì per quali valori di C_3 la $C_{sistema}$ è massima.
2. Supponendo che il livello *Network* dei nodi supporti la frammentazione (con ricomposizione sul destinatario finale), determinare quanto richiesto al punto 1 nel caso in cui la dimensione max del Payload di *DLC2* sia 400 byte anziché 750 byte.

ESERCIZIO 4 Tema d'esame 06/02/2014

Soluzione:

$$C_1 = 32000 \text{ bps} = 4000 \frac{\text{byte}}{\text{s}}$$

$$C_2 = 24000 \text{ bps} = 3000 \frac{\text{byte}}{\text{s}}$$

$$\tau_1 = 100 \text{ ms} = 0,1 \text{ s}$$

$$\tau_2 = \tau_3 = 50 \text{ ms} = 0,05 \text{ s}$$

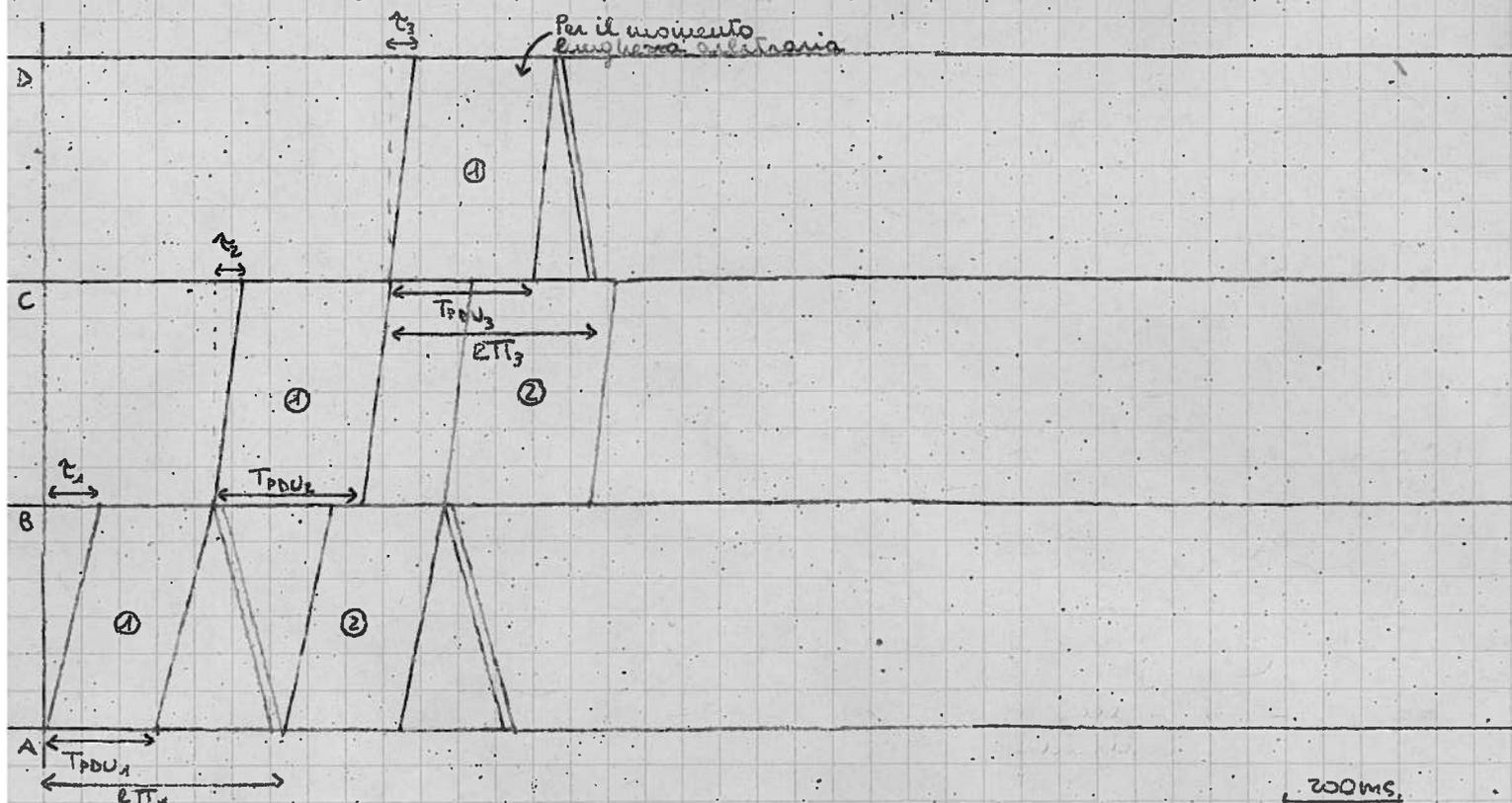
1) Non è necessaria la frammentazione in alcun nodo

$$T_{PDU_1} = \frac{\text{Payload}_{DL1} + H_{DL1}}{C_1} = \frac{750 + 50}{4000} = 0,2 \text{ s} = 200 \text{ ms}$$

$$T_{ACK_1} = \frac{H_{DL1}}{C_1} = \frac{50}{4000} = 0,0125 \text{ s} = 12,5 \text{ ms}$$

$$T_{PDU_2} = \frac{\text{Payload}_{DL2} + H_{DL2}}{C_2} = \frac{750 + 50}{3000} = 0,267 \text{ s} = 267 \text{ ms}$$

Disegnare il diagramma temporale per capire il comportamento della rete



Innanzitutto bisogna definire qual è il canale strozzante tra i canali 1 e 2. Essendo il canale 1 uno S&K mentre il canale 2 ne non confermato, bisogna paragonare RTT_1 con T_{PDU_2} .

$$RTT_1 = T_{PDU_1} + T_{ACK_1} + 2\tau_1 = 200 + 12,5 + 2 \cdot 100 = 412,5 \text{ ms}$$

Essendo $RTT_1 > T_{PDU_2}$, DL_1 è il canale strozzante tra i canali 1 e 2. Essendo C_3 variabile, bisogna capire ora per quali valori di C_3 il canale 1 è strozzante per il sistema e per quali valori di C_3 invece il canale 3 è strozzante.

$$T_{PDU_3} = \frac{\text{Payload}_{DL3} + H_{DL3}}{C_3} = \frac{750 + 50}{C_3} = \frac{800}{C_3}$$

$$T_{ACK_3} = \frac{H_{DL3}}{C_3} = \frac{50}{C_3}$$

Essendo il canale 3 uno S&K come il canale 1, bisogna confrontare RTT_1 con RTT_3 .

$$RTT_3 = T_{p0,3} + T_{ack,3} + 2T_3 = \frac{850}{C_3} + \frac{50}{C_3} + 2 \cdot 0,05 = \frac{850}{C_3} + 0,1$$

I due casi possibili sono:

→ $RTT_1 < RTT_3 \Rightarrow$ il canale 3 è strozzante

→ $RTT_1 > RTT_3 \Rightarrow$ il canale 1 è strozzante

(2)

Calcolo C_3 per cui $RTT_1 = RTT_3$, ovvero il caso limite per cui nessuno/entrambi sono strozzanti:

$$RTT_1 = RTT_3 \Rightarrow 0,4125 = \frac{850}{C_3} + 0,1 \Rightarrow 0,3125 = \frac{850}{C_3} \Rightarrow C_3 = \frac{850}{0,3125} = 2720 \frac{\text{byte}}{\text{s}}$$

Esaminiamo ora i 2 casi:

* Caso 1: $RTT_1 > RTT_3$ ($C_3 > 2720 \frac{\text{byte}}{\text{s}}$)

Il canale 1 è strozzante, la capacità di sistema vale:

$$C_{\text{sistema}}(C_3) = \frac{\text{Payload} \cdot T_c}{RTT_1} = \frac{600}{0,4125} = 1454,5 \frac{\text{byte}}{\text{s}} \quad \forall C_3$$

La capacità di sistema non dipende da C_3

* Caso 2: $RTT_1 < RTT_3$ ($C_3 < 2720 \frac{\text{byte}}{\text{s}}$)

Il canale 3 è strozzante, la capacità di sistema vale:

$$C_{\text{sistema}}(C_3) = \frac{\text{Payload} \cdot T_c}{RTT_3} = \frac{600}{\frac{850}{C_3} + 0,1} = \frac{600}{\frac{850 + 0,1C_3}{C_3}} = \frac{600C_3}{850 + 0,1C_3}$$

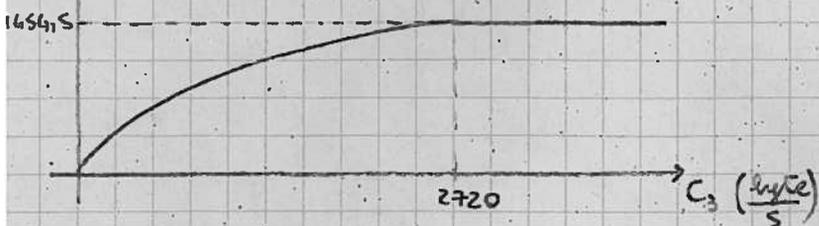
$$C'_{\text{sistema}}(C_3) = \frac{600(850 + 0,1C_3) - 600C_3 \cdot 0,1}{(850 + 0,1C_3)^2} = \frac{5,1 \cdot 10^5}{(850 + 0,1C_3)^2} > 0 \quad \forall C_3 \Rightarrow \text{Funzione sempre crescente}$$

$$C''_{\text{sistema}}(C_3) = \frac{-5,1 \cdot 10^5 \cdot 2(850 + 0,1C_3) \cdot 0,1}{(850 + 0,1C_3)^4} = \frac{-5,1 \cdot 10^5 \cdot (170 + 0,02C_3)}{(850 + 0,1C_3)^4} < 0 \quad \forall C_3 > 0$$

(cioè per tutte le soluzioni fisicamente accettabili) \Rightarrow Concavità verso il basso.

↑ $C_{\text{sistema}}(C_3)$ ($\frac{\text{byte}}{\text{s}}$)

$C_{\text{sistema}}(0) = 0 \Rightarrow$ Passa per l'origine



2) Svolgere da soli per esercizio...