

**Tempo a disposizione per lo svolgimento: 1 ora e 30 minuti**

**Avvertenza:** Si ricordi di indicare sui fogli consegnati nome, cognome e numero di matricola

### **Esercizio 1**

Due segnali di 64 kbit/s, uno da 128 kbit/s e tre da 512 kbit/s vengono multiplati insieme a divisione di tempo. Assumendo che l'unità minima di moltiplicazione sia un byte (ottetto), si determini:

- 1) la struttura della trama di durata minima, indicandola graficamente
- 2) la sua durata
- 3) la velocità di trasmissione del multiplex.

Si risolva poi il medesimo esercizio nel caso in cui l'unità minima di moltiplicazione sia un bit.

### **Soluzione:**

Si veda esercizio 1 svolto ad esercitazione serie 3 (TDM e TDMA).

1) **Struttura trama:** la struttura della trama di durata minima è così costituita: 1 byte del primo segnale a 64 kbit/s, 1 byte del secondo segnale a 64 kbit/s, 2 byte del segnale a 128 kbit/s, 8 byte del primo segnale a 512 kbit/s, 8 byte del secondo segnale a 512 kbit/s e 8 byte del terzo segnale a 512 kbit/s.

In totale dunque: sono  $1+1+2+8+8+8$  byte=28 byte

2) **Durata trama:** tempo necessario affinché, ad esempio, la sorgente a 64 kbit/s generi il suo byte (8 bite)= $8\text{bit}/64000\text{bit/s}=125$  microsecondi

3) **Velocità Multiplex:** semplicemente è pari a  $64+64+128+512+512+512$  kbit/s=1792 kbit/s

-Se l'unità di moltiplicazione è il bit;

1) **Struttura trama:** la struttura della trama di durata minima è così costituita: 1 bit del segnale a 64 kbit/s, 1 bit del segnale a 64 kbit/s, 2 bit del segnale a 128 kbit/s, 8 bit del primo segnale a 512 kbit/s, 8 bit del secondo segnale a 512 kbit/s e 8 bit del terzo segnale a 512 kbit/s.

In totale dunque: sono  $1+1+2+8+8+8$  bit=28 bit

2) **Durata trama:** tempo necessario affinché, ad esempio, la sorgente a 64 kbit/s generi il suo bit= $1\text{bit}/64000\text{bit/s}=15.625$  microsecondi

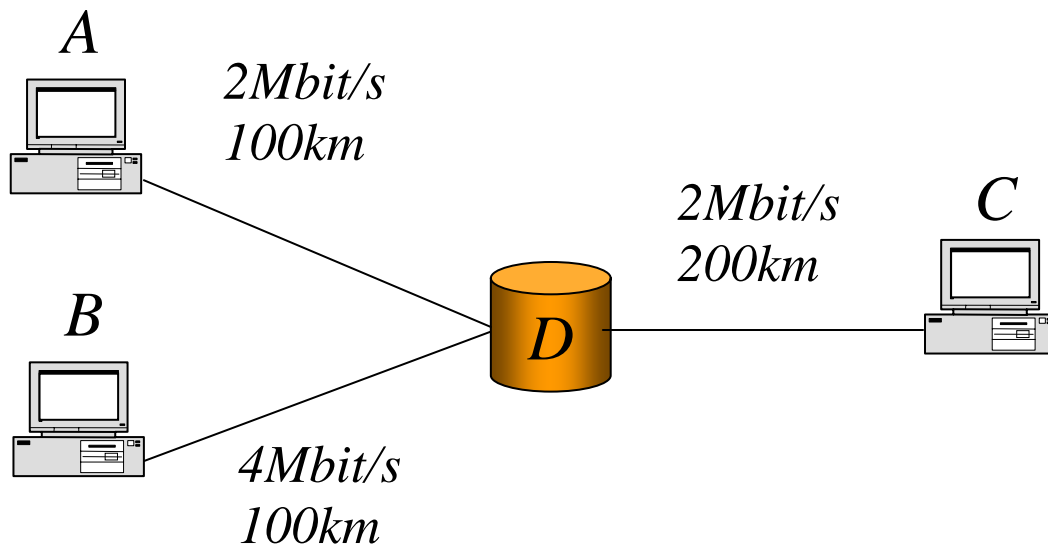
3) **Velocità Multiplex:** come prima, pari a  $64+64+128+512+512+512$  kbit/s=1792 kbit/s

### **Esercizio 2**

Si consideri la rete in figura.

Il nodo A deve trasferire verso C due pacchetti di uguale dimensione, pari a 2000 bit, mentre B deve trasferire un solo pacchetto di dimensione 6000 bit anch'esso verso C. I due trasferimenti incominciano nello stesso istante di tempo  $t=0$ . Sui collegamenti in figura sono indicati capacità e lunghezza del collegamento. I nodi eseguono commutazione di pacchetto e l'accodamento nel nodo D avviene su base primo arrivato. I tempi di processing nei nodi sono trascurabili. Si calcoli (indicando il procedimento utilizzato per il calcolo):

- 1) il tempo necessario a trasferire i due pacchetti da A verso C (ovvero, l'istante in cui C riceve l'ultimo bit del secondo pacchetto inviato da A)
- 2) il tempo necessario a trasferire il pacchetto da B verso C



### Soluzione:

Ritardo di propagazione  $\tau$  su link da 100km (link A->D e B->D)=0.5 ms

Ritardo di propagazione  $\tau$  su link da 200km (link D->C)=1 ms

Tempo Trasmissione di 1 pck da 2000 bit su link da 2 Mbit/s (link A->D e anche D->C)=  $2000/(2 \cdot 10^6)=1\text{ms}$

Tempo Trasmissione di 1 pck da 6000 bit su link da 4 Mbit/s (link B->D)=  $6000/(4 \cdot 10^6)=1.5\text{ms}$

Tempo Trasmissione di 1 pck da 6000 bit su link da 2 Mbit/s (link D->C)=  $6000/(2 \cdot 10^6)=3\text{ms}$

Il primo pck proveniente da A (che chiameremo PA1) arriva completamente al nodo D all'istante  $1+0.5=1.5\text{ms}$  (ovvero: il suo ultimo bit arriva in questo istante al nodo D)

Il pck proveniente da B (che chiameremo PB) arriva completamente al nodo D all'istante  $1.5+0.5=2\text{ms}$  (ovvero: il suo ultimo bit arriva in questo istante al nodo D)

Il secondo pck proveniente da A (che chiameremo PA2) arriva completamente al nodo D all'istante  $1+1+0.5=2.5\text{ms}$  (ovvero: il suo ultimo bit arriva in questo istante al nodo D)

Quindi il nodo D trasmette questi 3 pacchetti verso la destinazione C nell'ordine in cui gli sono arrivati: prima PA1, poi PB, infine PA2. Tenendo conto dei tempi di trasmissione e di propagazione sul link D->C risulta che:

-PA1 arriva definitivamente alla destinazione C all'istante  $1.5+1+1=3.5\text{ms}$  (infatti D comincia a trasmettere PA1 verso C all'istante 1.5ms, 1ms è il tempo di trasmissione di PA1 sul link D->C e il ritardo di propagazione di D->C è 1ms)

-PB arriva definitivamente alla destinazione C 3 ms dopo l'arrivo di PA1 (3ms è infatti il tempo di trasmissione di PB sul link D->C), e dunque all'istante  $3.5+3=6.5\text{ms}$

-PA2 arriva definitivamente alla destinazione C 1 ms dopo l'arrivo di PB (1ms è infatti il tempo di trasmissione di PA2 sul link D->C), e dunque all'istante  $6.5+1=7.5\text{ms}$

Quindi:

1) Risposta al punto 1: PA2 arriva a C all'istante 7.5ms

2) PB arriva alla destinazione C all'istante 6.5ms

### Esercizio 3

Si calcoli l'efficienza di un protocollo di Polling, variante Roll Call, nel caso in cui il numero totale di terminali sia 10, ma solo 1 terminale ha sempre pacchetti da trasmettere. I pacchetti trasmessi siano lunghi 10.000 bit, mentre il pacchetto di token sia di 100 bit. Il tempo di propagazione dal master a ciascuno dei terminali sia di 20  $\mu$ s e la velocità del canale sia di 1 Mb/s.

Si ripetano i conti nel caso in cui tutti e 10 i terminali siano attivi ed abbiano sempre pacchetti da trasmettere.

**SOLUZIONE:** si veda l'esercizio 1 risolto ad esercitazione nella serie 5 (Accesso Multiplo Ordinato e Casuale).

**Tempo Trasmissione Pacchetto:**  $T_p = 10000 / (10^6) = 10\text{ms}$

**Tempo Trasmissione Token:**  $T_t = 100 / (10^6) = 0.1\text{ms}$

**Ritardo di propagazione Tau= 20 microsec.**

**Stazioni attive: N=1**

**Stazioni totali: M=10.**

**Efficienza:  $\eta = (N \cdot T_p) / (N \cdot T_p + 2 \cdot M \cdot (\tau + T_t)) = 0.80645$**

**-Se invece N=10 (tutte le stazioni sono attive):  $\eta = 0.97656$**

### Domande:

1) Si illustri con chiarezza e precisione la differenza fra *multiplazione* e *accesso multiplo*.

2a) Si illustri con chiarezza e precisione il fenomeno cosiddetto di *Broadcast Storm*, indicando la causa che porta a tale fenomeno.

2b) Quale soluzione viene adottata per impedire l'insorgere di tale fenomeno?

3a) Si indichi con precisione qual è il significato degli acronimi *CSMA* e *CSMA/CD*.

3b) Si definisca con precisione che cosa si intende per *periodo di vulnerabilità* del protocollo CSMA.

**SOLUZIONE:** si vedano lucidi e dispense disponibili sul sito del corso