

Reti Internet Multimediali

1.Esercizio – TDM

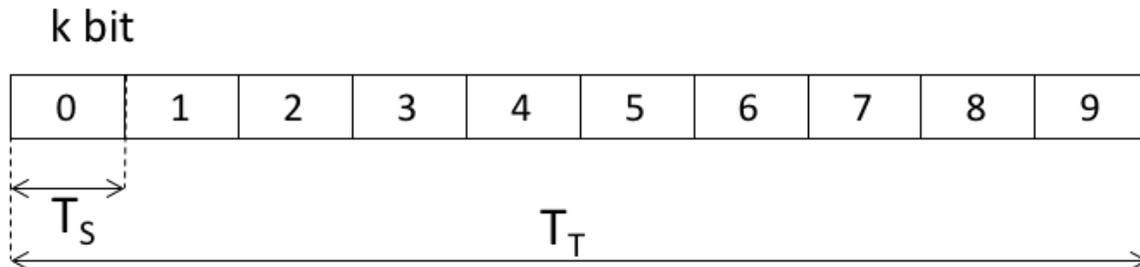
Un sistema di multiploazione TDM presenta una trama di $N=10$ slot; in ciascuno slot vengono trasmessi $k=128$ [bit]. Se il sistema è utilizzato per moltipolare 10 canali, ciascuno a $V=64$ [kbit/s], si dica qual è la velocità W del multiplex, la durata T_T della trama di multiploazione e quella T_S dello slot.

Soluzione

Il sistema multiplex deve avere velocità (rate) sufficiente per supportare tutti gli N tributari, quindi, molto semplicemente:

$$W = V \cdot N = 64[\text{kbit/s}] \cdot 10 = 640 \text{ kbit/s}$$

La durata della trama si può calcolare imponendo che se si assegna uno slot per trama ad un tributario, il rate equivalente del canale così definito sia uguale al rate di ingresso del tributario V .



$$T_T = k/V = 128 [\text{bit}] / 64 \cdot 10^3[\text{bit/s}] = 2 [\text{ms}]$$

Il tempo di slot è definito come il tempo necessario per inviare tutti i bit che compongono lo slot, k , ad una velocità pari a W ; quindi:

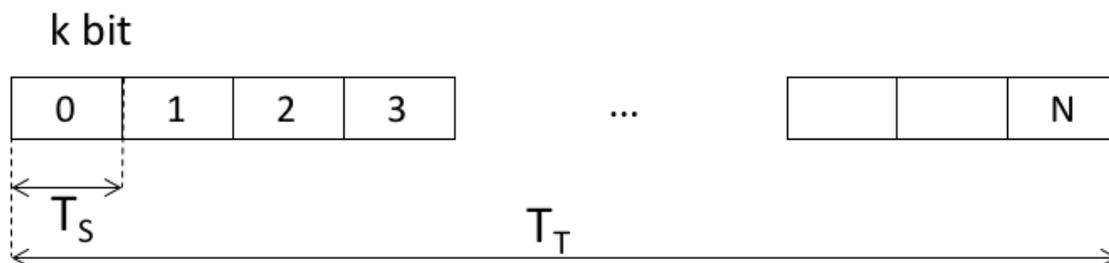
$$T_S = k/W = 128 [\text{bit}] / 640 \cdot 10^3[\text{bit/s}] = 200 [\mu\text{s}]$$

2.Esercizio – TDM

Un sistema di multiplexazione TDM utilizza una velocità di multiplex $W=2.048$ [Mbit/s] e $k=8$ [bit] per slot. Assumendo una velocità di ciascun canale pari a $V=64$ [kbit/s], calcolare il numero (massimo) di canali tributari supportabili, N , la lunghezza di trama T_T , e la lunghezza dello slot T_S .

Soluzione

Il Sistema di multiplo ha un rate complessivo di W e deve supportare tributari con rate V . Il numero massimo di tributari supportabili è quindi:



$$N = W/V = 2048 \text{ [kbit/s]} / 64 \text{ [kbit/s]} = 32$$

La durata della trama si può calcolare imponendo che se si assegna uno slot per trama ad un tributario, il rate equivalente del canale così definito sia uguale al rate di ingresso del tributario V .

$$T_T = k/V = 8 \text{ [bit]} / 64 \cdot 10^3 \text{ [bit/s]} = 125 \text{ [\mu s]}$$

Il tempo di slot può essere calcolato come tempo di trama diviso per numero di slot nella trama, ovvero come tempo necessario per inviare k bit ad una velocità di W ; quindi:

$$T_S = T_T / N = k/W = 125 \text{ [\mu s]} / 32 \approx 3,90 \text{ [\mu s]}$$

3.Esercizio –TDM

Un sistema di moltiplicazione a divisione di tempo è caratterizzato da un grado di interlacciamento $k=8[\text{bit}]$ e deve servire flussi in ingresso (tributari) con rate $r = 128[\text{kbit/s}]$. Trovare la durata minima della trama di multiplo, T_T . Sapendo poi che il singolo slot nella trama di multiplo ha durata $T_s=3,125$ [microsecondi], trovare il *rate* trasmissivo a valle del moltiplicatore, W , ed il numero massimo di flussi in ingresso che possono essere serviti, N .

Soluzione

La durata della trama si può trovare imponendo: $r = k/T_T$; da cui si ha:
 $T_T=62,5$ [microsecondi].

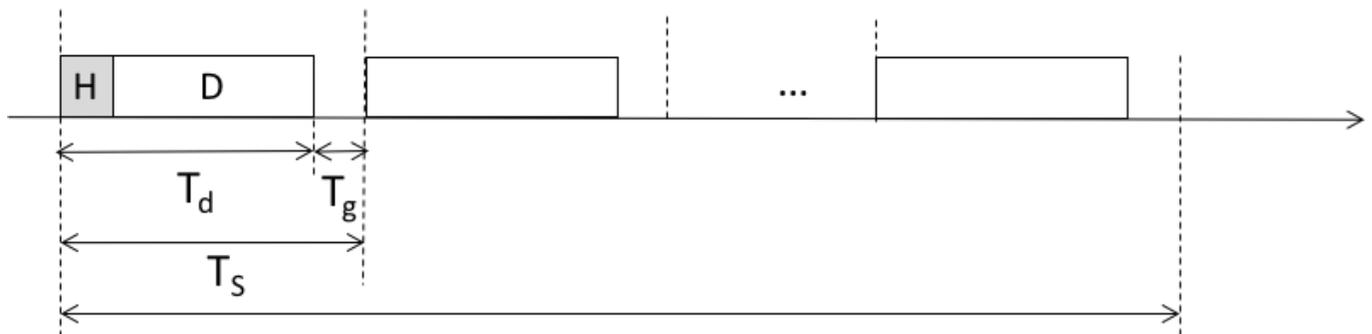
Il rate W è definito come: $W=k/T_s=2,56$ [Mbit/s]. Il numero massimo di tributari è pari al rate complessivo del moltiplicatore diviso per il rate del singolo tributario: $N= W/r=20$.

4.Esercizio - TDMA

Un sistema di accesso multiplo TDMA utilizza $N=10$ time slot, un tempo di guardia $T_g=200[\mu\text{s}]$, pacchetti dati composti da un campo dati di dimensione $D=180$ [bit] ed un header di dimensione $H=20$ [bit], e un tempo di trama T_T pari a 10 [ms].

Calcolare la velocità di portante (multiplex) W e la velocità netta (dati) V di ciascun canale.

Soluzione



La dimensione di uno slot (in bit) è pari a :

$$k = H + D = 200 \text{ [bit]}$$

Il tempo di slot è dato dal tempo di trama diviso per il numero di slot nella trama:

$$T_s = T_T / N = 10/10 = 1 \text{ [ms]}$$

Il tempo di trasmissione della parte dati dello slot è dato dal tempo di slot meno il tempo di guardia:

$$T_d = T_s - T_g = 0,8 \text{ [ms]}$$

La velocità del flusso multiplexato è data dalla dimensione (in bit) della parte dati dello slot divisa per il tempo necessario al suo invio:

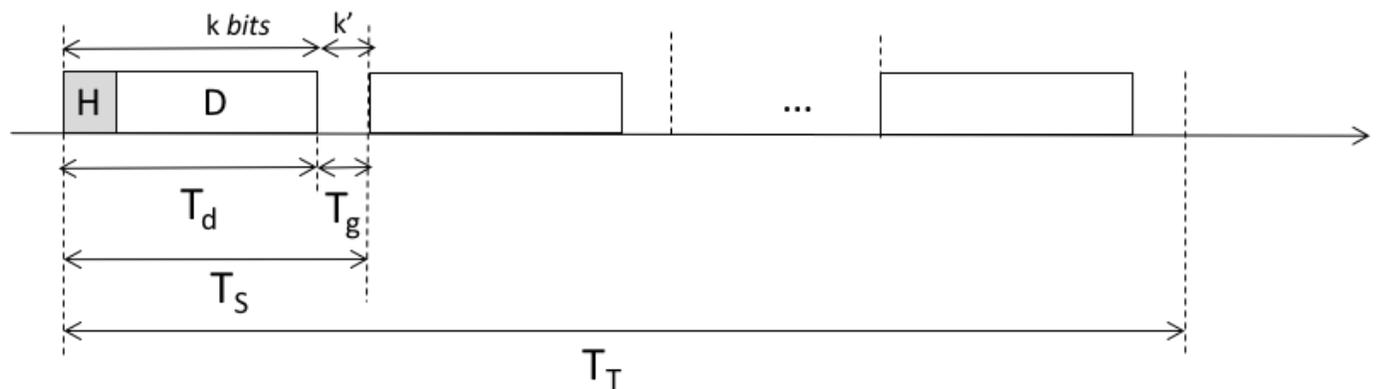
$$W = k / T_d = 200 \text{ bit} / 0,8 \text{ ms} = 250 \text{ kbit/s}$$

La velocità netta del canale definito come “uno slot per trama” è uguale alla quantità di informazione inviata nello slot diviso per la durata della trama

$$V = D / T_T = 180 \text{ bit} / 10 \text{ ms} = 18 \text{ kbit/s}$$

5.Esercizio - TDMA

Il sistema di accesso multiplo TDMA del sistema cellulare GSM utilizza $N=8$ time slot, un tempo di guardia pari a $k' = 8,25$ tempi di bit, pacchetti dati composti da $D=114$ [bit] dati e $H=34$ [bit] di *overhead*, e un tempo di trama T_T pari a $4,615$ [ms]. Calcolare la velocità di multiplex W e la velocità netta (dati) V di ciascun canale.



Soluzione

Il numero di bit di *overhead* e di dati contenuto in uno slot è:

$$k = H + D = 148 \text{ bit}$$

Il numero di bit complessivo (*overhead* + dati + guardia) è:

$$k_{TOT} = k + k' = 156,25 [\text{bit}]$$

La durata del singolo slot è pari alla durata della trama divisa per il numero di slot:

$$T_S = T_T / N = 4,615 [\text{ms}] / 8 = 577 [\mu\text{s}]$$

La velocità della portante può essere calcolata osservando che in un tempo di slot devono essere trasmessi k_{tot} bit, quindi:

$$W = k_{TOT} / T_S = 156,25[bit] / 577[\mu s] = 270,8 \text{ [kbit/s]}$$

La velocità netta corrispondente del canale definito come “uno slot per trama” è:

$$V = D / T_T = 114[bit] / 4,615 \text{ [ms]} = 24,70 \text{ [kbit/s]}$$

Si noti che nel calcolo sono stati considerati 114[bit] al numeratore (senza i bit di guardia) perché questo è lo “spazio” che può essere usato per “ospitare” informazione (dati).

6. Esercizio TDMA

Un sistema di accesso multiplo centralizzato a divisione di tempo (TDMA) è caratterizzato da una trama con slot di durata $T_S=10[\mu s]$, con un tempo di guardia minimo $T_G=2[\mu s]$. Il sistema serve 8 utenti e ha un *rate* trasmissivo del segnale multiplato di $C=1[\text{Mb/s}]$. Si chiede di:

- 1) indicare il numero di bit di ciascun tributario trasmessi in ogni slot, n
- 2) indicare il massimo rate possibile per ciascun tributario in ingresso, r

Soluzione

- 1) $n = (10 \mu s - 2 \mu s) * 1 \text{ Mbit/s} = 8 \text{ [bit]}$
- 2) $r = 8 \text{ bit} / (8 * 10 \mu s) = 100 \text{ [kbit/s]}$

7.Esercizio – Accesso multiplo casuale

Si consideri una rete basata sul protocollo di accesso ALOHA, con un numero di stazione molto grande (tendente ad infinito). La durata delle trame trasmesse sia pari a $T=1$ unità di tempo. Si assuma che il traffico sul canale (ovvero, il numero medio di trasmissioni nel tempo T) sia pari a $1,649 = \sqrt{e}$ volte il numero di trame trasmesse con successo.

- Si calcoli il *throughput* della rete.
- Si calcoli quindi il *throughput* della rete nelle medesime condizioni, nella stessa rete ma utilizzando il protocollo di accesso *Slotted ALOHA*.

Soluzione

a) L'espressione *throughput* S in funzione del traffico sul canale G per il protocollo ALOHA è: $S = G e^{-2G}$ da cui segue: $G / S = e^{2G}$

Dai dati del problema abbiamo: $G / S = 1,649$, (infatti « il numero di trame trasmesse con successo » rappresenta proprio S , mentre il numero medio di trasmissioni G). Quindi possiamo ricavare il valore di $G = 1/4$ (infatti risulta : $e^{1/2} = e^{2G}$), ed infine:

$$S = G / (\text{sqrt}(e)) = (1/4)/(1.649) = \mathbf{0.1516}$$

O anche: $S = G e^{-2G} = 0.1516$

b) L'espressione *throughput* S in funzione del traffico sul canale G per il protocollo Slotted ALOHA è: $S = G e^{-G}$ da cui segue: $G / S = e^G$

Dai dati del problema abbiamo: $G / S = 1,649$. Quindi possiamo ricavare il valore di $G = 1/2$ (infatti risulta : $e^{1/2} = e^G$), ed infine:

$$S = G / (\text{sqrt}(e)) = (1/2)/(1.649) = \mathbf{0.303}$$

O anche: $S = G e^{-G} = \mathbf{0.303}$