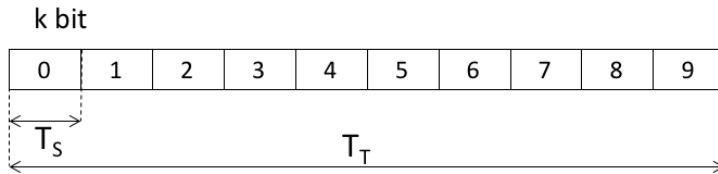


6. Esercizi sul Livello di LINEA

Esercizio 6.1

Un sistema di moltiplicazione TDM presenta una trama di $N=10$ slot; in ciascuno slot vengono trasmessi $k=128$ bit. Se il sistema è usato per moltiplicare 10 canali ciascuno a $V=64$ kbit/s, si dica quale è la velocità W , la durata T_T della trama di moltiplicazione e quella T_S dello slot..



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 .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{128}{64 \cdot 10^3} = 2 \text{ ms}$$

Il sistema di multiplo deve avere velocità (rate) sufficiente per supportare tutti gli N tributari, quindi:

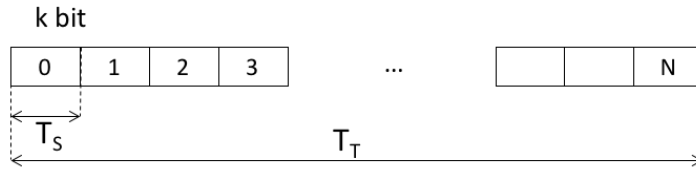
$$W = V \cdot N = 64 \cdot 10^3 \cdot 10 = 640 \text{ kb/s}$$

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:

$$T_S = \frac{k}{W} = \frac{128}{640 \cdot 10^3} = 200 \text{ } \mu\text{s}$$

Esercizio 6.2

Un sistema di multiploazione TDM utilizza una capacità del canale in uscita dal multiplatore $W=2,048$ Mbit/s e $k=8$ bit per slot. Assumendo una velocità di ciascun canale pari a $V=64$ kbit/s, calcolare il numero di canali N , la lunghezza di trama T_T , e la lunghezza dello slot T_S .



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

$$N = \frac{W}{V} = \frac{2048}{64} = 32$$

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 .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{8}{64 \cdot 10^3} = 125 \mu s$$

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:

$$T_S = \frac{T_T}{N} = \frac{k}{W} = \frac{125 \cdot 10^{-6}}{32} \cong 3,90 \mu s$$

Esercizio 6.3

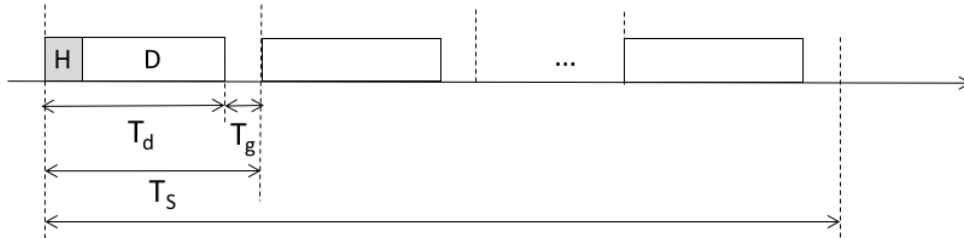
Un sistema di moltiplicazione a divisione di tempo è caratterizzato da un grado di interallacciamento $k=8[\text{bit}]$ e deve servire flussi in ingresso (tributari) con rate $r=128[\text{kbit/s}]$. Trovare la durata della trama di multiplo, T_T . Sapendo poi che il singolo slot nella trama di multiplo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

La durata della trama si può trovare imponendo: $r = k/T_T$, ossia che il numero di bit che il singolo tributario può inviare in un tempo di trama definisca un canale equivalente con capacità uguale a quella con cui il tributario “porta” i bit al moltiplicatore; da cui si ha: $T_T=62,5[\mu\text{s}]$.

La capacità W è definita come: $W=k/T_s=2,56[\text{Mbit/s}]$. Il numero massimo di tributari è pari alla capacità complessiva del moltiplicatore diviso per la capacità del singolo tributario: $N= W/r=20$.

Esercizio 6.4

Un sistema di accesso multiplo TDMA utilizza $N=10$ time slot, un tempo di guardia $T_g=200 \mu s$, pacchetti dati composti da $D=180$ bit dati e $H=20$ bit di *header*, 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.



La dimensione di uno slot (in bit) è:

$$k = H + D = 200$$

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

$$T_s = \frac{T_T}{N} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{10} = 1 \text{ ms}$$

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 multiplato è data dalla dimensione (in bit) della parte dati dello slot divisa per il tempo necessario per il suo invio:

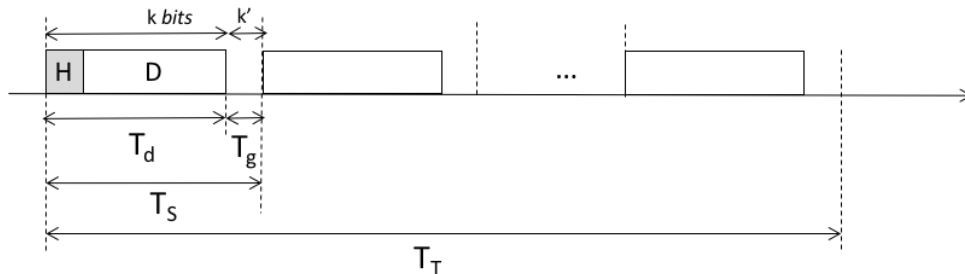
$$W = \frac{k}{T_d} = \frac{200}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ kbit/s}$$

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

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{180}{10 \cdot 10^{-3}} = 18 \text{ kbit/s}$$

Esercizio 6.5

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.



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:

$$k_{TOT} = k + k' = 156,25$$

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

$$T_s = \frac{T_T}{N} = \frac{4,615 \cdot 10^{-3}}{8} = 577 \mu s$$

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

$$W = \frac{k_{TOT}}{T_s} = \frac{156,25}{0,577 \cdot 10^{-6}} = 270,8 \text{ kbit/s}$$

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

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{114[\text{bit}]}{4,615 \cdot 10^{-3}} = 24,70 \text{ kbit/s}$$

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 (*overhead* + dati).

Esercizio 6.6

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

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

$$1) n = (10 \cdot 10^{-6} - 2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1 \cdot 10^6 = 8$$

$$2) r = \frac{8}{8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 100 \text{ kbit/s}$$