

Esercizio no.1*soluzione a pag.3*

Quanti bit sono necessari per trasmettere 32 simboli e quale è la velocità di modulazione e la velocità di trasmissione se il tempo impiegato per trasmettere ciascun simbolo è di 25 μ s.

Esercizio no.2*soluzione a pag.3*

Un canale di comunicazione ha una velocità di modulazione pari a 96.000 bit/s, viene usato per trasmettere 128 simboli codificati in binario. Calcola la velocità di trasmissione

Esercizio no.3*soluzione a pag.4*

Un canale di comunicazione ha una velocità di trasmissione pari a 64Kbit/s viene usato per trasmettere un segnale PCM a 7 bit ottenuto da un segnale analogico con una banda massima che si estende fino ad una frequenza massima f_{\max} da calcolare.

Esercizio no.4*soluzione a pag.4*

Un canale di comunicazione ha velocità di trasmissione $V_T=48\text{Kbit/s}$, trasmette un segnale PCM ricavato da un segnale analogico usando 64 livelli di quantizzazione. Calcola la massima frequenza del segnale analogico e la banda di trasmissione del segnale PCM.

Esercizio no.5*soluzione a pag.5*

Si ha un canale di comunicazione con velocità di trasmissione $V_T=52\text{Kbit/s}$. Deve essere usato per trasmettere un segnale PCM ottenuto da un segnale analogico che ha una banda che va da 0 alla $f_{\max}=3400\text{Hz}$. Calcola la frequenza di campionamento, i livelli di quantizzazione, il numero delle cifre binarie da trasmettere e la banda del segnale in PCM.

Esercizio no.6*soluzione a pag.5*

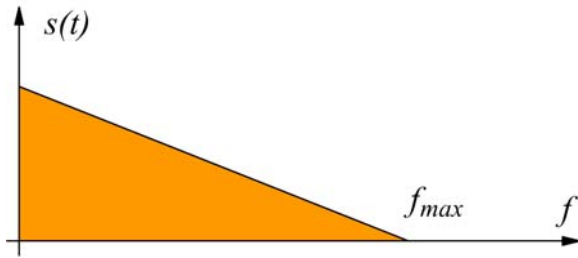
Calcola la larghezza della banda di trasmissione di un segnale PCM sapendo che il campionamento prevede 64 livelli mentre il segnale analogico è in banda base ed è ampio 2800Hz.

Esercizio no.7*soluzione a pag.6*

In un canale di trasmissione si ha $V_T=40\text{Kbit/s}$. Viene usato per trasmettere in PCM con un rapporto $S/N=35\text{dB}$. Calcola il numero di cifre binarie da trasmettere, i livelli di quantizzazione, la frequenza di campionamento, la frequenza massima del segnale campionato.

Esercizio no.8*soluzione a pag.7*

Un segnale analogico ha uno spettro di frequenza del tipo indicato in figura;

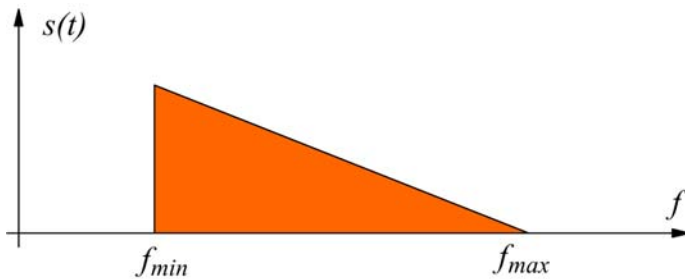


Si estende da 0 a 4500Hz. il segnale viene quantizzato su 64 livelli per essere trasmesso con tecnica PCM.

Calcola la frequenza di campionamento minima e la banda di trasmissione del segnale PCM. Nello spettro risultante deve essere prevista una banda di guardia di 1200Hz fra la banda del segnale analogico e la banda del segnale modulato in PCM.

Esercizio no.9*soluzione a pag.8*

Un segnale analogico ha uno spettro di frequenza del tipo indicato in figura;



Sapendo che $f_{\max}=1800\text{Hz}$ ed $f_{\min}=3000\text{Hz}$ calcola l' intervallo di frequenza per cui si ha un corretto campionamento .

Esercizio no.10*soluzione a pag.9*

Si trasmette con tecnica PCM un segnale analogico di ampiezza $V=2\text{V}$ in una banda compresa fra 2kHz e 5kHz, campionato a 64 livelli . Calcola, il numero di bit necessari, la minima frequenza di campionamento e la relativa velocità di trasmissione.

Esercizio no.1

Quanti bit sono necessari per trasmettere 32 simboli e quale è la velocità di modulazione e la velocità di trasmissione se il tempo impiegato per trasmettere ciascun simbolo è di 25µs.

Esercizio no.1:soluzione

Ciascuno dei 32 simboli sarà associato ad un livello; abbiamo, pertanto $L=32$.

$n = \lg_2 L = \lg_2 2^5 = 5$ ciascun simbolo è costituito da 5 bit

$T_m=25\mu\text{s}$

La velocità di trasmissione :

$$V_m = f_m = \frac{1}{T_m} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{25} = 40.000\text{Hz} = 40.000 \text{ bit/s}$$

La relazione fra velocità di modulazione e velocità di trasmissione è:

$$V_T = nV_m = V_m \lg_2 L$$

dato che in 25µs vengono trasmessi 5 bit. la velocità di trasmissione in bit/s

$$V_T = nV_m = 5 \cdot 40.000 = 200.000 \text{ bit/s}$$

Esercizio no.2

Un canale di comunicazione ha una velocità di modulazione pari a 96.000 bit/s, viene usato per trasmettere 128 simboli codificati in binario. Calcola la velocità di trasmissione

Esercizio no.2:soluzione

A 128 simboli corrispondono $L=128$ livelli.

$$V_T = nV_m = V_m \lg_2 L = 96.000 \lg_2 128 = 96.000 \lg_2 2^7 = 7 \cdot 96000 = 672.000 \text{ bit/s}$$

cioè 672Kbit/s.

Esercizio no.3

Un canale di comunicazione ha una velocità di trasmissione pari a 64Kbit/s viene usato per trasmettere un segnale PCM a 7 bit ottenuto da un segnale analogico con una banda massima che si estende fino ad una frequenza massima f_{max} da calcolare.

Esercizio no.3:soluzione

$$V_T = nV_m \quad \rightarrow \quad V_m = \frac{V_T}{n} = \frac{64.000}{7} = 9142,8 \text{ bit / s}$$

La velocità di modulazione essendo il numero di impulsi trasmessi in un secondo coincide con la frequenza di campionamento $f_c=9142,8\text{Hz}$.

dalla relazione di Shannon: $f_c \geq 2f_{max}$

$$f_{max} = \frac{f_c}{2} = \frac{9142,8}{2} = 4571,42 \text{ Hz}$$

Esercizio no.4

Un canale di comunicazione ha velocità di trasmissione $V_T=48\text{Kbit/s}$, trasmette un segnale PCM ricavato da un segnale analogico usando 64 livelli di quantizzazione. Calcola la massima frequenza del segnale analogico e la banda di trasmissione del segnale PCM.

Esercizio no.4:soluzione

Dalla $n = \lg_2 L = \lg_2 64 = 6$

$$V_T = nV_m \quad \rightarrow \quad V_m = \frac{V_T}{n} = \frac{48.000}{6} = 8000 \text{ bit/s}$$

questa è anche la frequenza di campionamento.

$$f_{max} = \frac{f_c}{2} = \frac{8000}{2} = 4000 \text{ Hz}$$

se supponiamo che il segnale analogico sia in banda base, il suo spettro andrà dalla frequenza 0Hz alla frequenza $f_{max}=B=4\text{kHz}$. Avremo:

$$B = nW = 6 \cdot 4 = 24 \text{ kHz}$$

Esercizio no.5

Si ha un canale di comunicazione con velocità di trasmissione $V_T=52\text{Kbit/s}$. Deve essere usato per trasmettere un segnale PCM ottenuto da un segnale analogico che ha una banda che va da 0 alla $f_{max}=3400\text{Hz}$. Calcola la frequenza di campionamento, i livelli di quantizzazione, il numero delle cifre binarie da trasmettere e la banda del segnale in PCM.

Esercizio no.5:soluzione

Per il teorema di Shannon $f_c \geq 2f_{max}$ quindi la frequenza di campionamento deve essere almeno:

$$f_c = 2 \cdot 3400 = 6800\text{Hz} \quad \text{ora abbiamo } f_c = V_m \text{ essendo } V_T = nV_m \quad \text{si ha}$$

$$n = \frac{V_T}{V_m} = \frac{52.000}{6.800} = 7,64 \quad \text{si deve arrotondare a } n=7\text{bit}$$

$$L = 2^n = 2^7 = 128$$

$$\text{La banda del segnale in PCM: } B = nW = 7 \cdot 3400 = 23,8\text{KHz}$$

Esercizio no.6

Calcola la larghezza della banda di trasmissione di un segnale PCM sapendo che il campionamento prevede 64 livelli mentre il segnale analogico è in banda base ed è ampio 2800Hz.

Esercizio no.6:soluzione

$$n = \lg_2 64 = \lg_2 2^6 = 6$$

$$B = n \cdot W = 6 \cdot 2800 = 16.800\text{Hz}$$

Esercizio no.7

In un canale di trasmissione si ha $V_T=40\text{Kbit/s}$. Viene usato per trasmettere in PCM con un rapporto $S/N=35\text{dB}$. Calcola il numero di cifre binarie da trasmettere, i livelli di quantizzazione, la frequenza di campionamento, la frequenza massima del segnale campionato.

Esercizio no.7:soluzione

Dalla relazione che fornisce il rapporto segnale/rumore:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{dB} = 1,76 + 6,02n \rightarrow n = \frac{35 - 1,76}{6,02} = 5,5$$

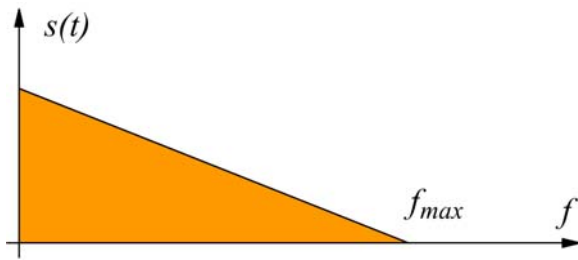
allora poniamo $n=5$.

$$V_T = nV_m \rightarrow V_m = \frac{V_T}{n} = \frac{40}{5} = 8\text{Kbit/s} \rightarrow f_c = 8000\text{Hz}$$

$$\text{se } f_c \geq 2f_{max} \rightarrow f_{max} = \frac{f_c}{2} = 4000\text{Hz}$$

Esercizio no.8

Un segnale analogico ha uno spettro di frequenza del tipo indicato in figura;

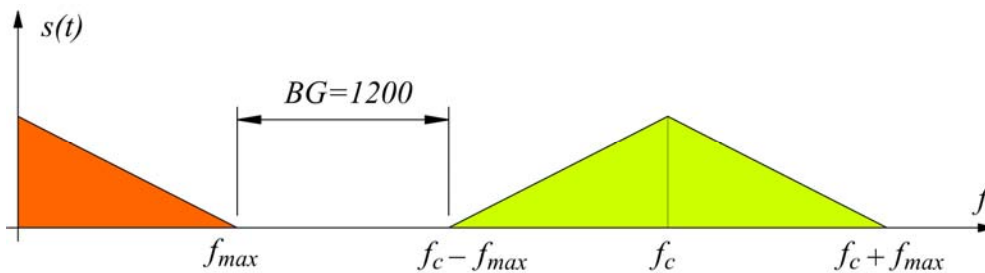


Si estende da 0 a 4500Hz. il segnale viene quantizzato su 64 livelli per essere trasmesso con tecnica PCM.

Calcola la frequenza di campionamento minima e la banda di trasmissione del segnale PCM. Nello spettro risultante deve essere prevista una banda di guardia di 1200Hz fra la banda del segnale analogico e la banda del segnale modulato in PCM.

Esercizio no.8:soluzione

E' ovvio che dovrà essere $f_c \geq 2f_{max}$ e la situazione risultante dovrà apparire come in figura:



Dato che vengono usati $L=64$ livelli ci saranno :

$$n = \lg_2 L = \lg_2 64 = \lg_2 2^6 = 6 \text{ bit}$$

Per determinare la banda di trasmissione del segnale campionato usiamo la:

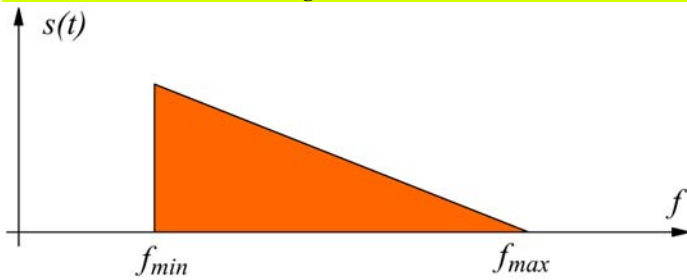
$$B = n \cdot W = 6 \cdot 4500 = 27.000 \text{ Hz}$$

Dall'illustrazione precedente si osserva che deve essere

$$f_c = 2f_{max} + BG = 2 \cdot 4500 + 1200 = 10.200 \text{ Hz}$$

Esercizio no.9

Un segnale analogico ha uno spettro di frequenza del tipo indicato in figura;



Sapendo che $f_{\max}=1800\text{Hz}$ ed $f_{\min}=3000\text{Hz}$ calcola l' intervallo di frequenza per cui si ha un corretto campionamento .

Esercizio no.9:soluzione

Applicando il teorema di campionamento per i segnali passa banda si ha

che la banda del segnale analogico è: $W = f_{\max} - f_{\min} = 3000 - 1800 = 1200\text{Hz}$

$$K = \frac{f_{\max}}{W} = \frac{3000}{1200} = 2,5 \quad \text{e poi si dovrà avere } 2W \frac{K}{N} \leq f_c \leq 2W \frac{K-1}{N-1} \quad \text{cioè}$$

$$\frac{2 \cdot 1200 \cdot 2,5}{N} \leq f_c \leq \frac{2 \cdot 1200 \cdot 1,5}{N-1} \quad \rightarrow \quad \frac{6000}{N} \leq f_c \leq \frac{3600}{N-1}$$

Sapendo che N può essere un intero qualunque compreso fra 0 e K poniamo N=2

$$\frac{6000}{2} \leq f_c \leq \frac{3600}{1} \quad \rightarrow \quad 3000 \leq f_c \leq 3600$$

Esercizio no.10

Si trasmette con tecnica PCM un segnale analogico di ampiezza $V=2\text{V}$ in una banda compresa fra 2kHz e 5kHz, campionato a 64 livelli . Calcola:

Il numero di bit necessari, la minima frequenza di campionamento e la relativa velocità di trasmissione.

Esercizio no.10:soluzione

$$Dn = \lg_2 64 = \lg_2 2^6 = 6$$

$$n = \lg_2 L = \frac{\lg L}{\lg 2} = \frac{\lg 100}{\lg 2} = \frac{2}{\lg 2} = 6,64 \rightarrow n = 7 \quad \text{bit}$$

per il teorema di Shannon, la minima frequenza di campionamento

$$f_c = 2f_{max} = 2 \cdot 5 = 10\text{kHz}$$

$$\text{essendo } f_c = f_m = V_m \rightarrow V_T = nV_m = 7 \cdot 10 = 70\text{Kbit} / s$$

alla

$$C = B \lg_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \rightarrow \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 2^{C/B} = 2^{36000/3000} = 2^{12} = 4096$$

$$\text{da cui } \frac{S}{N} = 4095 \rightarrow S = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 4,096 \cdot 10^3 = 32,768 W$$