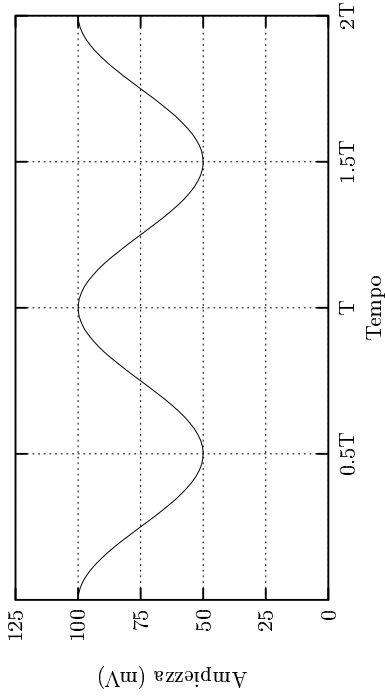


Compito di Comunicazioni Elettriche 20 Febbraio 2001

1. In figura è riportato l'andamento dell'involuppo di un segnale AM il cui segnale modulante è sinusoidale di periodo T .



Si determini:

- l'indice di modulazione;
- la potenza media della portante;
- la potenza media delle bande laterali;
- l'efficienza della modulazione.

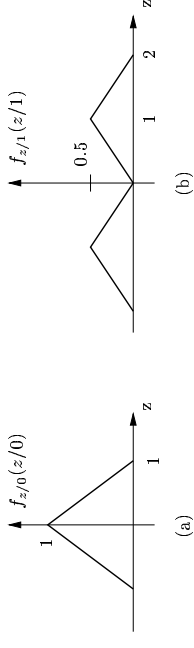
2. In una trasmissione FM la densità di probabilità del segnale modulante $m(t)$ è descritta dalla seguente relazione:

$$p_m(m) = \frac{1}{\pi M} \frac{1}{1 + (m/M)^2}$$

Il segnale trasmesso $x(t)$ ha potenza media pari a P_0 , la sensibilità del modulatore FM è k_f e la frequenza della portante è f_0 .

- Si determini l'espressione della densità spettrale di potenza di $x(t)$.
A tale proposito si suppongano verificate le condizioni per cui la densità spettrale di potenza del segnale modulato FM è determinata dalla densità di probabilità del segnale modulante.
- Si determini la banda efficace del segnale $x(t)$ definita come il campo di frequenze che contiene il 98% della potenza.

3. In un sistema di trasmissione binario vengono trasmessi i simboli 0 ed 1 con la stessa probabilità. La densità di probabilità della variabile aleatoria z in ingresso al decisore condizionata al trasmesso 0 è riportata nella figura (a) mentre la densità di probabilità condizionata al trasmesso 1 è riportata nella figura (b).



- Si determinino le zone di decisione in accordo al criterio MAP.
- Si calcoli la probabilità di errore corrispondente.

4. In un sistema QAM vengono trasmessi contemporaneamente i due flussi di simboli $\{b_i\}$. Tali simboli sono indipendenti e possono assumere i valori ± 1 con la stessa probabilità. L'intervallo di segnalazione è $T = 1 \mu\text{s}$ e la potenza media del segnale trasmesso è $P_T = 1$ W. Il rumore in ingresso al ricevitore è gaussiano bianco con densità spettrale di potenza mono pari a $\eta = 4 \times 10^{-10} \text{ V}^2$. Il canale è ideale ed introduce un'attenuazione pari a 20 dB.

- Si disegni lo schema completo del sistema di trasmissione QAM.
- Si dimensionino il sistema di trasmissione in modo che sia ottimo con banda $B = 1 \text{ MHz}$.
- Si calcoli la probabilità di errore. (valore numerico degli argomenti della funzione Q).

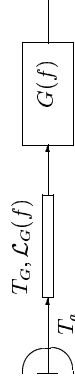
5. Si consideri il ricevitore descritto dal diagramma a blocchi di figura. La temperatura di rumore dell'antenna è $T_a = 150 \text{ K}$. La linea ha attenuazione di potenza disponibile $\mathcal{L}_C = 6 \text{ dB}$ ed è mantenuta a temperatura $T_C = 200 \text{ K}$. Il quadripolo che segue rappresenta gli stadi di amplificazione a radiofrequenza ed a frequenza intermedia ed ha temperatura equivalente al rumore $T_e = 150 \text{ K}$ e guadagno di potenza disponibile:

$$G(f) = P(f - f_0) + P(f + f_0)$$

dove $f_0 = 1 \text{ GHz}$ e dove

$$P(f) = \frac{G_0}{1 + (f/B)^2}$$

con $G_0 = 80 \text{ dB}$ e $B = 4 \text{ kHz}$.



- Si calcoli la cifra di rumore del sistema linea-quadripolo riferita alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$.
- Si determini la banda equivalente di rumore di $G(f)$.
- Si calcoli la potenza di rumore disponibile in uscita.