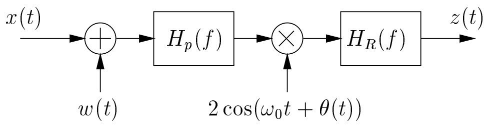
Prova scritta di Comunicazioni Elettriche del 26 Giugno 2001

Esercizio 1

Si consideri il ricevitore per segnali DSB riportato in figura.



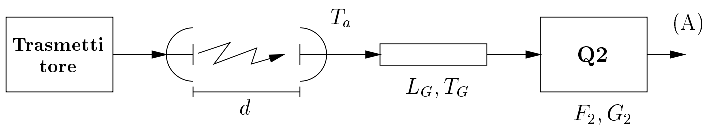
Il rumore $w(t)$ è gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $N_0/2 = 0.5 \times 10^{-8}$ V^2 /Hz. Il filtro di prerivelazione $H_p(f)$ è passa banda ideale di banda $2B = 1$ MHz attorno alla frequenza f_0. Il filtro $H_R(f)$ è passa basso ideale di banda B. Il demodulatore è affetto da un errore $\theta(t) = 2\pi\Delta f t$ nella fase della portante ricostruita con $\Delta f = 100$ kHz.

1. Si ricavi l'espressione della densità spettrale di potenza della componente di rumore in uscita dal ricevitore e la si rappresenti graficamente.

2. Si calcoli la potenza di rumore in uscita dal ricevitore.

Esercizio 2

Nel sistema riportato in figura le antenne di trasmissione e di ricezione hanno lo stesso guadagno $G = 15$ dB e sono poste a distanza $d = 100$ Km. La banda occupata dal segnale trasmesso è $B = 30$ kHz mentre la frequenza di trasmissione è $f_0 = 1$ GHz. La temperatura di rumore dell'antenna è $T_a = 150$ K, la linea è mantenuta a temperatura $T_G = 200$ K ed ha attenuazione $L_G = 3$ dB, mentre il quadripolo **Q2** ha guadagno di potenza disponibile $G_2 = 30$ dB e cifra di rumore $F_2 = 3$ dB riferita alla temperatura $T_0 = 290$ K. Tutti i parametri sopra elencati si suppongono costanti nella banda del segnale.



1. Si calcoli la temperatura equivalente di rumore del sistema costituito dalla linea e dal quadripolo **Q2** .

2. Si valuti la potenza di rumore disponibile in uscita dal ricevitore (punto A) nella banda del segnale ricevuto.

3. Si calcoli l'attenuazione della tratta in ponte radio.

4. Si valuti la potenza di segnale che è necessario trasmettere affinchè il rapporto segnale rumore in ingresso al demodulatore (punto A) sia pari a 40 dB.

Esercizio 3

Un segnale analogico $m(t)$, supposto uniformemente distribuito nella propria dinamica, viene convertito in forma numerica mediante un sistema PCM che impiega un quantizzatore uniforme a 8 bit. Il segnale numerico viene poi trasmesso mediante un sistema PAM dimensionato in modo *ottimo*. I simboli trasmessi possono assumere i valori ± 1 con uguale probabilità. Il rumore in ingresso al filtro di ricezione è gaussiano bianco con densità spettrale di potenza monotera $\eta = 0.1$ V^2/Hz.

1. Si determini il massimo valore della probabilità di errore che può essere tollerata per ottenere un rapporto segnale rumore **totale** (rumore di quantizzazione + termico) di 45 dB sul segnale ricostruito.

2. Si determini l'energia associata al singolo impulso *ricevuto* (in ingresso al filtro di ricezione) affinchè la probabilità di errore sia quella determinata al punto (1). Per valutare la funzione $Q(x)$ si faccia uso del grafico allegato.
   Suggerimento: *nel caso in cui il candidato non abbia risolto il quesito (1) può svolgere il quesito (2) assumendo* $P_e = 10^{-6}$.

Esercizio 4

In un sistema di trasmissione numerico BFSK vengono trasmessi i simboli 0 ed 1 con probabilità 1/3 e 2/3 rispettivamente. Il segnale in ingresso al decisore è costituito dal vettore:

$$\mathbf{z} \triangleq [z_1,\ z_2]^T$$

Il segnale in ingresso al decisore condizionato alla trasmissione del simbolo "0" è:

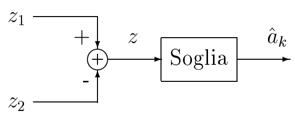
$$\mathbf{z}/0 = [1 + n_1,\ n_2]^T$$

mentre quello condizionato alla trasmissione del simbolo "1" è:

$$\mathbf{z}/1 = [n_1,\ 1 + n_2]^T$$

Le variabili aleatorie n_1 ed n_2 sono congiuntamente gaussiane indipendenti con valore medio nullo e varianza $\sigma^2 = 0.3$ V^2.

1. Applicando il criterio MAP, si **dimostri** che la struttura del decisore è quella riportata nella figura.



2. Si determini il valore della soglia λ e si calcoli la probabilià di errore (valore numerico degli argomenti delle funzioni Q).

Esercizio 5

Si dimostri, in modo rigoroso, che un segnale $x(t)$ ad energia finita e la sua trasformata di Hilbert sono ortogonali. (In **alternativa**, si può considerare $x(t)$ come un processo aleatorio stazionario a valore medio nullo).