COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (N.O.)

Anno Accademico 2004/05

Prova Scritta (2h)

16 settembre 2005

Cognome ..... Nome .....

Matricola .....

1. Un sistema a modulazione angolare utilizza una coppia di filtri di pre-enfasi e di de-enfasi definiti dalle seguenti funzioni di trasferimento:

$$H_p(f) = k \cdot \left(1 + j\frac{f}{f_c}\right) \quad H_d(f) = \frac{1}{k} \cdot \left(\frac{1}{1+j\frac{f}{f_c}}\right)$$

Dimostrare che il fattore di miglioramento della potenza media di rumore, γ_{FM}, nella modulazione FM vale:

$$\gamma_{FM} = \frac{k^2\left(\frac{B}{f_c}\right)^2}{3\left(\frac{B}{f_c} - atan\left(\frac{B}{f_c}\right)\right)}$$

2. Un segnale

$$m(t) = (cos(2\pi f_1 t) + cos(2\pi f_2 t))^2 - 2cos^2(2\pi f_3 t)$$

viene inviato in ingresso ad un sistema rappresentato in figura 1.

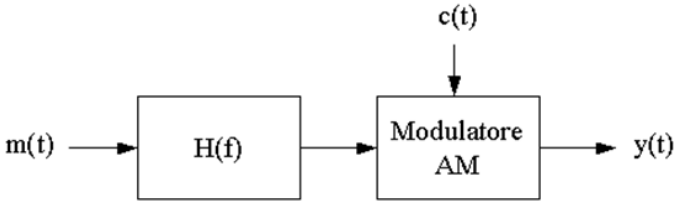


Figura 1

Sono noti i seguenti parametri:

- $c(t) = cos(2\pi f_0 t)$;
- $f_0 = 1MHz$;
- $f_1 = 3KHz$;
- $f_2 = 5KHz$;
- $f_3 = 4KHz$;
- indice di sensitività del modulatore, K_{AM}, unitario;
- filtro $H(f)$ passa-basso con ampiezza unitaria tra $9KHz$ e $-9KHz$.

Si richiede di:

- Ricavare numericamente e disegnare lo spettro del segnale y(t) all'uscita del sistema;
- Calcolare la potenza media trasmessa.

3. Un satellite invia dati verso una stazione di terra ad una distanza di $d = 1.610^{11}m$. L'antenna trasmittente ha un guadagno uguale a $G_{tx} = 27dB$ ad una frequenza $f_0 = 2.3GHz$; la potenza trasmessa è $P_{tx} = 17W$. In ricezione il guadagno d'antenna è $G_{rx} = 61dB$ e la temperatura di sistema $T_{sist} = 305k$. Si consideri inoltre che il sistema deve garantire almeno un rapporto energia per bit/densità spettrale di potenza monolatera uguale a $\frac{E_b}{N_0} = 6dB$. Calcolare:

- Il valore massimo di bit-rate consentito.
- La probabilità di errore per simbolo nel caso in cui si utilizzino le seguenti modulazioni:
  - BPSK
  - BFSK (ortogonale)
  - QPSK

  Quali delle tre modulazioni permette di ottenere le prestazioni migliori? (*Motivare la risposta*)
  (*Si consideri la costante di Boltzmann uguale a* $K = 1.38 \cdot 10^{-23}$*; si utilizzi inoltre l'approssimazione* $Q(x) \simeq \frac{1}{\sqrt{2\pi}x}e^{-\frac{x^2}{2}}$)

Orali e Verbalizzazioni: Martedì 20 settembre