Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

COMUNICAZIONI NUMERICHE – 02-02-09

ATTENZIONE!

Questo esercizio è sbagliato! Secondo Martorella non e' possibile risolverlo con il T assegnato.
A meno che tu non sia Berizzi fatto di crack stanne alla larga.

Esercizio 1

F[illegible] schema in [illegible]g.

$x(t)=2AB\left[sinc(2Bt)+sinc^2(Bt)\cos(6\pi Bt)\right]$ l'in[illegible]

in[illegible] di [illegible]

1) Calcolare e disegnare lo spettro di $x(t)$ e determi[illegible]
2) Calcolare la espressione analitica del segnale $z(t)$[illegible]
3) Calcolare e disegnare lo spettro di $z(t)$ e determi[illegible]
4) Calcolare l'espressione analitica di $z[n]$

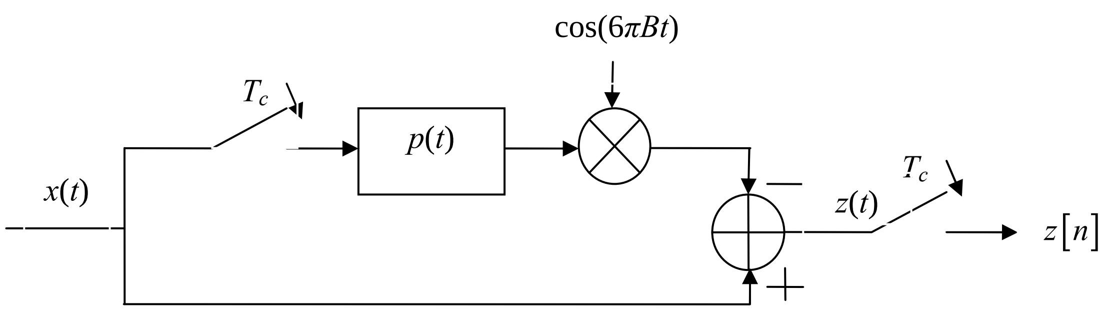


Fig. 1

Esercizio 2

All'ngresso del ricevitore di Fig.2 viene applicato un segnale QPSK del tipo $r(t)=\sum_i a_i\, g_T(t-iT)\cos(2\pi f_0 t)-\sum_i b_i\, g_T(t-iT)\sin(2\pi f_0 t)+w(t)$ con a_i, b_i simboli equiprobabili, indipendenti, tra loro e con se stessi, ed appartenenti all'alfabeto $(a_i,b_i)\in A\equiv(\pm 1)$. La risposta impulsiva del filtro in trasmissione è $g_T(t)=\cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) rect(t/T)$, il canale è ideale e introduce un rumore $w(t)$ Gaussiano passa banda bianco con densità spettrale di potenza (d.s.p.) $S_W(f)=\frac{N_0}{2}\left[rect((f-f_0)/B)+rect((f+f_0)/B)\right]$ con B la banda dell'impulso $g_T(t)$. Il filtro in ricezione è $g_R(t)=A\;\; rect\left(\frac{t}{T}\right)$. Il decisore decide separatamente sul canale in fase ed in quadratura con due decisori a soglia zero.Si risponda alle seguenti domande:

1) L'energia media del segnale ricevuto;
2) Si disegni lo schema equivalente in banda basa del ricevitore
3) Si calcoli la costante A affinche la risposta impulsiva del sistema in banda base sia di Nyquist;
4) Si cacloli la prob. d'errore su simbolo, inteso come simbolo complesso $c_k=(a_k,b_k)$.

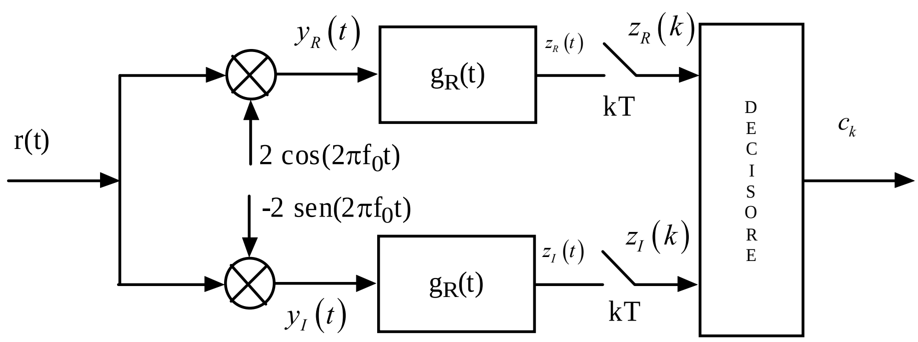
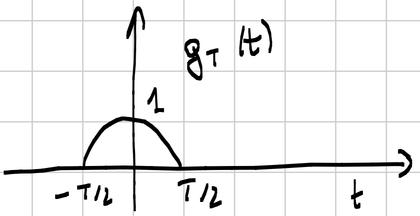


Fig. 2

Soluzione Es. 2 del 02-02-09

$$r(t) = m_R(t)\cos(2\pi f_0 t) - m_I(t)\,\mathrm{sen}(2\pi f_0 t) + n(t)$$

$$m_R(t) = \sum_i a_i\, g_T(t - iT) \qquad m_I(t) = \sum_i b_i\, g_T(t - iT)$$



$$g_R(t) = A\,\mathrm{rect}(t/T)$$

1) $E_r = ?$ $\qquad E_r = E_{r_R} + E_{r_I}$ dove

E_{r_R} è l'energia media di $m_R(t)\cos(2\pi f_0 t)$ (PAM-DSB)

E_{r_I} è l'energia media di $m_I(t)\,\mathrm{sen}(2\pi f_0 t)$ (PAM-DSB)

l'energia media mutua è nulla perché a_i e b_i sono indipendenti

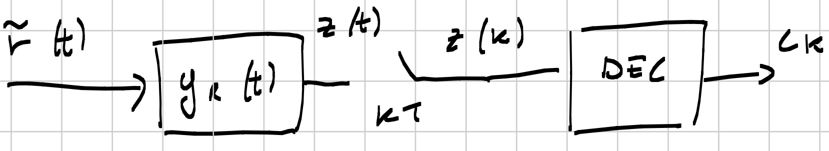
È noto dalla teoria che per una PAM-DSB binaria

$E_{r_R} = E_{r_I} = E_{g_T}/2$ dove

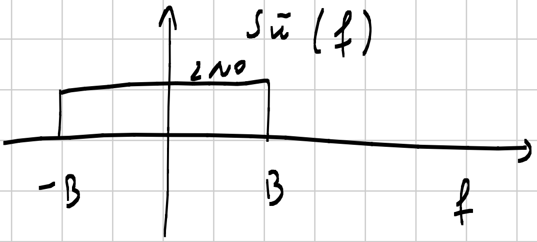
$$E_{g_T} = 2\int_0^{T/2} \cos^2(\pi t/T)\,dt = \underbrace{\int_0^{T/2} dt}_{=T/2} + \underbrace{\int_0^{T/2} \cos(2\pi t/T)\,dt}_{=0}$$

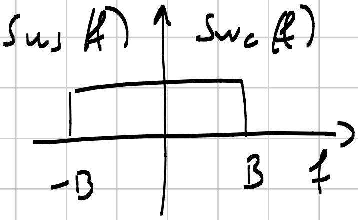
$$\boxed{E_r = E_{r_R} + E_{r_I} = T/2}$$

2)



$$\tilde{r}(t) = \tilde{m}(t) + \tilde{n}(t) \qquad \tilde{m}(t) = m_R(t) + j\, m_I(t)$$





$\tilde{n}(t) = n_c(t) + j\, n_s(t)$

3) $g(t) = g_R(t) \otimes g_T(t)$ è definita nell'intervallo $[-T, T]$
e vale 0 in $\pm kT$ $\quad k \neq 0$

Per essere di Nyquist basta che

$$g(0) = \int_{-\infty}^{\infty} g_R(t)\, g_T(t)\, dt = \int_{-T/2}^{T/2} A \cos(\pi t/T)\, dt =$$

$$= 2A \frac{T}{\pi} \sin\left(\pi t/T\right) \Big|_0^{T/2} = \frac{2A}{\pi} T = 1 \Rightarrow$$

$$\boxed{A = \pi / 2T}$$

4) Dalla teoria è noto che

$$P(e) = 2P(e_R) = 2P(e_I)$$

e_R = errore su simbolo in fase

Essendo $\quad z_R(k) = e_k + n_c(k) \Rightarrow$

$$P(e_R) = Q\left(\frac{1}{\sigma_{n_c}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{4T}{N_0 \pi^2}}\right)$$

$$\sigma_{n_c}^2 = N_0 \int_{-\infty}^{\infty} |G_R(f)|^2 df = N_0 \cdot A^2 T = \frac{N_0 \cdot \pi^2}{4T^{\cancel{2}}} \cancel{T} = \frac{N_0 \pi^2}{4T}$$

$$\boxed{P(e) = 2 \cdot Q\left(\sqrt{4T/N_0\pi^2}\right)}$$