⇒ La stessa cosa la si può dimostrare per il ramo in quadratura

⇓

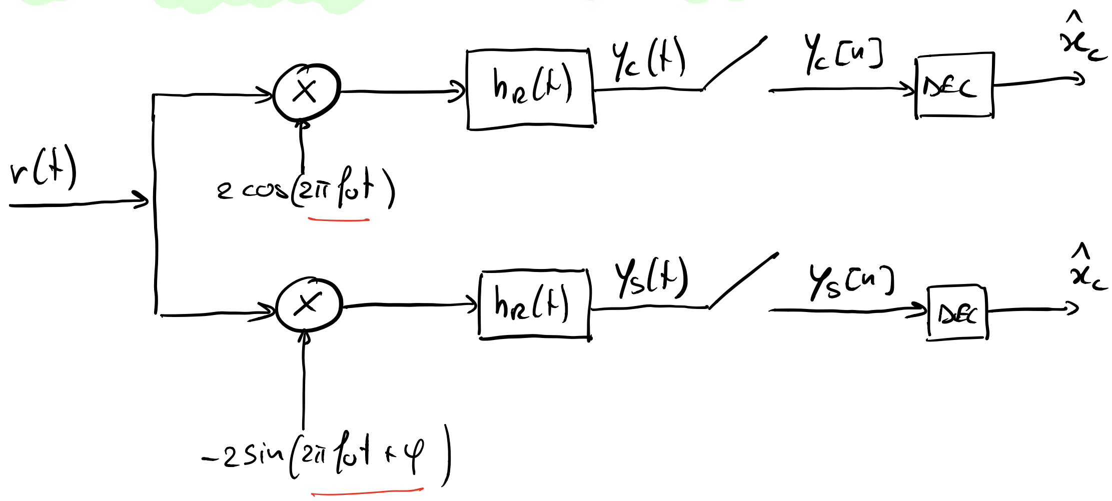
ottengo una attenuazione di $\cos(\theta - \varphi)$

$+$

interferenza cross-talk (dai simboli in fase)

⇒ Per la QAM, a differenza della PAM in banda passante, quando è presente cross-talk non siamo in grado di calcolare la $P_E(M)$

ESERCIZIO # 2 08/09/2017



$$s(t) = \sum_n x_c[n]\, p(t - nT_s) \cos(2\pi f_0 t + \varphi) +$$
$$- \sum_n x_s[n]\, p(t - nT_s) \sin(2\pi f_0 t + \varphi)$$

$x_c[n] \in A_S^c = \{-2, 2\}$

$x_s[n] \in A_S^s = \{-1, 1\}$

ind. ed equip.

$p(t) \Rightarrow P(f) = \sqrt{1-|fT|}\ \mathrm{rect}\left(\frac{fT}{2}\right)$ $\qquad f_0 \gg \frac{1}{T}$

$c(t)=\delta(t)$

$n(t)$ è Gaussiano bianco con $S_n(f)=\frac{N_0}{2}$

$h_R(t)=p(t)$

$d=0$

1) E_s

2) $P_{n_{u_c}}$, $P_{n_{u_s}}$

3) Cross - talk

4) $P_E^c(b)$, $P_E^s(b)$ dove possibile

Soluzione

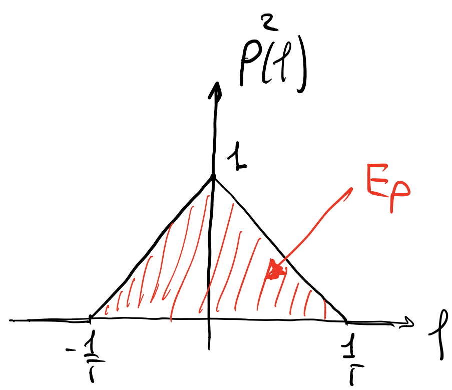
1) $E_s = \frac{1}{2}\left(E[x_c^2]+E[x_s^2]\right) E_p$

$E[x_c^2] = \frac{1}{2}(-2)^2 + \frac{1}{2}(+2)^2 = 4$

$E[x_s^2] = \frac{1}{2}(-1)^2 + \frac{1}{2}(+1)^2 = 1$

$E_p = \int_{-\infty}^{+\infty} P^2(f)\, df = \frac{1}{T}$

$P^2(f) = \left(1 - \frac{|f|}{1/T}\right) \mathrm{rect}\left(\frac{f}{2/T}\right)$



$E_s = \frac{1}{2}(4+1)\frac{1}{T} = \boxed{\frac{5}{2T}}$

2) $P_{n_{u_c}} = P_{n_{u_s}} = P_{n_u} = N_0 E_{h_R} = N_0 E_p = \boxed{\frac{N_0}{T}}$

3) fase del segnale TX $= \varphi$

fase del ramo I $= 0$

fase del ramo Q $= \varphi$

$$\Delta = \varphi_{TX} - \varphi_{RX} = \begin{cases} \text{ramo in fase} = \varphi \\ \text{ramo in quad.} = 0 \end{cases}$$

- È presente cross-talk sul ramo in fase perché la differenza di fase $\neq 0$
- Non è presente cross-talk sul ramo in quadratura perché la differenza di fase $= 0$

4) $P_E^S(b)$

- VERIFICA ASSENZA DI ISI
- CALCOLO $h(0)$
- CALCOLO $P_{n_{us}}$ ✓
- CALCOLO LA $P_E^S(b)$

ASSENZA DI ISI

$$h(t) = p(t) \otimes \tilde{c}(t) \otimes h_R(t) = p(t) \otimes h_R(t)$$
$$= p(t) \otimes p(t)$$

$$H(f) = P^2(f) = \left(1 - \frac{|f|}{1/T}\right) \mathrm{rect}\left(\frac{f}{2/T}\right)$$

$$h(t) = \frac{1}{T} \mathrm{sinc}^2\left(\frac{t}{T}\right)$$

$$h(nT) = \frac{1}{T} \mathrm{sinc}^2\left(\frac{nT}{T}\right) = \frac{1}{T}\,\delta[n]$$

verificata l'assenza di ISI

$$h(0) = \frac{1}{T}$$

$$P_E^s(b) = \frac{1}{2}\, Q\left(\frac{h(0)}{\sqrt{P_{n_u}}}\right) + \frac{1}{2}\, Q\left(\frac{h(0)}{\sqrt{P_{n_u}}}\right) = Q\left(\frac{h(0)}{\sqrt{P_{n_u}}}\right)$$

prob. a priori dei simboli (-1, 1)

$$= \boxed{Q\left(\frac{\frac{1}{T}}{\sqrt{\frac{N_0}{T}}}\right)}$$

Testi da svolgere lunedì 24 Maggio

07/02/2019

17/07/2018

26/06/2018 ES #1

20/02/2017

06/06/2017

ES #2 13/11/2017

Soluzione

1) $E_s = \frac{1}{2}\left(E[x_c^2] + E[x_s^2]\right) E_p$