Prova in Itinere di Comunicazioni Numeriche

30 Maggio 2016

Es. 1 - Il processo aleatorio stazionario Gaussiano X(t) ha densità spettrale di potenza $S_X(f) = 2 - \frac{2}{3} rect\left(\frac{f}{2B}\right)$. Tale processo viene filtrato con due sistemi lineari tempo-invarianti in cascata, ottenendo in uscita il processo Y(t). Il primo sistema ha risposta in frequenza $H_1(f) = 1 + rect\left(\frac{f}{2B}\right)$ e il secondo è un filtro passa-basso ideale di banda 2B. 1) Calcolare la funzione di autocorrelazione $R_X(\tau)$ del processo X(t); 2) Calcolare e disegnare la densità spettrale di potenza $S_Y(f)$ del processo Y(t); 3) Calcolare la potenza P_Y e la funzione di autocorrelazione $R_Y(\tau)$; 4) Estratta la variabile aleatoria Y(0)=Y, scriverne la densità di probabilità e calcolare la probabilita' $P(Y > 1)$.

Es. 2 - Si consideri il sistema in Figura 1. Sia $x(t) = 4B\left[sinc^2(2Bt) - sinc(4Bt)\right]$, $h(t)$ un filtro passabasso ideale di banda B e $p(t) = 2Bsinc(2Bt)$. Il campionatore campiona il segnale $y(t)$ con passo di campionamento $T = \frac{2}{3B}$. Calcolare: 1) l'espressione analitica del segnale $y(t)$; 2) dire se la sequenza $y[n]$ è ottenuta campionando alla frequenza di Nyquist; 3) calcolare l'epressione analitica di $z(t)$; 4) calcolare energia e potenza di $z(t)$.

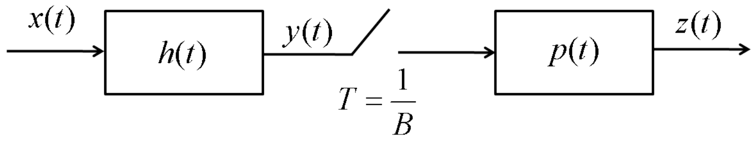

Figura 1

Es. 3 -In un sistema di comunicazione numerico in banda passante il segnale trasmesso è $s(t) = \sum_k x[k] p(t - kT)\cos(2\pi f_0 t)$, con $f_0 \gg \frac{1}{T}$, dove i simboli $x[k]$ sono indipendenti e appartengono all'alfabeto $A = \{-1, +2\}$ con probabilita' a priori $P(-1) = \frac{2}{3}$ e $P(3) = \frac{1}{3}$, e $P(f) = \begin{cases} 1 - |fT| & |fT| \leq 1 \\ 0 & altrove \end{cases}$. La risposta impulsiva del canale è $c(t) = \delta(t - \tau)$. Il canale introduce anche rumore $w(t)$ Gaussiano additivo bianco in banda la cui densità spettrale di potenza è $S_W(f) = \frac{N_0}{2}\left[\text{rect}\left(\frac{f-f_0}{2/T}\right) + \text{rect}\left(\frac{f+f_0}{2/T}\right)\right]$. Il segnale ricevuto $r(t)$ è in ingresso al ricevitore in Figura 1. La risposta impulsiva del filtro in ricezione è $h_R(t) = \frac{2}{T} sinc\left[\frac{2}{T}(t + \tau)\right]$. Il segnale in uscita al filtro in ricezione è campionato con passo di campionamento T e i campioni costituiscono l'ingresso del decisore che ha soglia di decisione pari a λ=0. Determinare: 1) L'energia media per simbolo trasmesso, 2) Scrivere l'espressione del segnale $r(t)$ considerando il ritardo temporale introdotto dal canale, in particolare si calcoli la fase all'interno del coseno introdotta dal canale, 3) Determinare il valore di θ per cui si compensa la fase introdotta dal canale, 4) Verificare se è soddisfatta la condizione di Nyquist, 5) Calcolare la probabilità di errore sul bit, $P_E(b)$.

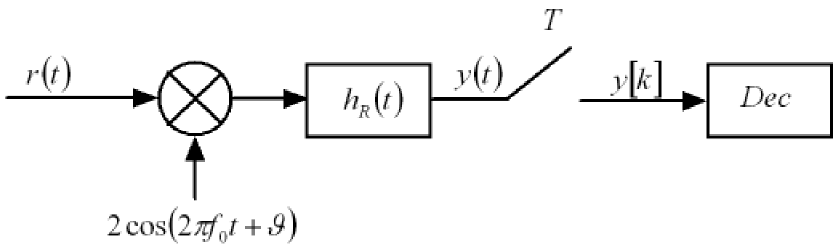

Figura 2

Es. 4 - Dimostrare che processi Gaussiani stazionari in senso lato sono stazionari anche in senso stretto.

Es. 5 - Definire il segnale trasmesso per una QAM generica e calcolare dal punto di vista teorico l'energia media per simbolo trasmesso.