

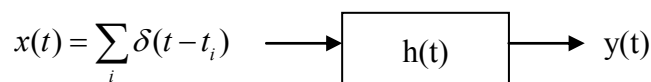
**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE
BARCELONA**
Comunicacions I, QP-2006/07. Primer Control 20 de Març de 2007

Problema 1

El ruido shot corresponde al siguiente proceso aleatorio

$$y(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} h(t-t_i),$$

donde $h(t)$ es una función real y t_i son valores aleatorios en el tiempo con una densidad uniforme λ . Este ruido puede interpretarse como el proceso aleatorio a la salida de un sistema lineal cuya respuesta impulsional es $h(t)$ cuando a la entrada se tiene una secuencia de impulsos de Poisson, tal y como se muestra en la siguiente figura.



Sabiendo que la señal de entrada, $x(t)$, es un proceso aleatorio estacionario en sentido amplio cuya media es $m_x = \lambda$ y cuya autocorrelación es $R_x(\tau) = \lambda^2 + \lambda \delta(\tau)$, responda a las siguientes preguntas.

a) Halle la media, autocorrelación y densidad espectral de potencia del ruido shot. Justifique todos los pasos que haga.

a.1) $m_y = \lambda \cdot H(0)$ on $H(f) = TF[h(t)]$

a.2) $R_y(\tau) = \lambda^2 |H(0)|^2 + \lambda \cdot h(\tau) * h(-\tau)$

a.3) $S_y(f) = \lambda^2 |H(0)|^2 \delta(f) + \lambda \cdot |H(f)|^2$

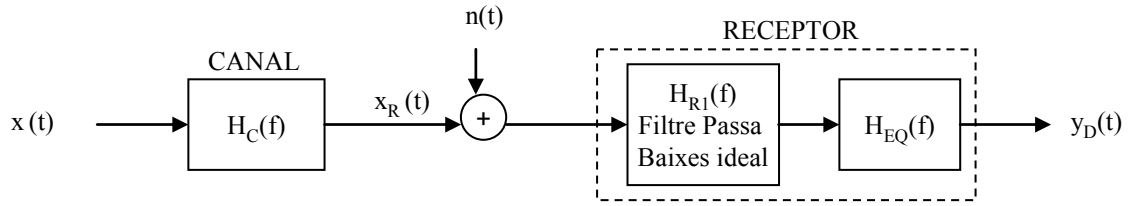
Comentari: Molts de vosaltres trobàveu l'expressió general

$R_y(\tau) = R_x(\tau) * h(\tau) * h(-\tau)$ però després no desenvolupàveu tot el que es podia.

b) Obtenga la potencia media del ruido shot en función de $h(t)$ y λ .

$$P_y = \lambda^2 |H(0)|^2 + \lambda \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} |h(\tau)|^2 d\tau$$

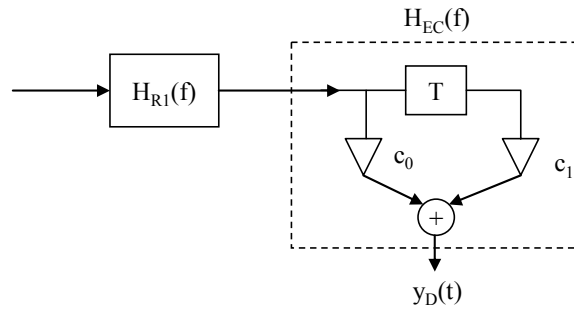
Problema 2 Suponga el sistema de comunicaciones analógico banda base de la siguiente figura.



La señal a transmitir, $x(t)$, es una señal estacionaria, paso bajo con un ancho de banda B_x , una potencia media P_x y una densidad espectral de potencia plana dentro de la banda de paso. Dicha señal se transmite por un canal de comunicaciones cuya función de transferencia es

$$H_c(f) = 1 + j2\pi f \quad |f| \leq B_x.$$

El receptor está compuesto por un filtro paso bajo ideal, $H_{R1}(f)$, que opera en la banda de paso de la señal a transmitir, seguido de un filtro ecualizador. La implementación del filtro ecualizador es un “tap-delay filter” como se muestra en la siguiente figura con dos coeficientes dados, c_0 y c_1 .



Se pretende estudiar el comportamiento del receptor. Para ello responda a las siguientes preguntas.

- a) Demuestre que la función de transferencia del ecualizador cumple

$$|H_{EC}(f)|^2 = c_0^2 + c_1^2 + 2c_0c_1 \cos(2\pi fT)$$

Represente $|H_{EC}(f)|^2$ suponiendo que el retardo se escoge como $T = 1/(2B_x)$.

Discuta la viabilidad de este receptor como ecualizador. **Nota:** no debe hallar los coeficientes c_0 y c_1 .

Es demostra, per exemple, a partir de la resposta impulsional del filtre que es proposa com a equalitzador que és $h_{EC}(t) = c_0 \cdot \delta(t) + c_1 \cdot \delta(t - T)$

El filtre proposat no és capaç d'equalitzar el canal de forma perfecte. Així, el senyal útil detectat és diferent del senyal transmès.

- b) Suponga que el ruido aditivo, $n(t)$, es un proceso estacionario e incorrelado con la señal que se transmite, de media nula y $S_n(f) = \frac{N_0}{2}$. Halle la relación señal a ruido en detección en función de la potencia transmitida, de los coeficientes c_0 y c_1 , y de los parámetros que considere oportunos.

$$N_D = N_0 B_x (c_0^2 + c_1^2)$$

$$S_D = P_x (c_0^2 + c_1^2) \left(1 + \frac{4}{3} \pi^2 B_x^2\right) - P_x 16 c_0 c_1 B_x^2$$

P_x és també la potència transmesa.

- c) ¿Qué criterio le parecería adecuado para diseñar los coeficientes del ecualizador? Indíquelo brevemente.

$$\text{NOTA: } \int x^2 \cos(cx) \, dx = \frac{2x \cos(cx)}{c^2} + \frac{(c^2 x^2 - 2) \sin(cx)}{c^3}$$