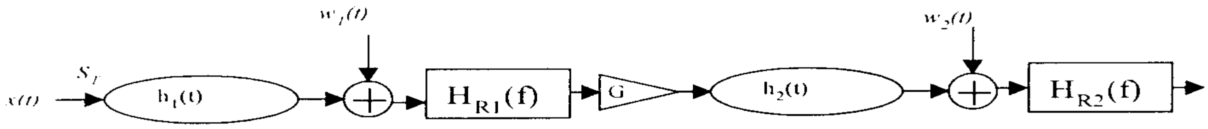
<u>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN UPC</u>
Asignatura: COMUNICACIONES I (Cuatrimestre 2B)
Examen Parcial **27 de abril de 2001**
Profesores: M. Cabrera, J. Fernández-Rubio, F. Marqués, G. Vázquez **Duración: 2h'**

? Recuerde que su nombre debe figurar "claramente" en todas las hojas de examen.

? No se corregirá ningún ejercicio presentado fuera del aula correspondiente.
? Entregue los ejercicios en 2 partes separadas según se indica en el enunciado.

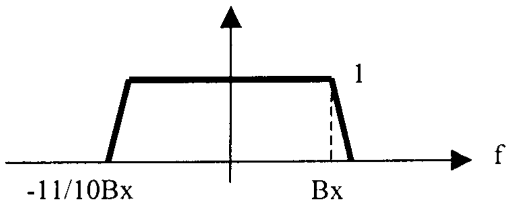
Ejercicio 1:

En algunos sistemas de comunicaciones es necesario utilizar estaciones repetidoras. Se desea transmitir una señal x(t) por el sistema de comunicaciones de la figura:



<u>Datos del sistema</u>:
Funciones de transferencia de los canales: $H_{c1}(f) = \alpha_1 \exp(-j2\pi T_1)$ $H_{c2}(f) = \alpha_2 \exp(-j2\pi fT_2)$,
Ganancia en potencia del amplificador: $G = 10\log(\alpha_1^{-2})$ dB
Densidad espectral de la señal: $S_x(f)=P_x / (2B_x)$ $f \in [-B,,B,]$
Densidad espectral de ruido: $S_{w1}(f) = S_{w2}(f) = Bo/2$

La señal x(t) y los ruidos $w_1(t)$, $w_2(t)$ están incorrelados entre sí. El módulo al cuadrado de la función de transferencia de los filtros receptores $H_{R1,2}(f)$ tiene la forma mostrada en la figura:



1. Calculad la relación S/N a la salida de $H_{R1}(f)$.
2. Calculad la relación S/N a la salida de $H_{R2}(f)$.
3. Discutid si se puede mantener la relación S/N obtenida tras $H_{R1}(f)$. a la salida de $H_{R2}(f)$.

Para los siguientes apartados, suponed nulas las bandas de transición de $H_{R1}(f)$. Supongamos ahora el caso de que el segundo canal no se comporte como un canal ideal, sino que responda a la siguiente función de transferencia:

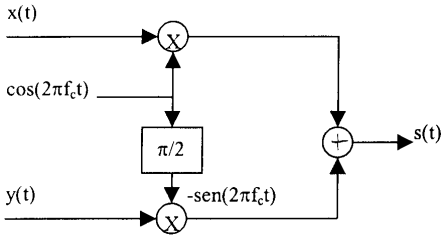
$$H_{c2}(f) = \frac{\alpha_2}{1+|f|/B_x}$$

4. Diseñad el filtro receptor $H_{R2}(f)$ que se debe usar para ecualizar el canal. Calculad la relación S/N tras dicho filtro.

Para mejorar la S/N final se propone utilizar filtros terminales óptimos.
5. Comentad la utilidad de dichos filtros en la primera etapa del sistema.
6. Dad las expresiones de los filtros que se debe utilizar en la segunda etapa en función de las variables del problema. Razonad el papel de las distintas densidades espectrales ($S_x(f)$, $S_{w1}(f)$, $S_{w2}(f)$) en las expresiones obtenidas.

Ejercicio 2

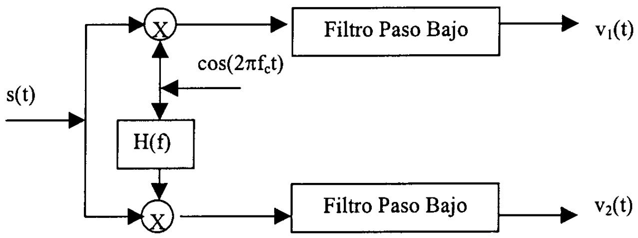
La modulación en bandas laterales independientes consiste en transmitir dos señales x(t) e y(t) en fase y cuadratura, respectivamente, de acuerdo con esquema de la siguiente figura:



Los procesos x(t) e y(t) son estacionarios y conjuntamente estacionarios con autocorrelaciones y correlación cruzada $R_x(?)$,$R_y(?)$, y $R_{xy}(?)$, respectivamente.

1) Determine las expresiones del proceso paso banda s(t) y las de los procesos analítico y paso bajo de s(t), identificando las componentes fase y cuadratura.
2) Calcule la autocorrelación del proceso paso banda s(t). ¿Es este proceso estacionario? En cualquier caso dé una expresión para su densidad espectral. Demuestre que esta última es siempre real y positiva cualesquiera que sean $R_x(?)$,$R_y(?)$, y $R_{xy}(?)$.

Para obtener los procesos x(t) e y(t), en recepción se utiliza un esquema similar, pero con algunas diferencias debido a imperfecciones en la implementación del desfasador.



El desfasador es un filtro tal que $H(f_c) ? ?.e^{?j(?/2??)}$ y $H(?f_c) ? H^*(f_c)$, con 0<a<l y 0<ß<p/2.

3) Halle las expresiones de las señales de salida $v_1(t)$ y $v_2(t)$. ¿Cuáles deben ser los valores de a y ß para obtener las señales originales x(t) e y (t).
4) Calcule la autocorrelación de las señales $v_1(t)$ y $v_2(t)$ así como su correlación cruzada.
5) Dibuje un esquema que permita recuperar x(t) e y(t) a partir de $v_1(t)$ y $v_2(t)$.

Formulario:

$$|H_T(f)|^2 ? \frac{1}{|H_c(f)|}\sqrt{\frac{S_n(f)}{S_x(f)}}; \qquad |H_R(f)|^2 ? \frac{1}{|H_c(f)|}\sqrt{\frac{S_x(f)}{S_n(f)}}$$

cos(a)cos(ß) = 1/2[cos(a - ß) + cos(a + ß)]
sen(a)cos(ß) = 1/2[sen(a - ß) + sen(a + ß)]

$sen(a)sen(ß) = 1/2[\cos(a - ß) - \cos(a + ß)]$