

Señales Aleatorias y Modulación

Práctico 8 *Modulación Exponencial*

Cada ejercicio comienza con un símbolo el cuál indica su dificultad de acuerdo a la siguiente escala: ♦ básica, ★ media, * avanzada, y * difícil. Además puede tener un número que referencia un ejercicio de uno de los libros del curso, como 3.1-4 [Car] que indica el número de ejercicio del libro, *Communication Systems, 5th. edition*. Bruce A. Carlson. o 1.2 [Hay] del libro *Introduction to Analog and Digital Communications, 2nd Edition*, S. Haykin, M. Moher. Wiley, 2008

★Ejercicio 1 (7.1-1 [Car])

Mostrar que no es posible definir una onda modulada de FM en directa analogía con la de AM: $x_c(t) = A_c \cos(\omega_c(1 + mx(t))t)$.

Sugerencia: Estudiar cómo quedaría la frecuencia instantánea si la modulante fuera un tono.

♦Ejercicio 2

Calcule el ancho de banda de:

- Una portadora de 10MHz modulada en FM por una señal sinusoidal de 1 kHz. La amplitud de la moduladora es tal que produce una desviación máxima de frecuencia de 2 kHz.
- La señal de (a) con la frecuencia de la moduladora duplicada.
- La señal de (b) con la amplitud de moduladora duplicada.

★Ejercicio 3

Un tono de 10 kHz modula una portadora de 100 Mhz. Un ingeniero diseñó el sistema razonando que podía disminuir el ancho de banda disminuyendo la amplitud del tono. Lo acomodó para una desviación de frecuencia máxima de 10 Hz y supuso que el ancho de banda sería de 20 Hz.

- ¿Cuál es el verdadero ancho de banda y cuál fue el error que cometió el ingeniero?
- Si la amplitud hubiera sido elegida para producir una desviación máxima de frecuencia de 1 MHz, verificar que en ese caso el ingeniero habría acertado a pesar de su razonamiento equivocado y explicar la diferencia con el caso anterior.

★ Ejercicio 4

Se aplica el mismo tono a un modulador de FM y a uno de PM con un desfase tal que los espectros de salida son los mismos. Estudiar cómo cambiarán, en general, estos espectros si:

- (a) la frecuencia del tono aumenta o disminuye.
- (b) la amplitud del tono aumenta o disminuye.

★ Ejercicio 5

Se desea medir el f_Δ de un transmisor de FM. Un posible método es, usando como entrada una senoide de frecuencia conocida, aumentar la amplitud de la senoide desde cero hasta el valor máximo admitido a la vez que se observa el espectro de la señal modulada. Al variar la amplitud deben registrarse los valores para los que se anula la componente de frecuencia f_c del espectro.

- (a) ¿Cómo se puede estimar f_Δ con los resultados de este experimento?
- (b) Estime f_Δ cuando $f_m = 1kHz$ y las primeras 9 amplitudes encontradas fueron 115.5, 287.7, 444.0, 539.9, 734.0, 906.7, 1064.5, 1213.6 y 1377.6 mV.

* Ejercicio 6

Analizar el detector de FM balanceado de la Figura 1. T_d es tal que $w_c T_d = -\pi/2$.

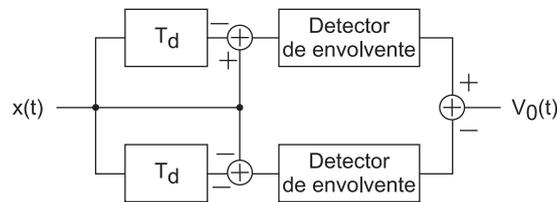


Figura 1: Detector balanceado. (Ejercicio 6)

* Ejercicio 7

Se consideran las señales:

1. $x_1(t)$ de ancho de banda W_1 , $|x_1|_{max} = 1$, $\langle x_1^2 \rangle = 1/2$, $\langle x_1 \rangle = 0$
2. $x_2(t)$ de ancho de banda W_2 , $|x_2|_{max} = 1$, $\langle x_2^2 \rangle = 1/2$, $\langle x_2 \rangle = 0$ Se desea transmitir x_1 y x_2 multiplexados sobre un enlace en FM. Se plantean los 2 esquemas de la Figura 2:
 - (a) Hallar, en el punto A, la f_1 mínima para que se puedan recuperar x_1 y x_2 ; y el ancho de banda de la banda base (señal en el punto A, x_A).
 - (b) Hallar, en el punto A', la f_2 mínima para que se puedan recuperar x_1 y x_2 , y ancho de banda de la banda base (señal en el punto A', $x_{A'}$). Graficar los espectros de las bandas base.

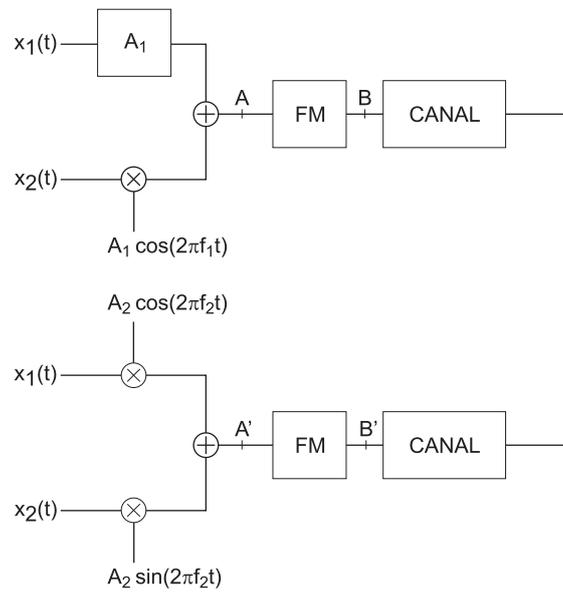


Figura 2: Sistema el Ejercicio 7.

El modulador de FM tiene portadora f_c y relación de desviación de frecuencia D .

- (c) Hallar A_1 y A_2 para que en los 2 casos la señal de banda base x_A y $x_{A'}$ tengan valor máximo 1. Hallar su valor cuadrático medio.
- (d) Hallar el ancho de banda de la señal modulada en FM en ambos casos. Comparar.
- (e) Dar un esquema de los receptores respectivos indicando los anchos de banda de los filtros. Mostrar que se puede recuperar las señales.