

Boletín de problemas. Tema 2

Modulaciones analógicas

Problema 2.1

Una señal $x(t)$ periódica, de valor medio cero, ancho de banda $5kHz$, amplitud máxima 4 voltios y potencia media normalizada de 0.5, modula en DBL a una portadora de $1MHz$, obteniéndose una señal cuya potencia media es de $400W$. Se pide:

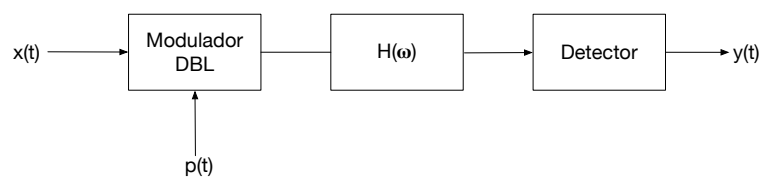
- Amplitud de la portadora.
- Potencia de la banda lateral inferior.
- Esquema del demodulador necesario para recuperar $x(t)$, dando los valores más significativos del mismo.

RESULTADO:

- $A_p = 10V$
- $P_{BLI} = 200W$
- Detector síncrono con $f_{OL} = 1MHz$, $A_{OL} = \frac{2}{A_p}$ y $f_{pb} = 5kHz$.

Problema 2.2

La señal $x(t) = \cos(2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 t) + 4 \cdot \cos(2\pi \cdot 15 \cdot 10^3 t) + \cos(2\pi \cdot 20 \cdot 10^3 t)$ modula en DBL a la portadora $p(t) = 2 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 t)$ y a continuación pasa a través de un filtro con respuesta $H(\omega)$ antes de llegar al detector, tal y como se puede ver en la figura.



donde

$$H(\omega) = \begin{cases} 0 & |\omega| < 200\pi krad/s \\ 1 & |\omega| \geq 200\pi krad/s \end{cases}$$

- Hallar la señal que se obtendría a la salida si el detector empleado fuese un detector de envolvente con $K_D = 1$ y supresión de continua.
- Determinar qué detector sería necesario para que la señal detectada coincidiese con la moduladora, especificando todos los parámetros necesarios.

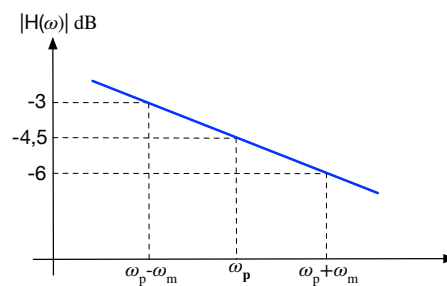
RESULTADO:

- $y(t) = 2 \cdot \cos(2\pi \cdot 5 \cdot 10^3 t)$
- Detector síncrono con $f_{OL} = 2 \cdot \cos(\omega_p \cdot t)$ y con filtro paso bajo con frecuencia de corte de al menos $20kHz$.

Problema 2.3

Un transmisor tiene una potencia media nominal de $30W$ y una potencia de pico máxima de $60W$. Se pide calcular:

- La potencia asociada a una banda lateral cuando la señal $x(t) = \cos(\omega_m t)$ modula a la portadora $p(t) = A_p \cdot \cos(\omega_p t)$, así como el valor de A_p en los casos siguientes:
 - Modulación AM al 80%.
 - Modulación DBL
- En el primero de los casos del apartado anterior se observa que el canal presenta una atenuación no uniforme, tal como se aprecia en la figura. Obtenga la señal detectada en los casos siguientes:



- Detección de envolvente
- Detección síncrona

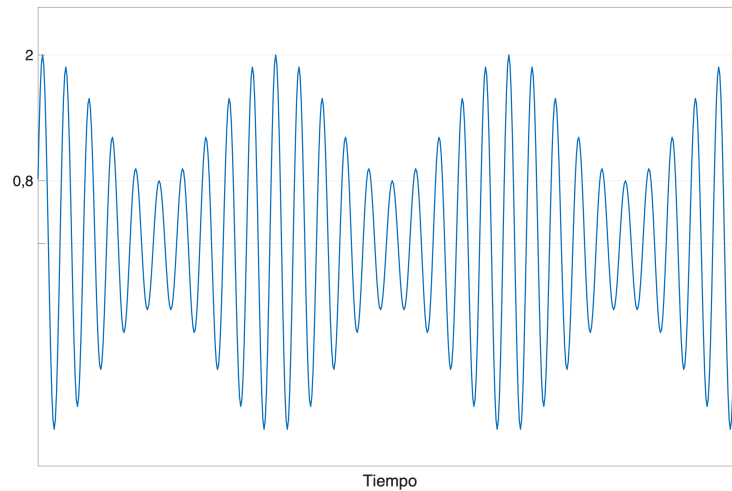
NOTA: En ambos casos se supondrá un bloque de supresión de continua.

RESULTADO:

- $A_p = 6.08V$, $P_{BL} = 2.96W$
 - $A_p = 10.95V$, $P_{BL} = 15W$
- $y_D(t) = k_D \cdot [A(t) - \langle A(t) \rangle]$, con:
 - $A(t) = x_i(t) \cdot \left[1 + 0.5 \cdot \left(\frac{x_q(t)}{x_i(t)} \right)^2 \right]$
 - $x_i(t) = 0.6 \cdot A_p + 0.48 \cdot A_p \cdot \cos(\omega_m t)$
 - $x_q(t) = -0.08 \cdot A_p \cdot \sin(\omega_m t)$
 - $y_D(t) = \frac{A_{OL}}{2} \cdot A_p \cdot 0.48 \cdot \cos(\omega_m t)$

Problema 2.4

La señal $x(t)$, cuya frecuencia es $10kHz$, modula a una portadora de $100kHz$ y se observa en un osciloscopio una señal como la de la figura. Se pide:



- Indicar el tipo de modulación utilizado.
- Obtener el índice de modulación.
- Obtener la potencia de la portadora y de la moduladora normalizada.
- Obtener la señal recuperada si se utiliza un detector síncrono, sintonizado a $100kHz$ y de amplitud $1V$.
- Obtener la señal recuperada si se utiliza un detector de envolvente.

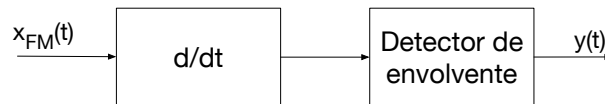
NOTA: Puede suponerse que $K_D = 1$.

RESULTADO:

- AM
- $m \approx 0.43$
- $P_p = 0.98W$, $S_{xn} = 0.5$
- $y_D(t) = 0.3 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^4 t)$
- $y_D(t) = 0.6 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^4 t)$

Problema 2.5

Si $x_{FM}(t)$ es la señal que resulta al modular en FM una portadora $p(t) = A_p \cdot \cos(\omega_p t)$ por una señal $x(t)$. ¿Cuál sería la condición que permitiría recuperar la señal $x(t)$ mediante el circuito de la figura?



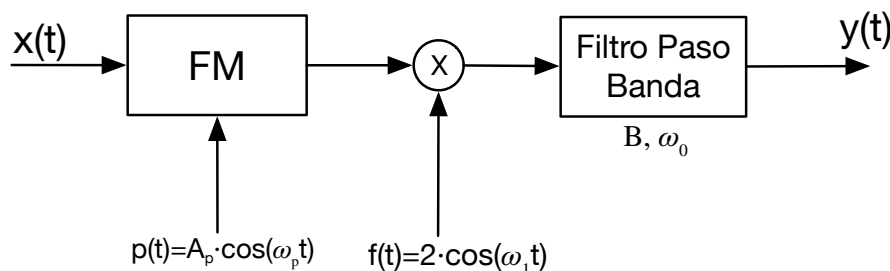
RESULTADO:

$$\omega_p - \omega_\Delta \cdot |x(t)|_{max} > 0$$

Problema 2.6

El esquema de la figura representa un modulador de FM seguido de un convertidor de frecuencia y un filtro paso banda para adaptar la señal modulada a una banda de frecuencias conveniente para la transmisión. Para ajustar los parámetros del sistema se utiliza un tono de prueba $x(t)$. A partir de los valores recogidos en el apartado de datos, se pide calcular:

- El índice de modulación D y el ancho de banda de la onda modulada.
- El valor del ancho de banda, B , y la pulsación central del filtro, ω_0 , sabiendo que la banda de frecuencias que se nos ha asignado para la transmisión está situada por encima de ω_1 .
- La potencia de la señal $y(t)$ sabiendo que el filtro atenúa la señal un 10%. Dejar el resultado en función de A_p .



DATOS:

- $x(t) = \cos(\omega_m t)$ [V]
- $\omega_m = 2\pi \cdot 4 \text{krad/s}$
- $\omega_p = 2\pi \cdot 400 \text{krad/s}$
- $\omega_1 = 2\pi \cdot 2 \text{Mrad/s}$
- $\omega_d = 2\pi \cdot 16 \text{krad/s} \cdot V$

RESULTADO:

- $D = 4$, $B_T = 2\pi \cdot 48 \text{krad/s}$