

Problemas Propuestos

PROBLEMA 5.1

Sea $x(t)$ una señal cuya respuesta en frecuencia cumple:

$$X(\omega) = 0 \quad , \quad |\omega| > \frac{\omega_0}{2}$$

Teniendo en cuenta las características de esta señal, indicar la pulsación mínima de muestreo para las siguientes señales:

a.- $y(t) = x^2(t) \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

b.- $y(t) = x(t) \cdot \cos\left(\frac{3}{4}\omega_0 t\right)$

c.- $y(t) = x\left(\frac{t}{2}\right) \cdot x(t-4)$

Resultado

a.- $\omega_s = 3\omega_0$

b.- $\omega_s = \frac{5}{2}\omega_0$

c.- $\omega_s = \frac{3}{2}\omega_0$

261

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

PROBLEMA 5.2

Una técnica utilizada para disminuir la frecuencia de muestreo de señales reales paso banda, se basa en la representación de estas mediante funciones paso bajo que contienen la misma información.

a.- Obtener el espectro de la señal si se muestrea con un tren de pulsos cuadrados de anchura $\tau = \frac{1}{12}$ y amplitud unidad.

$$x(t) = u_c(t) \cdot \cos(\omega_c t) - u_s(t) \cdot \text{sen}(\omega_c t) \tag{1}$$

$$x(t) = \Re\{ [u_c(t) + j u_s(t)] \cdot e^{j\omega_c t} \} \tag{2}$$

$$x(t) = a(t) \cdot \cos(\omega_c t + \theta(t)) \text{ con } \begin{cases} a(t) = \sqrt{u_c^2(t) + u_s^2(t)} \\ \theta(t) = \text{arctg}\left(\frac{u_s(t)}{u_c(t)}\right) \end{cases} \tag{3}$$

A partir del diagrama de bloques de la figura 1 (con $\omega_c \gg 2\omega_1$) y de la señal $x(t)$ cuyo espectro se representa en la figura 2, se pide:

b.- Dibuje los espectros de amplitud y de fase de las señales $u_c(t)$ y $u_s(t)$ (denominadas componentes en fase y cuadratura).

c.- Calcule en la figura 1 el máximo valor de T para muestrear las señales $u_c(t)$ y $u_s(t)$ y seguir manteniendo toda la información de $x(t)$. Comparar este valor con el que establece el teorema de Nyquist para el muestreo de $x(t)$.

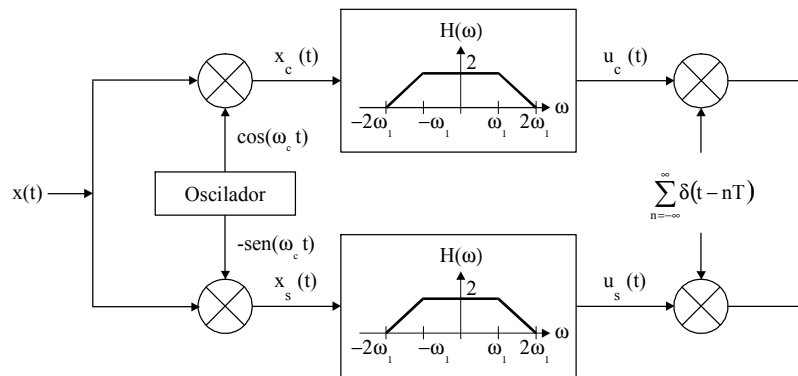


Figura 1

262



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

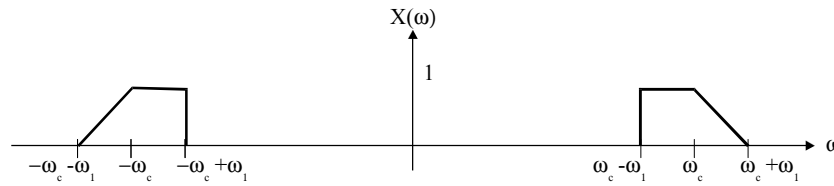
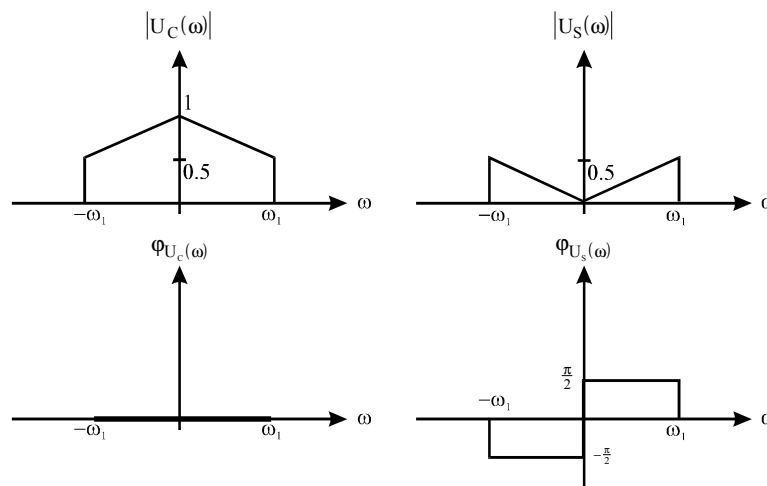


Figura 2

Resultado

a.- Desarrollando las ecuaciones 1 y 2 y calculando el fasor suma en ambos casos, se obtiene la ecuación número 3.

b.-



c.-

$$\omega_s|_{\min} = 2\omega_1 \quad \rightarrow \quad T_{\max} = \frac{2\pi}{\omega_s} = \frac{\pi}{\omega_1} \quad \text{para } u_c(t) \text{ y } u_s(t)$$

$$\omega'_s|_{\min} = 2(\omega_c + \omega_1) \quad \rightarrow \quad T'_{\max} = \frac{\pi}{\omega_c + \omega_1} \quad \text{para } x(t)$$

$$T_{\max} \gg T'_{\max}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



PROBLEMA 5.3

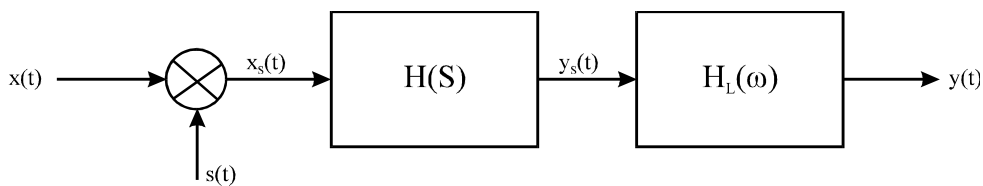
En el esquema de la figura, se sabe que:

$$x(t) = \cos(0.5 \cdot t) + 0.1 \cdot \cos(0.8 \cdot t)$$

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - n\pi)$$

$$H(S) = \frac{1}{s^2 + \sqrt{2} \cdot s + 1}$$

$$H_L(\omega) = \begin{cases} 1 & , |\omega| < 2 \\ 0 & , |\omega| > 2 \end{cases}$$



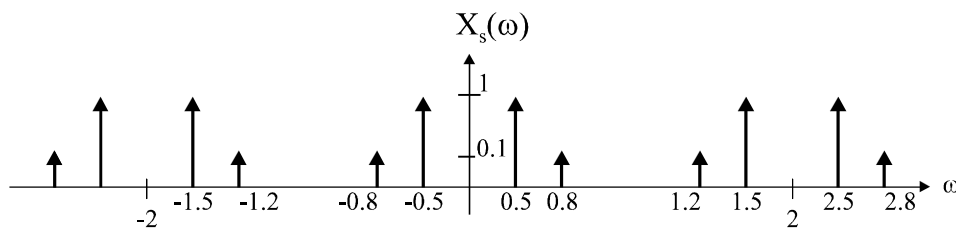
Se pide:

- a.- Espectro de $x_s(t)$.
- b.- Módulo del espectro de $y(t)$.

Resultado

a.-

$$X_s(\omega) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} [\delta(\omega - 0.5 - k2) + \delta(\omega + 0.5 - k2)] + 0.1 \cdot \delta(\omega - 0.8 - k2) + 0.1 \cdot \delta(\omega + 0.8 - k2)]$$



764

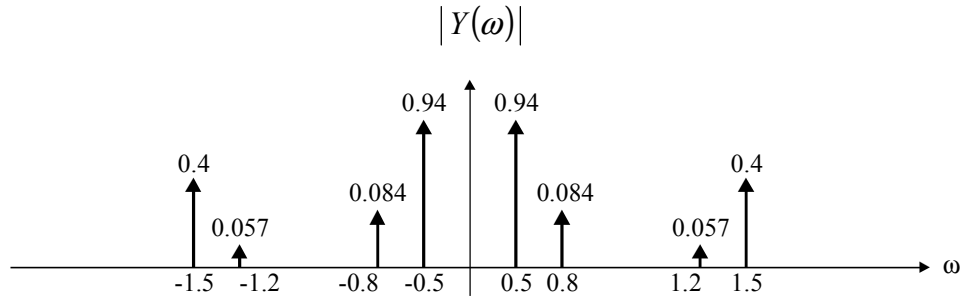


**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

b.-

$$|Y(\omega)| = 0.97 \cdot \delta(\omega - 0.5) + 0.97 \cdot \delta(\omega + 0.5) + 0.084 \cdot \delta(\omega - 0.8) + 0.084 \cdot \delta(\omega + 0.8) + 0.057 \cdot \delta(\omega - 1.2) + 0.057 \cdot \delta(\omega + 1.2) + 0.4 \cdot \delta(\omega - 1.5) + 0.4 \cdot \delta(\omega + 1.5)$$



PROBLEMA 5.4

Para transmitir la señal $x(t)$, de ancho de banda 10 KHz, se utiliza el sistema de la figura 1.

Como señal de muestreo se utiliza la señal $s(t)$ de la figura 2, donde f_s se corresponde con la frecuencia de Nyquist.

Diseñar el sistema que permita recuperar $x(t)$ a partir de las muestras obtenidas.

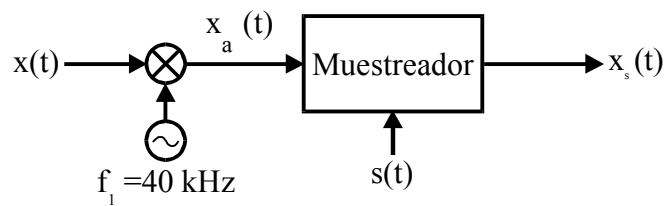


Figura 1

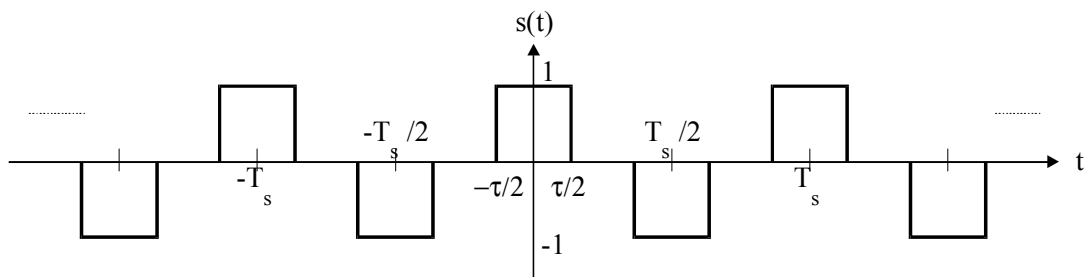


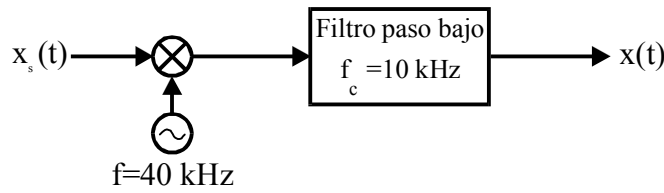
Figura 2



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

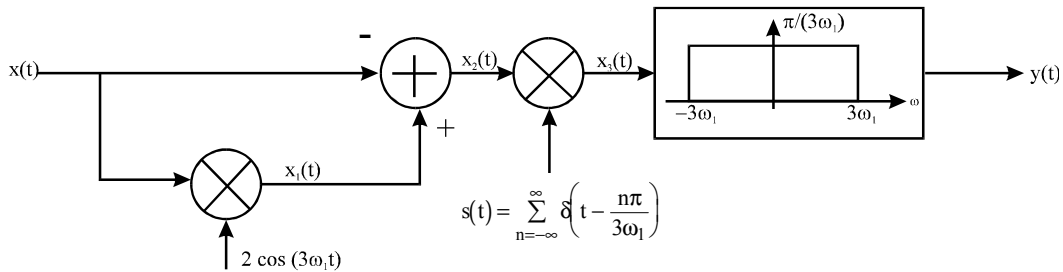
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Resultado



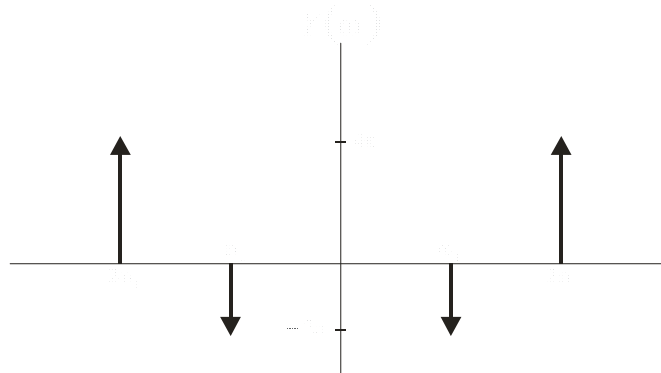
PROBLEMA 5.5

A la entrada del sistema de la figura se tiene la señal $x(t) = 2 \cdot \cos(\omega_1 t)$. Determine la señal de salida del sistema $y(t)$ y obtenga la representación de su espectro.



Resultado

$$y(t) = 4 \cdot \cos(2 \omega_1 t) - 2 \cdot \cos(\omega_1 t)$$



266



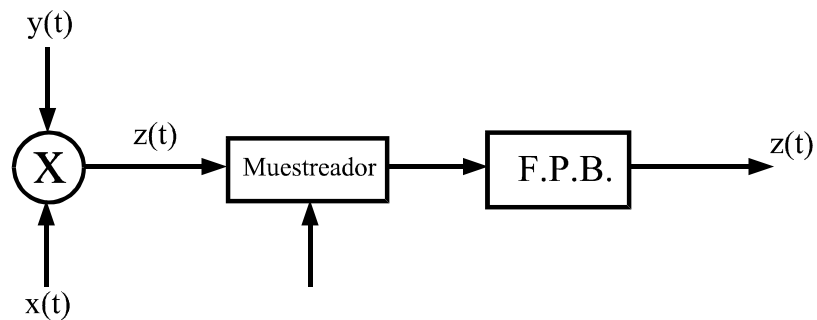
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PROBLEMA 5.6

En el diagrama de bloques de la figura las señales $x(t)$ e $y(t)$ son paso bajo:

$$\begin{cases} X(\omega) = 0, & |\omega| \geq \omega_a \\ Y(\omega) = 0, & |\omega| \geq \omega_b \end{cases}$$



Se pide encontrar el valor máximo del periodo de muestreo para recuperar a la salida de un filtro paso bajo la señal $z(t)$.

Resultado

$$T_{\max} = \frac{\pi}{\omega_a + \omega_b}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

PROBLEMA 5.7

La señal $x(t)$, de ancho de banda 5 KHz, pasa a través del sistema de la figura 1.

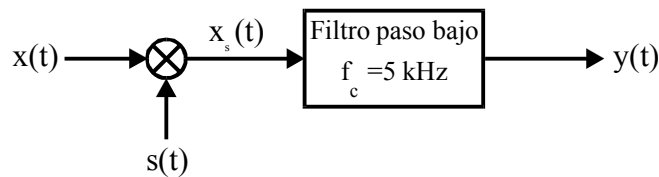


Figura 1

Como señal de muestreo se utiliza la señal $s(t)$ representada en la figura 2:

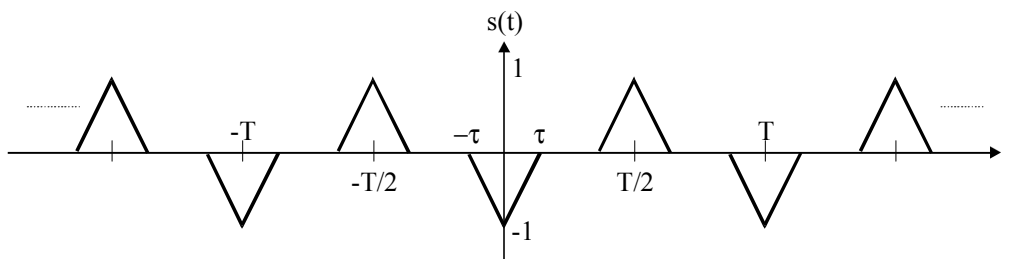


Figura 2

Determinese la señal $y(t)$, a la salida del sistema.

Resultado

$$y(t) = 0$$

PROBLEMA 5.8

Para muestrear la señal real $x(t)$ de ancho de banda 20 KHz, se utiliza una frecuencia de muestreo $f_s = 50$ KHz.

Se desea muestrear la señal $y(t) = x(t) + \cos(\omega_0 t)$, con la misma frecuencia de muestreo f_s . Se pide:

- Valor mínimo de ω_0 para que las muestras de $y(t)$ coincidan con las de $x(t)$.
- Posibles valores de la frecuencia de corte del filtro paso bajo de reconstrucción, para poder recuperar $x(t)$ a partir de las muestras de $y(t)$.

268

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Resultado

a.-

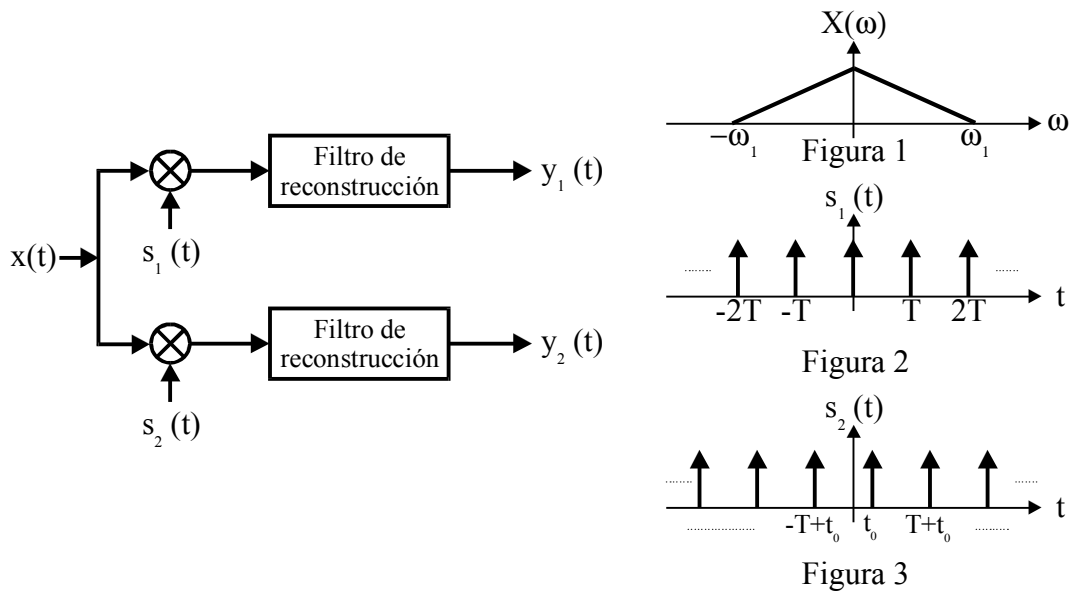
$$\omega_0|_{\text{mínimo}} = 20\pi \text{ krad / seg}$$

b.-

$$20 \text{ KHz} < f_c < 30 \text{ KHz}$$

PROBLEMA 5.9

El sistema de la figura representa el muestreo de la señal $x(t)$ (figura 1) mediante dos señales diferentes $s_1(t)$ (figura 2) y $s_2(t)$ (figura 3). Los filtros de reconstrucción son filtros paso bajo ideales con la misma frecuencia de corte. Calcule la relación de energías de las señales $y_1(t)$ e $y_2(t)$.



Resultado

$$\frac{E[y_1(t)]}{E[y_2(t)]} = 1$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PROBLEMA 5.10

El sistema de la figura 1, realiza el muestreo de la señal $x(t)$, para lo cual se utiliza la señal $s(t)$ de la figura 2. Estúdiense la influencia de la anchura de los pulsos sobre la señal recuperada a partir de un filtro paso bajo.

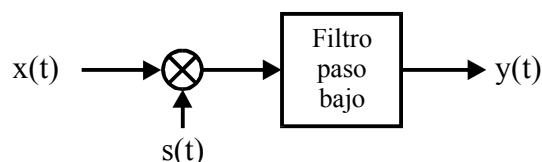


Figura 1

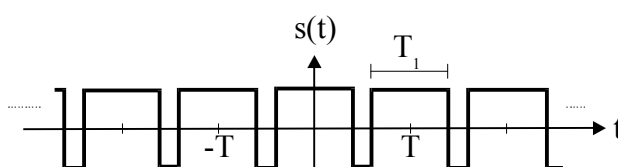


Figura 2

Resultado

A la salida del filtro se obtiene la señal:

$$y(t) = \frac{2 \cdot T_1 - T}{T} \cdot x(t)$$

270

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70