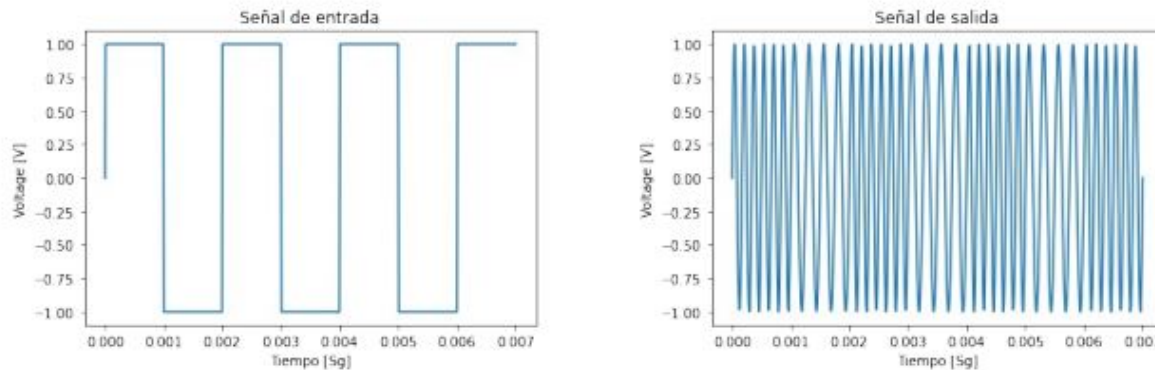


Ejercicio 2

Dado un modulador digital al cual, al inyectarle una señal en la entrada, presenta la siguiente señal a su salida:



Considerando frecuencia de espacio (0 lógico) y marca (1 lógico) de 8 y 10 MHz, respectivamente. Se solicita:

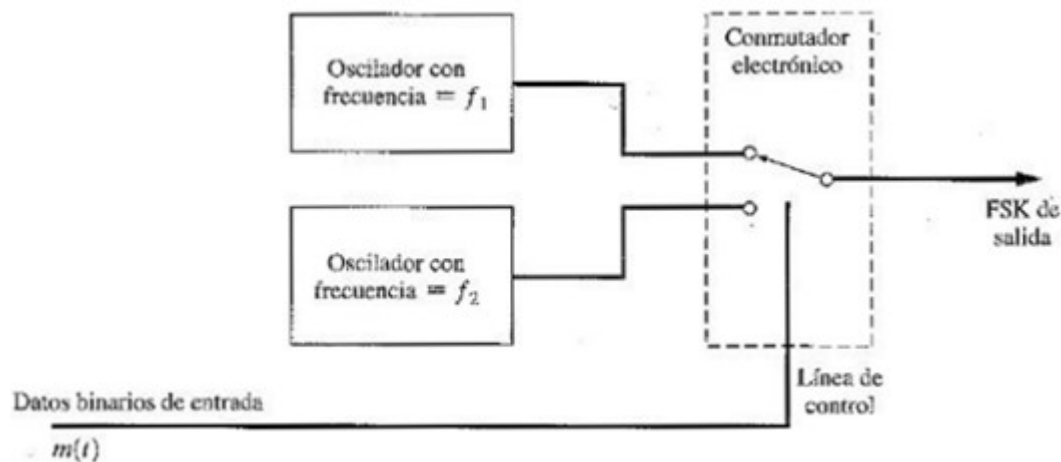
- Indicar el tipo de modulación digital. Dibujar diagrama en bloques del modulador. Explicar funcionamiento.
- Indicar la velocidad de señalización (tasa de símbolos), en baudios.
- Indicar el ancho de banda mínimo requerido.
- Considerando la frecuencia central (de portadora) en 9 Mhz, proponga la frecuencia de espacio (0 lógico) y marca (1 lógico) tal que la señal pasabanda tenga el menor ancho de banda posible, sin considerar MSK.
- Idem d), para el caso de MSK
- Indicar relación de desviación de frecuencias ($\frac{\Delta f}{R_b/2}$) para el caso enunciado y para los casos d) y e).

a)

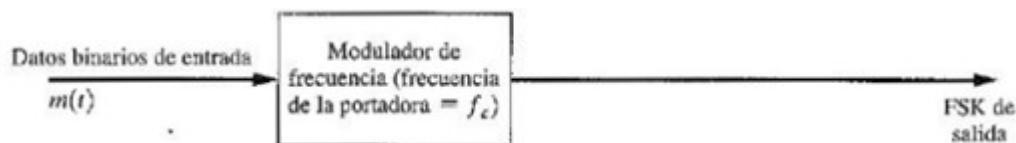
El tipo de modulación representada con los gráficos de las señales es **modulación por corrimiento de frecuencia (FSK)**.

Puede ser generada de dos formas distintas:

FSK de fase discontinua



FSK de fase continua



En la modulación por corrimiento de fase (FSK) la información digital se transmite al variar la frecuencia de una señal portadora. En este caso se utilizan las frecuencias $8MHz$ y $10MHz$ para representar los valores de los bits.

b)

Para este caso, FSK binaria, la relación es 1 bit = 1 símbolo. Por lo tanto:

$$T_b = T_s = 1ms$$

La tasa de símbolos será:

$$D = \frac{1}{T_s} = 1000 \text{ bauds}$$

c)

Para calcular el ancho de banda mínimo requerido, se puede aplicar Carson:

$$B_{min} = 2 \cdot \Delta f + 2 \cdot \frac{D}{2}$$

Para obtener Δf se debe resolver el siguiente sistema de ecuaciones:

$$f_c + \Delta f = f_2$$

$$f_c - \Delta f = f_1$$

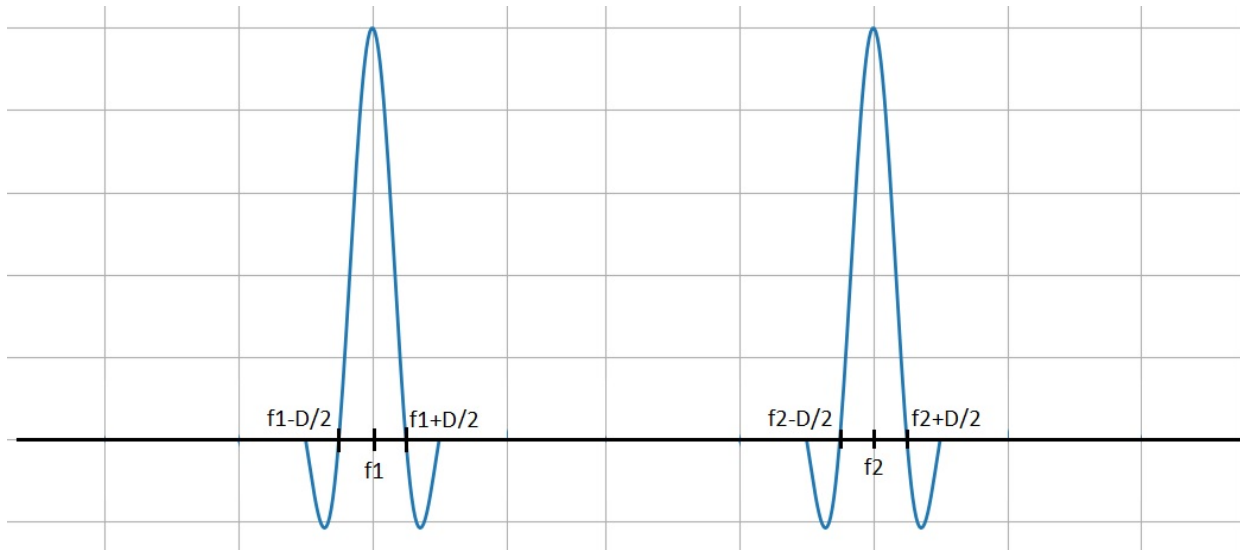
$$\Delta f = \frac{f_2 - f_1}{2} = \frac{10MHz - 8MHz}{2} = 1MHz$$

Reemplazando ahora en la ecuación del ancho de banda:

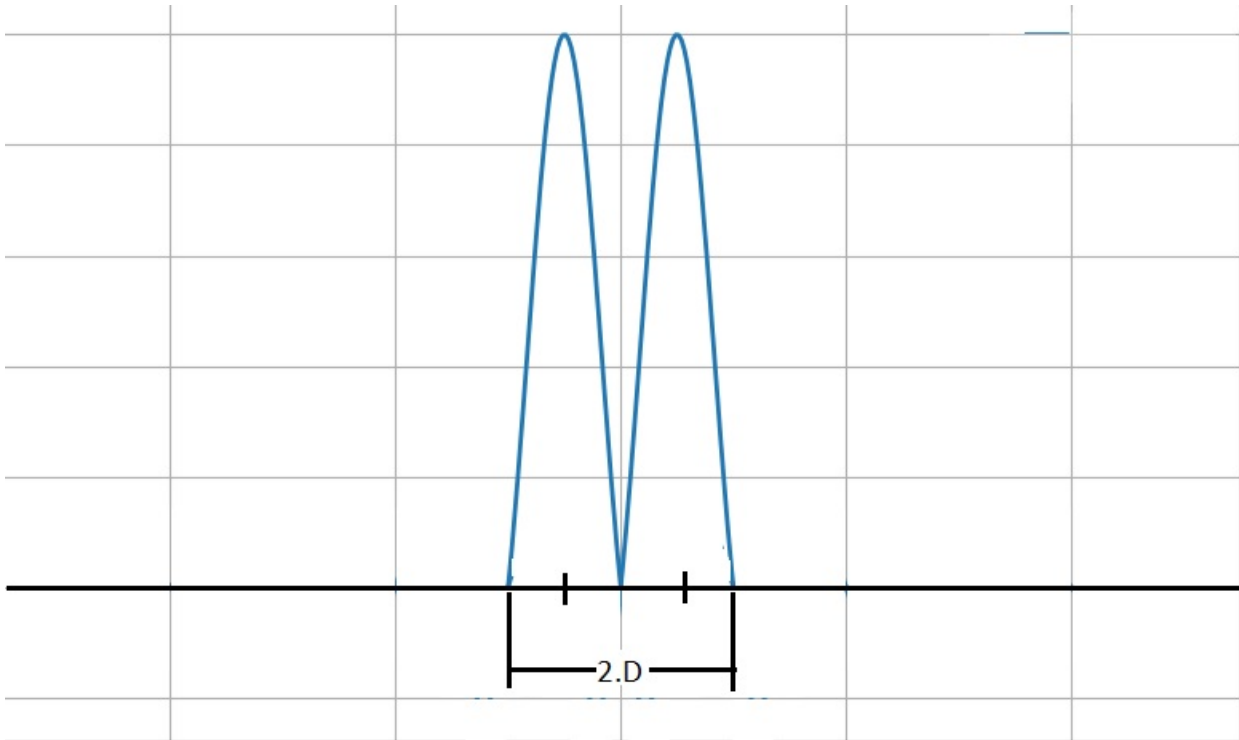
$$B_{min} = 2.\Delta f + 2.\frac{D}{2} = 2.1MHz + 1KHz = 2001KHz$$

d)

La señal pasabanda se ve originalmente así:



Para que el ancho de banda de la señal pasabanda sea mínimo, deben "acercarse" los lóbulos centrales de las sinc de forma tal que su primer nulo, hacia izquierda o derecha dependiendo de la sinc, sea sobre la frecuencia central, de forma que el gráfico quede de la siguiente manera:



Por lo tanto:

$$f'_1 = f_c - \frac{D}{2} = 8999,5 \text{ KHz}$$

$$f'_2 = f_c + \frac{D}{2} = 9000,5 \text{ KHz}$$

e)

Para el caso de MSK:

$$\Delta f = \frac{R}{4} = 250 \text{ Hz}$$

Por lo tanto:

$$f''_1 = 8999,75 \text{ KHz}$$

$$f''_2 = 9000,25 \text{ KHz}$$

f)

La relación de desviación de frecuencias se calcula como:

$$h = \frac{\Delta f}{\frac{R}{2}}$$

Para el caso del enunciado:

$$h = \frac{1MHz}{\frac{1000Hz}{2}} = 2000$$

Para el caso del ítem **d)**:

$$h = \frac{500Hz}{\frac{1000Hz}{2}} = 1$$

Para el caso del ítem **d)**:

$$h = \frac{250Hz}{\frac{1000Hz}{2}} = 0,5$$