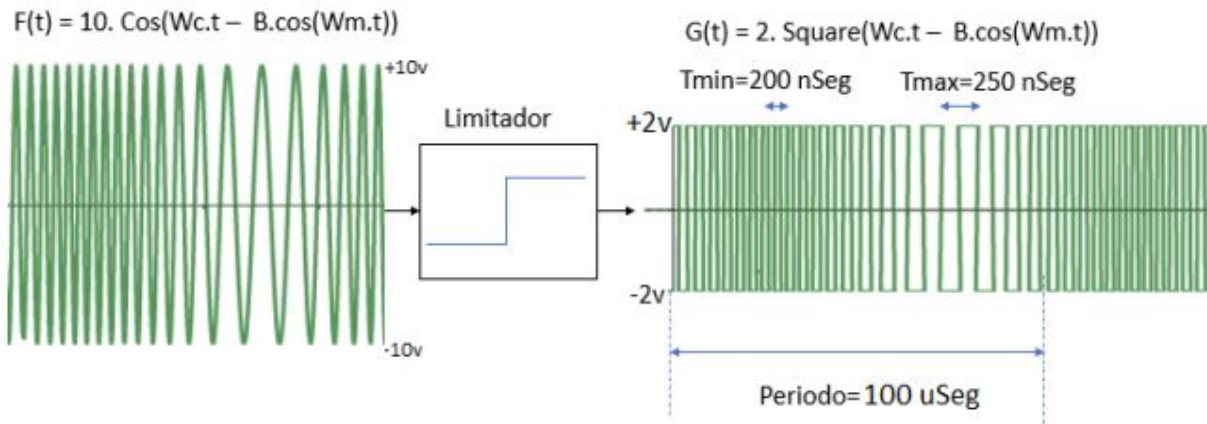


## Ejercicio 5

El siguiente diagrama muestra una señal de FM modulada por un tono, donde los limitadores de amplitud se utilizan para eliminar la modulación incidental y generar un factor de multiplicación de frecuencia. Como resultado, la portadora se convierte en una onda cuadrada. Se han obtenido mediciones de tiempo en la salida del osciloscopio y se muestran gráficos cualitativos para su análisis.



Calcule:

- Frecuencia de la portadora.
- Máxima desviación de frecuencia e índice de modulación (Beta).
- Ancho de banda de la señal  $F(t)$  y la potencia de la señal antes y después del limitador (considere impedancia normalizada  $Z=1\text{ohm}$ )
- Si luego del limitador se aplica un filtro pasabanda para lograr la multiplicación x3 en frecuencia, determine dónde debería ubicar su frecuencia central y su ancho de banda  
¿Si quisiera un factor de multiplicación x2 podría lograrlo de esta forma? Justifique.

a)

Se cumple que:

$$T_c + \Delta T_c = 250 \text{ nS} \rightarrow f_c - \Delta f_c = 4 \text{ MHz}$$

$$T_c - \Delta T_c = 200 \text{ nS} \rightarrow f_c + \Delta f_c = 5 \text{ MHz}$$

Sumando ambas ecuaciones miembro a miembro:

$$f_c - \Delta f_c + f_c + \Delta f_c = 4 \text{ MHz} + 5 \text{ MHz}$$

$$2 \cdot f_c = 9 \text{ MHz} \rightarrow f_c = 4,5 \text{ MHz}$$

**b)**

Se puede calcular la máxima desviación de frecuencia como:

$$\Delta F = f_{c_{max}} - f_c = 5MHz - 4,5MHz = 0,5MHz$$

A partir de este valor se calcula el índice de modulación como:

$$\beta = \frac{\Delta F}{f_{m_{max}}} = \frac{500KHz}{250KHz} = 2$$

**c)**

El ancho de banda de la señal se calcula como:

$$BW = 2 \cdot \Delta f = 2 \cdot 500KHz = 1MHz$$

Considerando una impedancia normalizada  $Z = 1\Omega$ , se puede calcular la potencia como:

$$P = \frac{A_c^2}{2}$$

Antes del limitador:

$$P = \frac{10^2}{2} = 50W$$

Después del limitador:

$$P = \frac{2^2}{2} = 2W$$

**d)**

Si la frecuencia es triplicada, el valor de  $f_c$  se transporta a  $13,5MHz$  y su  $BW$  alcanza los  $1,5MHz$