Ejercicio 4

Dada una señal **x(t)= 0, 3V.cos(w_m.t)** que modula en FM a una portadora con Kf=20KHz/v (constante del modulador) y sus magnitudes se observan en el Analizador de Espectros en la **Figura 1**.
Al cambiar los **parámetros de x(t)** lo que se observa es lo mostrado en la **Figura 2**.

Figura 1

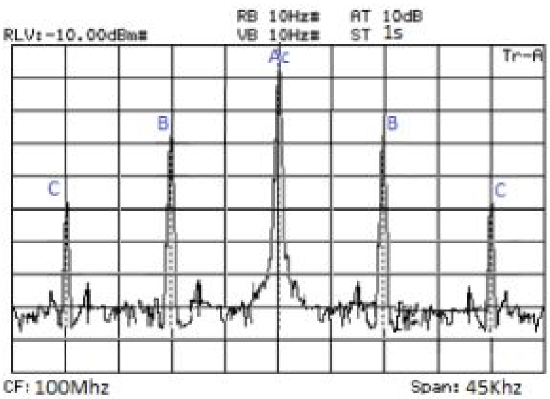
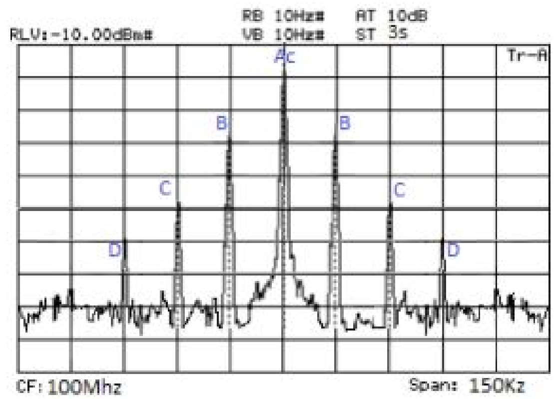


Figura 2



a) Calcule el indice de modulación (beta) en la figura 1 y Figura 2.
b) Calcule cuanto vario **fm** y la amplitud del tono.
c) En la figura 2, Determine el nuevo valor de la máxima desviación de la frecuencia instantánea alrededor de fc y el ancho de banda de la señal modulada.
d) Realice los cálculos de los 3 puntos anteriores considerando las mismas figuras para un modulador PM, con una sensibilidad de fase Dp=4rad/v (constante del Modulador).

a)

f_{m1} se puede deducir de la figura 1, considerando la separación entre la frecuencia de portadora y el primer pico y el valor de frecuencia por división.

Siendo el span de $45KHz$, cada celda corresponde a $4,5KHz$. Como el primer pico lateral se encuentra a 2 divisiones de distancia: $f_{m1} = 9KHz$.

Del mismo modo, de la figura 2, siendo el span de $150KHz$ y con el primer pico lateral a una división de distancia: $f_{m2} = 15KHz$.

El valor de β se puede calcular como:

$$\beta_1 = \frac{A_m.k_f}{f_{m1}} = \frac{0,3V.20\frac{KHz}{V}}{9KHz} = \frac{2}{3}$$

Se puede observar que la potencia de cada componente espectral es la misma en ambos gráficos, por lo cual se puede afirmar que tienen los mismos coeficientes de Bessel y, por lo tanto, $\beta_1 = \beta_2$.

b)

El valor de f_m varió de $f_{m1} = 9KHz$ a $f_{m2} = 15KHz$, por lo tanto: $\Delta f_m = 6KHz$

$\beta_1 = \beta_2$

$\frac{A_{m1}.k_f}{f_{m1}} = \frac{A_{m2}.k_f}{f_{m2}}$

$\frac{A_{m1}}{f_{m1}} = \frac{A_{m2}}{f_{m2}}$

$A_{m2} = \frac{A_{m1}.f_{m2}}{f_{m1}} = \frac{0,3V.15KHz}{9KHz} = 0,5V$

El valor de A_m varió de $A_{m1} = 0,3V$ a $A_{m2} = 0,5V$, por lo tanto: $\Delta A_m = 0,2V$

c)

En la figura 2:

El nuevo valor de la máxima desviación de la frecuencia instantánea alrededor de f_c es:

$\Delta f_{m2} = \beta.f_{m2} = \frac{2}{3}.15KHz = 10KHz$

El nuevo ancho de banda de la señal modulada es:

$B_{T_2} = 2.(\beta + 1).f_{m2} = 2.\left(\frac{2}{3} + 1\right).15KHz = 50KHz$

d)

Considerando la constante del modulador de fase como:

$k_p = 4\frac{rad}{V}$

Entonces:

$\beta_1 = A_{m1}.k_p = 0,3V.4\frac{rad}{V} = 1,2rad$

$\beta_1 = \beta_2 \rightarrow A_{m1} = A_{m2} = 0,3V$

$A_{m1} = A_{m2} \rightarrow \Delta A_m = A_{m2} - A_{m1} = 0V$

Los valores de las frecuencias no varían, por lo tanto: $\Delta F = 6KHz$

$BW_1 = 2.(\beta+1).f_{m1} = 2.(1,2+1).9KHz = 39,6KHz$ $BW_2 = 2.(\beta+1).f_{m2} = 2.(1,2+1).15KHz = 66KHz$

Para el modulador de fase, la variación de frecuencia instantánea se calcula como:

$\Delta f = \max\left[\frac{1}{2\pi}.\frac{\delta\theta_{(t)}}{\delta t}\right]$

$\Delta f_1 = \max\left[\frac{1}{2\pi}.\frac{\delta(1,2rad.\cos(2\pi.9KHz.t))}{\delta t}\right] = \max\left[\frac{1}{2\pi}.2\pi.9KHz.1,2rad.\sin(2\pi.9KHz.t)\right] = 9KHz.1,2rad = 10,8KHz$

$\Delta f_2 = \max\left[\frac{1}{2\pi}.\frac{\delta(1,2rad.\cos(2\pi.15KHz.t))}{\delta t}\right] = \max\left[\frac{1}{2\pi}.2\pi.15KHz.1,2rad.\sin(2\pi.15KHz.t)\right] = 15KHz.1,2rad = 18KHz$