

## LABORATORIO 4-B

Jhon Chavez #2212234

Andres Quintero #2204655

### 1) Modulación Angular de banda estrecha

	P(portadora) [W]	P(BLS) [W]	P(BLI) [W]	fm	Am [v]	BW
ka*Am=0.2	47,03 u	549,9 n	517,26 n	550 Hz	61,123 m	34,2 kHz



Figura 1: Señal modulada.

En la figura 1 se observa variaciones en la amplitud de la señal modulada, esto se debe a que en la fase (o frecuencia) de la portadora se modula levemente, pero no lo suficiente como para deformar la señal drásticamente. En el osciloscopio observamos la envolvente como si fuera AM, pero no es AM verdadera, es un efecto visual de la modulación angular de baja desviación.

Ademas analizando el espectro de la señal, se ve una separación entre las bandas laterales muy pequeña, lo cual concuerda perfectamente con una modulación angular de banda estrecha, ya que el desplazamiento de frecuencia es pequeño y las bandas laterales están muy cerca de la portadora.

La potencia total de la envolvente compleja seria la suma de la potencia de las 3 componentes, lo que daría un aproximado de 48 uW.

Para el calculo del ancho de banda,  $BT=2f_m$ , ya que solo están presentes las dos bandas laterales principales, separadas de la portadora por  $f_m$  hacia cada lado, por ende es aproximadamente  $BT = 17.1 \text{ kHz} * 2$ ,  $BT = 34,2 \text{ kHz}$ .

## 2) Modulación Angular de banda ancha

	P(portadora) [dBm]	BW (Criterio de 20dB)	Am [v]
ka*Am=10	-30,04	169,21 kHz	29,2 m



Figura 2: Señal modulada.

La señal es del tipo:

$$s(t) = A_c * \cos(2\pi * f_c * t + k_p * m(t))$$

Donde ahora  $k_p * A_m = 10$ , lo cual indica que el ángulo de modulación oscila bastante, ósea que la señal es no lineal en fase.

En la imagen, la señal ocupa desde aproximadamente 200 kHz a 400 kHz, es decir:  $BW \approx 200$  kHz, pero si tomamos en cuenta el criterio de 20dB sería aproximadamente de 169,21 kHz. Este valor es coherente con la fórmula de Carson para estimar el ancho de banda en modulación angular:

$$BT \approx 2 \cdot (\Delta f + f_m)$$

Si:

- $\Delta f = k_p \cdot A_m \cdot f_m = 10 \cdot f_m$
- Entonces:  $BT \approx 2 \cdot (10f_m + f_m) = 22f_m$
- Si  $f_m \approx 10$  kHz, da un ancho de banda de **220 kHz**, muy cercano al que observamos en el analizador de espectros.

Ahora bien, para calcular la potencia de la envolvente compleja es necesario sumar todos los valores de los armónicos presentes en el espectro, ya que ahora la potencia total esta

distribuida en todos ellos, un aproximado seria de 12 veces la potencia de la portadora, que es de -30.04dBm, para esto se realiza el siguiente calculo:

1. Potencia de la portadora en mW:

$$P_c = 10 - 30.0410 = 10 - 3.004 \approx 0.000993 \text{ mW}$$

2. Potencia total estimada (12 veces más):

$$P_{total} = 12 \cdot P_c = 12 \cdot 0.000993 \approx 0.01192 \text{ mW}$$

3. Convertimos a dBm:

$$P_{total}[dBm] = 10 \cdot \log_{10}(0.01192) \approx -19.24 \text{ dBm}$$

Esto tiene sentido, ya que en modulación angular de banda ancha con KpAm=10, la portadora se diluye mucho y la potencia se reparte entre muchos armónicos.