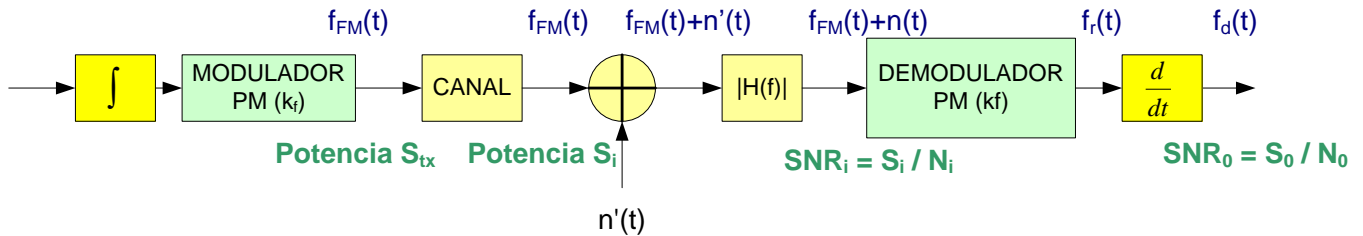


### 1.1.1 FM

En el caso de FM podemos aprovechar los resultados obtenidos de PM si planteamos el siguiente esquema:



En este caso el demodulador FM le agrega un derivador al demodulador PM. Esto implica que la DEP del ruido antes y después del derivador cambiará:

#### PREGUNTA:

¿Cuál es el valor de la DEP del ruido a la salida del demodulador PM si la potencia vale  $\frac{2NB}{A^2}$ ?

---



---



---

Si el ruido afecta el ancho de banda de banda base y como se aprecia el resultado es constante, entonces la DEP valdrá:

$$DEP_n(f) = \frac{N}{A^2}$$

Este resultado nos permitirá ahora obtener la DEP del ruido pero después de aplicado el derivador cuya función de transferencia es  $j\omega$ :

$$\begin{aligned} DEP_{nFM}(f) &= DEP_{nPM}(f) \cdot |H(f)|^2 \\ &= \frac{N}{A^2} \cdot \omega^2 \end{aligned}$$

Con este resultado finalmente obtendremos el valor de la potencia del ruido a la salida del demodulador FM:

$$N_o = 2 \int_0^{+\infty} \frac{N}{A^2} (2\pi f)^2 df = 2 \int_0^B \frac{N}{A^2} (2\pi f)^2 df = \frac{8\pi^2 NB^3}{3A^2}$$

Y la potencia de la señal será:

$$S_o = k_f^2 \overline{f(t)}^2$$

Para el cálculo de la relación señal a ruido a la salida del demodulador tendríamos:

$$\Rightarrow SNR_o = \frac{S_o}{N_o} = \frac{3k_f^2 \overline{f(t)}^2 A^2}{8\pi^2 NB^3}$$

Ahora para comparar calculemos la relación entre SNRo y  $\gamma$ :

$$\Rightarrow SNR_o = \frac{S_o}{N_o} = \frac{3k_f^2 \overline{f(t)}^2 A^2}{8\pi^2 NB^3} = \gamma \left[ \frac{3k_f^2 \overline{f(t)}^2}{4\pi^2 B^2} \right]$$

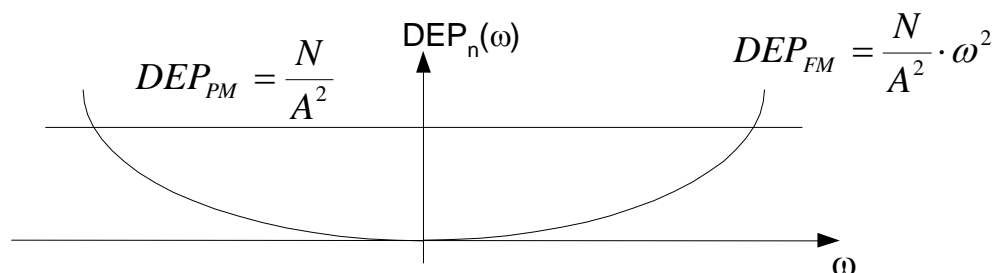
**TAREA 3.5 :** Comparar la SNRi con la SNRo y con el valor de  $\gamma$ ; ¿La relación señal a ruido mejora? ¿Cuánto mejora o no mejora? ¿Cómo se modifica la expresión colocada si incluyo a  $\Delta\omega$ ,  $m_p^2$  y  $\beta$ ? ¿Hay valores de SNR o  $\gamma$  para los cuales aparece el efecto umbral? ¿Qué ocurre con la modulación de un tono?

### 1.1.2 Comparación de FM y PM:

Vamos a comparar estos dos sistemas de comunicación desde 2 perspectivas:

a) Comparando la DEP:

Grafiquemos por un momento el valor de la DEP en PM y FM para el ruido a la salida del demodulador:



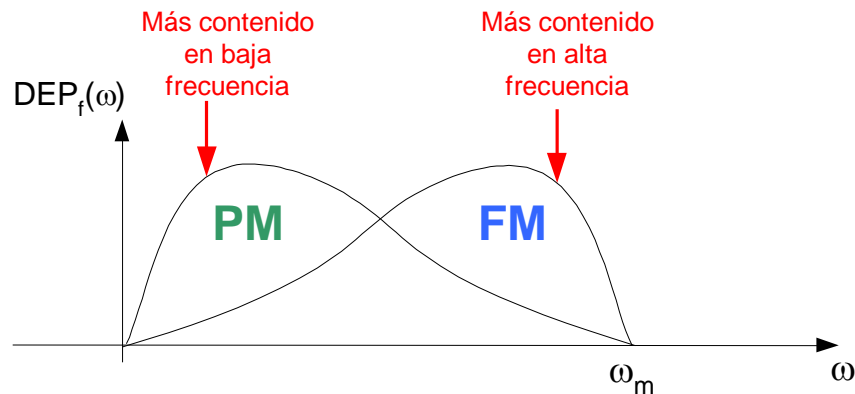
Esto significa que en una señal modulada la repuesta frente el ruido mejora en frecuencias altas.

b) Comparando las SNR:

Vamos a comparar las SNR de ambos sistemas a la salida del demodulador, pero aunque la expresión que vamos a colocar no ha sido demostrada (es una de las tareas), dejarán claras las características de ambos sistemas:

$$\Rightarrow \frac{SNR_{o_{PM}}}{SNR_{o_{FM}}} = \frac{(2\pi B)^2 m_p^2}{3m_p'^2} = \frac{\omega_m^2 m_p^2}{3m_p'^2}$$

Si consideramos que  $m_p$  es una expresión de magnitud de la información y que  $m_p'$  es una expresión de velocidad de cambio de la función, entonces, para un mismo ancho de banda de señal (ver figura) tenemos:



- Si la velocidad de cambio es baja (mayores componentes de baja frecuencia) entonces la modulación PM es superior
- Si la velocidad de cambio es alta (mayores componentes de alta frecuencia) entonces la modulación FM es superior

**TAREA 3.6: Averigüe: Efecto captura en FM, Funcionamiento de FM estéreo FM-PDA**