Problema 2

Una señal QAM está descrita por la expresión

$$x_{QAM}(t) = m_1(t)\cos(w_c t) + m_2(t)\,\text{sen}(w_c t)$$

a) Para $m_1(t) = 2\cos(2\pi f_1 t)$ y $m_2(t) = \cos(2\pi f_1 t) + 2\cos(2\pi f_2 t)$

tendríamos

$$x_{QAM}(t) = 2\cos(w_1 t)\cos(w_c t) + \left[\cos(w_1 t) + 2\cos(w_2 t)\right]\text{sen}(w_c t) \quad (1)$$

Si se quiere se puede simplificar

$$x_{QAM}(t) = \cos\left[(w_c - w_1)t\right] + \cos\left[(w_c + w_1)t\right] + \frac{1}{2}\,\text{sen}\left[(w_c - w_1)t\right] + \frac{1}{2}\,\text{sen}\left[(w_c + w_1)t\right] +$$

$$\text{sen}\left[(w_c - w_2)t\right] + \text{sen}\left[(w_c + w_2)t\right]$$

Esta expresion solo tiene sentido si se va a representar el espectro

b) Forma canónica de $x_{QAM}(t)$

La expresión (1) ya tiene forma canónica

y las componentes en cuadratura son

$$x_I(t) = m_1(t)$$

$$x_Q(t) = m_2(t) \qquad \left(o\ \ x_Q(t) = -m_2(t)\right)$$

c) Demodulación: portadora local $\cos(\omega_c t + \delta)$

ó $\operatorname{sen}(\omega_c t + \delta)$

Para obtener señal $m_1(t)$ realizamos

$x_{QAM}(t) \cdot \cos(\omega_c t + \delta)$ seguido de un filtrado paso-bajo

$$x_{QAM}(t) \cdot \cos(\omega_c t + \delta) = m_1(t)\cos(\omega_c t)\cos(\omega_c t + \delta) + m_2(t)\operatorname{sen}(\omega_c t)\cos(\omega_c t + \delta)$$

$$= \frac{1}{2} m_1(t)\cos(\delta) + \frac{1}{2} m_1(t)\cos(2\omega_c t + \delta) + \frac{1}{2} m_2(t)\operatorname{sen}(-\delta) + \frac{1}{2} m_2(t)\operatorname{sen}(2\omega_c t + \delta)$$

Tras LPF se obtiene

$$\frac{1}{2} m_1(t)\cos(\delta) - \frac{1}{2} m_2(t)\operatorname{sen}(\delta)$$

No se puede recuperar correctamente $m_1(t)$

Para obtener $m_2(t)$ realizamos

$x_{QAM}(t)\operatorname{sen}(\omega_c t + \delta)$ + LPF

$$x_{QAM}(t)\operatorname{sen}(\omega_c t + \delta) = \frac{1}{2} m_1(t)\operatorname{sen}(\delta) + \frac{1}{2} m_1(t)\operatorname{sen}(2\omega_c t + \delta) + \frac{1}{2} m_2(t)\cos(\delta) - \frac{1}{2} m_2(t)\cos(2\omega_c t + \delta)$$

Tras LPF tenemos

$$\frac{1}{2} m_1(t)\operatorname{sen}(\delta) + \frac{1}{2} m_2(t)\cos(\delta)$$

Tampoco recuperamos $m_2(t)$ correctamente