1 Transposition en fréquence

On prend le signal $m(t)$:

$$m(t)\cos(2\pi f_p t)$$

Ça translate la fréquence car

$$M(f) * \frac{1}{2}\left(\delta(f - f_p) + \delta(f + f_p)\right) = \frac{1}{2}\left(M(f - f_p) + M(f + f_p)\right)$$

1.1 Pour $m(t)$ aléatoire

$$\begin{aligned}
Rx(\tau) &= E(m(t)\cos(2\pi f_p + \phi)m^*(t-\tau)\cos(2\pi f_p(t-\tau)+\phi) \\
&= E(m(t)m^*(t-\tau))E(\frac{1}{2}\cos(2\pi f_p\tau) + \frac{1}{2}\cos(2\phi + \ldots)) \\
&= R_m(\tau)\frac{1}{2}\cos(2\pi f_p\tau) \\
S_x(f) &= S_m(f) * \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\left(\delta(f-f_p)+\delta(f+f_p)\right)\right) \\
&= \frac{1}{4}\left(S_m(f-f_p)+S_m(f+f_p)\right)
\end{aligned}$$

1.2 Rajout d'une porteuse

$$m(t)\cos(2\pi f_p t) \rightsquigarrow (\mathbf{A}{+}m(t))\cos(2\pi f_p t)$$

Avec $\mathbf{A}$ l'amplitude du signal original

- On perd en puissance d'émission (une partie de la puissance
- Mais on évite une enveloppe erronée lors de passage par zéro dans le signal original

1.3 Modulation numérique

1.3.1 Modulation bi-dimensionnelle

On module en bande de base 2 fois avec deux fréquences, puis on transpose en fréquence en multipliant:

- Par un cos
- par un sin (avec même fréquence et phase)

1.4 Enveloppe complexe

$$x_e(t) = m_1(t) + jm_2(t) = \sum_k \underbrace{(a_k + jb_k)}_{d_k} h(t - kT_s)$$