

Corrigé-type

Questions de cours :

1. Quantifier les types de modulation ? « modulation d'amplitude, modulation de fréquence, modulation de phase »

2. Quels sont les paramètres sur lesquels on joue pour avoir chaque type de modulation ?

- La modulation d'amplitude consiste à faire agir le signal modulant $m(t)$ sur l'amplitude de la porteuse
- La modulation de fréquence consiste à faire agir le signal modulant $m(t)$ sur la fréquence f_c de la porteuse
- La modulation de phase consiste à faire agir le signal modulant $m(t)$ sur la phase Φ_c de la porteuse

3. Quelle est l'expression du signal modulé en amplitude?

$$s(t) = A_c (1 + k_a m(t)) * \cos(2\pi f_c t)$$

4. Quelle est l'expression du signal modulé en fréquence?

$$S(t) = A \cdot \cos \left(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot t + 2 \cdot \pi \cdot K_f \cdot \int m(t) \cdot dt \right)$$

Exercice n° 1 :

Un signal AM a une fréquence de porteuse de 100 kHz, une fréquence modulante de 4 kHz et une puissance d'émission de 150 kW; le signal capté au récepteur est visualisé sur oscilloscope :

1. Quelles sont les fréquences contenues dans l'onde modulée ?

Les fréquences de l'onde AM sont $f_c - f_m$, f_c , $f_c + f_m$, soit 96 kHz, 100 kHz, 104 kHz.

2. Quelle est la bande de fréquence de l'onde modulée ?

Le signal AM est contenu dans la gamme de fréquences allant de 96 kHz à 104 kHz, soit 8 kHz.

3. Quel est le taux de modulation ?

L'amplitude maximale du signal AM est 5 et l'amplitude minimale est 1, $m = (5-1)/(5+1) = 4/6$

4. Quelle est la puissance contenue dans la porteuse ?

La puissance de la porteuse P_c est, d'après la relation. $P_c = (P_t)/(1+(m^2/2)) = 122,7 \text{ kW}$

5. Quelle est la puissance contenue dans chacune des bandes latérales ?

La puissance contenue dans chaque bande latérale est, d'après la relation

$$P_{USB} = P_{LSB} = (m^2/2) * P_c = 13.6 \text{ kW}$$

6. Soit le signal AM: $5 \cos(10^6 t) + 3.5 \cos(10^3 t) \cos(10^6 t)$. On peut réécrire le signal sous la forme $5 [1 + 0.7 \cos(10^3 t)] \cos(10^6 t)$

- Quelles est la fréquence de porteuse ? $\frac{10^6}{2\pi} = 159.15 \text{ kHz}$

- Quelles est la fréquence modulante ? $\frac{10^3}{2\pi} = 159 \text{ Hz}$

- Quelles est le taux de modulation ? $m = 0.7$

Exercice n° 2 :

On considère le signal modulé en fréquence dont l'expression est :

$$B_{FM}(t) = 10 \cos (6283200 t - 5 \cos (3141 t))$$

1/ fréquence instantanée $\omega(t) = \theta'(t) \Rightarrow f(t) = (1000000 t - 5000 \sin ((500 * 2\pi t))$

2/ La fréquence de la porteuse : $f_c = 1 \text{ MHz}$

3/ La fréquence du signal modulant : $f_m = 500 \text{ Hz}$

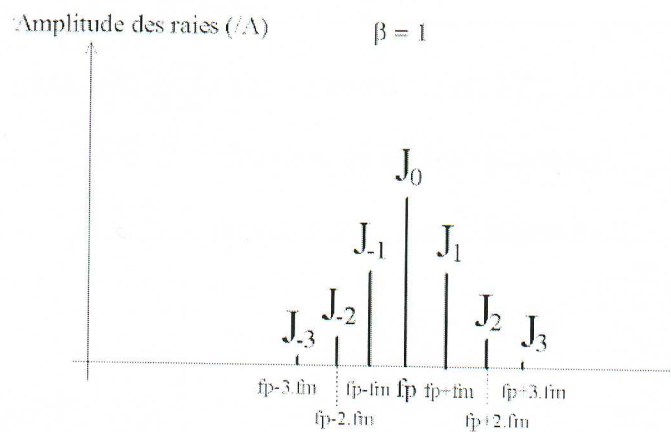
4/ L'excursion en fréquence $\Delta f = \beta * f_m = 2,5 \text{ KHz}$

5/ L'indice de modulation $\beta = 5$

6/ L'allure du spectre du signal modulé

$$S(t) = A \cdot \left[\begin{array}{l} j_0(\beta) \cos(\omega_p t) \\ + j_1(\beta) [\cos((\omega_p - \omega_m)t) - \cos((\omega_p + \omega_m)t)] \\ + j_2(\beta) [\cos((\omega_p - 2\omega_m)t) - \cos((\omega_p + 2\omega_m)t)] \\ + j_1(\beta) [\cos((\omega_p - 3\omega_m)t) - \cos((\omega_p + 3\omega_m)t)] \\ + \dots \end{array} \right]$$

où $J_0(m)$, $J_1(m)$, $J_2(m)$... sont les fonctions de Bessel paramétrées en m



7/ B_T par la règle de CARSON : $B \approx 2(\beta+1)f_m = 6 \text{ KHz}$