

Correction TD n°1 transmission de données

Exercice 1.

La fréquence de porteuse : $10^6 / 2\pi = 159,15 \text{ kHz}$, la fréquence modulante : $10^3 / 2\pi = 159,15 \text{ Hz}$ et $m=70\%$.

Exercice 2.

1. $s(t) = A_p \times \cos(2\pi f_p t) (1 + m \times \cos(2\pi f_m t))$, avec $u(t) = A_m \times \cos(2\pi f_m t)$.

2. La fréquence latérale supérieure est : $\frac{3,802 \times 10^6}{2\pi} = 0,605 \text{ MHz}$

3. La fréquence modulante f_m est : $\frac{3,802 \times 10^6}{2\pi} - \frac{3,77 \times 10^6}{2\pi} = 5 \text{ kHz}$

4. Le taux de modulation peut se déduire à partir du rapport des amplitudes des bandes latérales et de la

$$\text{porteuse : } \frac{\frac{mA_p}{2}}{A_p} = \frac{43,5}{100} \Rightarrow m = \frac{2 \times 43,5}{100} = 0,87$$

5. La bande de fréquence du signal AM est $B=2f_m$ soit 10 kHz.

6. $P_t = P_p \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) \Rightarrow P_c = \frac{P_t}{1 + \frac{m^2}{2}} = \frac{38}{1 + \frac{0,87^2}{2}} = 27,5 \text{ W}$

7. La puissance de la porteuse est constante pour un émetteur donné, donc :

$$P_{SSB} = \frac{P_t - P_p}{2} = \frac{m^2}{4} P_c \Rightarrow m = \sqrt{\frac{2(32 - 27,5)}{27,5}} = 0,57$$

Exercice 3.

1. Les fréquences sont $f_p - f_m, f_p, f_p + f_m$, donc sont égales à 96 kHz, 100 kHz et 104 kHz.

2. Le signal AM est contenu dans la bande de fréquences allant de 96 à 104 kHz, donc 8 kHz.

3. L'amplitude maximale du signal AM est 5 et l'amplitude maximale de l'enveloppe est 4/2 donc l'amplitude de la porteuse est 5-2=3, d'où l'indice de modulation $2/3=0.66$ et le pourcentage de modulation 66%.

4. La puissance de la porteuse P_p est : $P_p = \frac{P_t}{1 + \frac{m^2}{2}}$. A.N. : $P_p = \frac{150 \times 10^3}{1 + \frac{0,66^2}{2}} = 122,7 \text{ kW}$

5. la puissance contenue dans chaque bande latérale est : $P_{USB} = P_{LSB} = \frac{m^2}{4} \times P_c$.

A.N. : $P_{USB} = P_{LSB} = \frac{0,66^2}{4} \times 122,7 \times 10^3 = 13,6 \text{ kW}$

Exercice 4.

1. La puissance contenue dans les bandes latérales est la somme des puissances contribuées par les deux signaux modulateurs :

$$P_{DSB} = \frac{m_1^2}{2} P_p + \frac{m_2^2}{2} P_p = \frac{P_p}{2} (m_1^2 + m_2^2) = \frac{14 \times 10^3}{2} (0,4^2 + 0,6^2) = 3,64 \text{ kW}.$$

La puissance totale du signal AM est donc: $P_t = P_c + P_{DSB} = 14 \times 10^3 + 3,64 \times 10^3 = 17,64 \text{ kW}$.

On aboutirait au même résultat en calculant l'indice de modulation total :

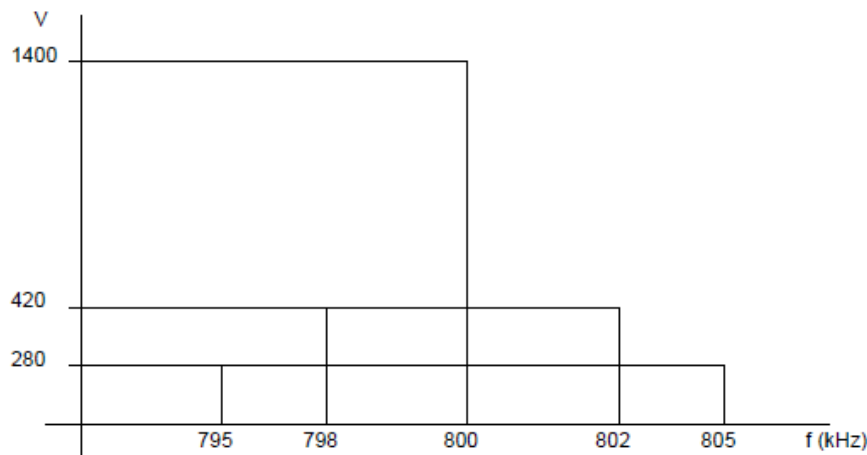
$$m_t = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = 0,72$$

$$\text{d'où: } P_t = P_p \left(1 + \frac{m_t^2}{2} \right) = 14 \times 10^3 \left(1 + \frac{0,72^2}{2} \right) = 17,64 \text{ kW}$$

2. L'amplitude A_p de la porteuse est : $P_p = \left(\frac{A_p}{\sqrt{2}} \right)^2 \times \frac{1}{R}$,

$$\text{d'où: } A_p = \sqrt{2 P_p R} = \sqrt{2 \times 14 \times 10^3 \times 70} = 1400 \text{ V}$$

L'amplitude des composantes spectrales est : $\frac{m_1 A_p}{2} = \frac{0,6 \times 1400}{2} = 420 \text{ V}$ et $\frac{m_2 A_c}{2} = \frac{0,4 \times 1400}{2} = 280 \text{ V}$



Exercice 5.

La sortie du premier multiplicateur est:

$$A_p A_m \cos(\omega_m t) \sin(\omega_p t) = \frac{A_c A_m}{2} \left[\sin(\omega_p + \omega_m) t + \sin(\omega_p - \omega_m) t \right]$$

La sortie du second multiplicateur est:

$$\begin{aligned} A_p A_m \sin(\omega_m t) \cos(\omega_p t) &= \frac{A_c A_m}{2} \left[\sin(\omega_m + \omega_p) t + \sin(\omega_m - \omega_p) t \right] \\ &= \frac{A_p A_m}{2} \left[\sin(\omega_p + \omega_m) t - \sin(\omega_p - \omega_m) t \right] \end{aligned}$$

L'addition des deux signaux est un message USB (son amplitude $A_m A_p$ est proportionnelle à celle du signal modulant).