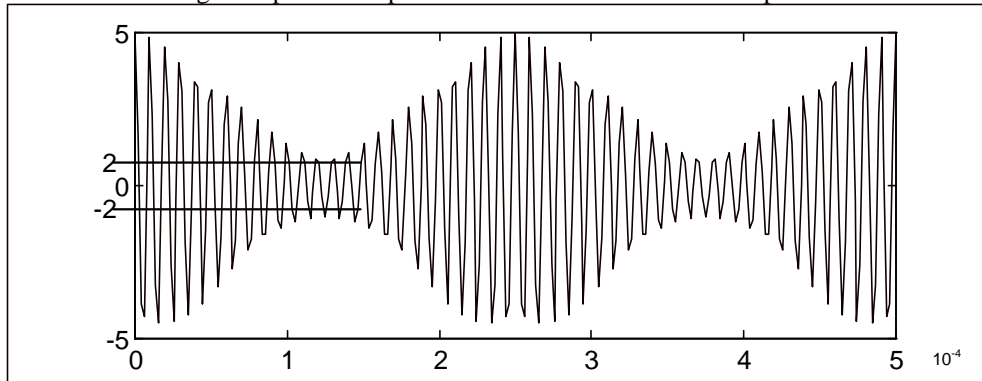


**exercice 1:**

Un signal AM a une fréquence 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 un oscilloscope :



1. Quelles sont les fréquences contenues dans l'onde modulée?
2. Quelle est la bande de fréquences de l'onde modulée?
3. Quel est le taux de modulation?
4. Quelle est la puissance contenue dans la porteuse?
5. Quelle est la puissance contenue dans chacune des bandes latérales?

**exercice 2:**

Un émetteur transmet un signal AM dont la puissance est 14 kW lorsque la porteuse est émise seule. Deux signaux modulateurs de 2 kHz et 5 kHz et dont les indices de modulation sont respectivement 60% et 40% modulent la porteuse dont la fréquence est 800 kHz.

1. Calculez la puissance totale transmise.
2. Sachant que la résistance d'antenne  $R$  est de  $70 \Omega$ , dessinez le spectre du signal AM.

**exercice 3:**

Un signal AM à bande latérale unique est modulé de la façon suivante: le message modulant  $A_m \cos(\omega_m t)$  est multiplié par la porteuse déphasée de  $90^\circ$ ,  $A_p \sin(\omega_p t)$  ; parallèlement, le message modulant est déphasé de  $90^\circ$  et ce message  $A_m \sin(\omega_m t)$  est multiplié par la porteuse  $A_p \cos(\omega_p t)$ . L'addition de ces deux signaux modulés constitue-t-elle une émission en bande latérale unique? Si oui, en bande latérale supérieure ou inférieure?

**exercice 4:**

Un signal DSB est démodulé de la façon suivante: multiplié par lui-même puis filtré au moyen d'un filtre passe bande centré sur la fréquence  $2f_p$ . Un diviseur de fréquence permet de recueillir la fréquence  $f_p$  qui sert de porteuse pour un démodulateur de produit. Expliquer ce processus. Considérer ses avantages et ses inconvénients.

## CORRIGÉ

### exercice 1:

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. :  $P_p = \frac{150 \times 10^3}{1 + \frac{0,66^2}{2}} = 122,7 kW$
5. la puissance contenue dans chaque bande latérale est:  $P_{USB} = P_{LSB} = \frac{m^2}{4} \times P_c$ .

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

### exercice 2:

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

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

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

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

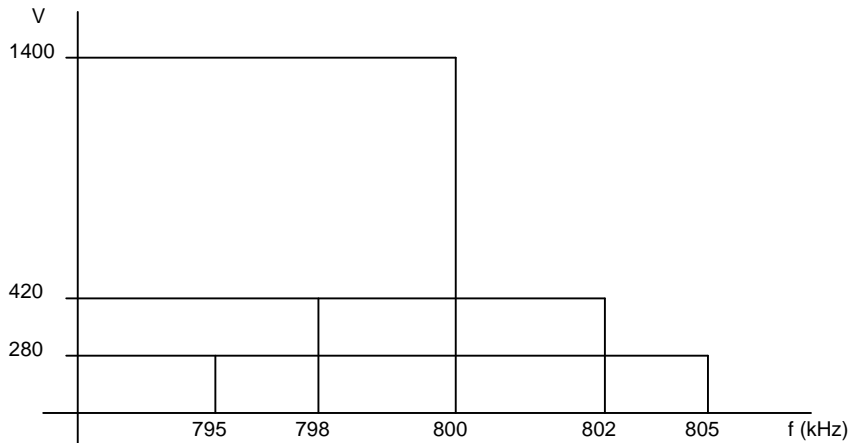
$$m_t = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = 0,72$$

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

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

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

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 3 :

La sortie du premier multiplicateur est:

$$A_p A_m \cos(\mathbf{w}_m t) \sin(\mathbf{w}_p t) = \frac{A_c A_m}{2} \left[ \sin(\mathbf{w}_p + \mathbf{w}_m)t + \sin(\mathbf{w}_p - \mathbf{w}_m)t \right]$$

La sortie du second multiplicateur est:

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

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

### exercice 4 :

L'expression d'un signal DSB est:  $f(t) = k_a A_m \cos(\mathbf{w}_m t) \cos(\mathbf{w}_p t)$

$$\begin{aligned} f^2(t) &= k_a^2 A_m^2 \cos^2(\mathbf{w}_m t) \cos^2(\mathbf{w}_p t) \\ &= \frac{k_a^2 A_m^2}{4} (1 + \cos(2\mathbf{w}_m t))(1 + \cos(2\mathbf{w}_p t)) \\ &= \frac{k_a^2 A_m^2}{4} \left( 1 + \cos(2\mathbf{w}_m t) + \cos(2\mathbf{w}_p t) + \cos(2\mathbf{w}_m t) \cos(2\mathbf{w}_p t) \right) \\ &= \frac{k_a^2 A_m^2}{4} \left( 1 + \cos(2\mathbf{w}_m t) + \cos(2\mathbf{w}_p t) + \frac{1}{2} \cos(2(\mathbf{w}_p + \mathbf{w}_m)t) + \frac{1}{2} \cos(2(\mathbf{w}_p - \mathbf{w}_m)t) \right) \end{aligned}$$

Ce signal contient la fréquence  $2f_p = \frac{2\mathbf{w}_p}{2\mathbf{p}}$ . Après filtrage ce signal passe par un diviseur de fréquence et il en résulte un signal de fréquence  $f_p$ . Ce signal sert de porteuse pour le démodulateur de produit. Cette méthode est un peu compliquée, donc coûteuse, mais on retrouve la fréquence exacte de la porteuse de l'émetteur. Il s'ensuit une excellente stabilité en fréquence et une détection parfaite.