

**Fiche de TD N° 3 - COMMUNICATIONS FONDAMENTAL**  
*Modulation AM-FM-PM / Démodulation d'Amplitude - AM*

**Exercice 01.** Un générateur délivre le signal :

$$e(t) = 5 \cos(10^6 t) + 3.5 \cos(10^3 t) \cos(10^6 t)$$

Déterminer :

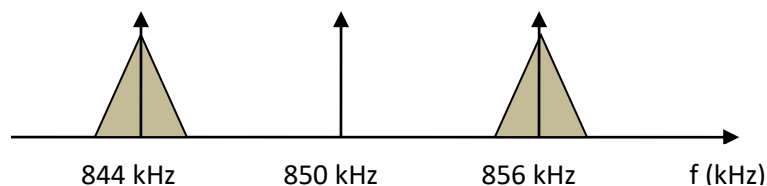
- 1) La fréquence de la porteuse.
- 2) La fréquence du signal modulant.
- 3) L'indice de modulation.

**Exercice 02.** Un émetteur AM doit transmettre le signal suivant :

$$e(t) = 100 \cos(3.77 \cdot 10^6 t) + 43.5 \cos(3.738 \cdot 10^6 t) + 43.5 \cos(3.802 \cdot 10^6 t)$$

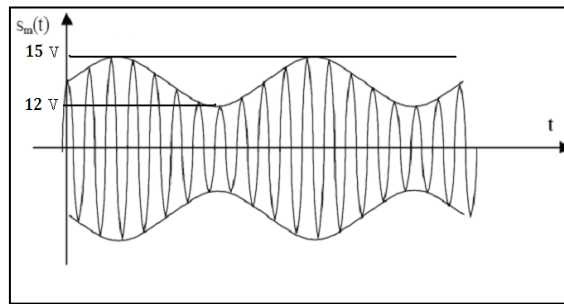
1. Quelle est la fréquence latérale supérieure ?
2. Quelle est la fréquence modulante ?
3. Quelle est le taux de modulation ?
4. Quelle est la bande B de fréquences de l'émission ?
5. Si la puissance totale émise est 38 KW. Trouver la puissance contenue dans la porteuse et dans chaque bande latérale.
6. Si la puissance totale du signal AM est réduite à 32KW lorsque l'on change le signal modulant, quel est le nouveau taux de modulation ?

**Exercice 03.** Le spectre d'un signal AM visualisé sur analyseur de spectre est représenté sur la figure suivante :



1. Quelle est la fréquence de la porteuse ?
2. Quelle est la bande de la fréquence occupée par le signal AM ?
3. Quelle est la fréquence de l'onde modulante ?
4. Quelle est l'indice de modulation ?

**Exercice 04.** Un signal AM possède une fréquence de porteuse de 150KHz, une fréquence modulante de 5 KHz et une puissance d'émission de 150KW est son oscillogramme est donné sur la figure suivantes :



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

**Exercice 05.** On considère un signal  $u(t) = U \cos(2\pi f_0 t)$  dont l'amplitude  $U$  est porteuse d'une information que l'on souhaite mesurer. A  $u(t)$  s'est rajouté un signal parasite  $p(t) = P \cos(2\pi f_p t)$ , empêchant la mesure de  $U$ . Connaissant la fréquence  $f_0$ , on propose d'utiliser une détection synchrone (*démodulateur synchrone*) afin de récupérer l'information  $U$ . (figure 1). Pour cela on utilise un signal de référence parfaitement connu de même fréquence  $f_0$  que le signal intéressant mais de phase  $\varphi$  a priori différente.

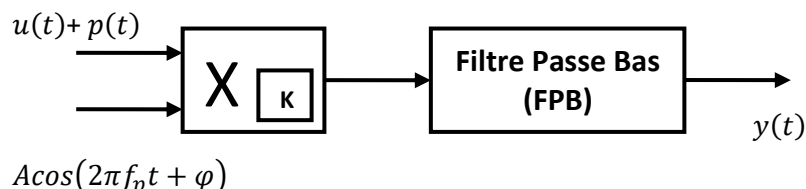


Figure 1. Démodulateur synchrone.

1. Déterminer le spectre du signal en sortie du multiplieur ( $k = 10$ ), le représenté graphiquement (on choisira  $f_p < f_0$ ).
2. Choisir la fréquence de coupure du filtre passe-bas afin de ne récupérer en sortie que le terme de fréquence utile.

**Exercice 06.** Quelle est la bande de fréquence  $B_f$  d'un signal FM dont l'indice de modulation  $m_f = 0.2$  et la fréquence  $F$  du signal modulant est 10 kHz. Quelle est la bande de fréquence  $B_f$  d'un signal FM dont l'indice de modulation  $m_f = 6$  et la fréquence  $F$  du signal modulant est 5 kHz.

**Exercice 07.** En modulation de phase, l'information à transmettre agit directement sur la phase de la porteuse.

1. Exprimer  $\theta(t)$  en fonction de  $f_p, K_p, V_m, f_m$ . On supposera que  $\varphi_0 = 0$ .
2. Donner l'expression du signal à transmettre.

En modulation de fréquence, l'information à transmettre agit directement sur la fréquence de la porteuse.

3. Exprimer  $\theta(t)$  en fonction de  $f_p, K_f, V_m, f_m$ . On supposera que  $\varphi_0 = 0$ .
4. Donner l'expression du signal à transmettre.
5. Calculer la puissance transmise par une onde modulée en fréquence dans une antenne de résistance  $R$ .
6. Déterminer différentes composantes du signal à transmettre lorsque  $m \ll 1$  en se limitant en premier ordre.
7. Tracer le spectre en fréquence pour  $m = 0.1$  ;  $f_p = 100 \text{ MHz}$  et  $f_i = 10 \text{ KHz}$  ;  $V_p = 1 \text{ V}$ . Quelle est la largeur du canal pour transmettre ce signal modulé ?
8. Dans la pratique,  $m$  est en réalité plus grand que 1 ( $5 < m < 2500$ )
  - 8.1. Décomposer l'expression du signal à transmettre en fonction des différentes valeurs de  $J$  (coefficients de Bessel) et en déduire la fréquence des différentes composantes.
  - 8.2. Tracer le spectre en fréquence du signal modulé. Quelle est la largeur du canal pour transmettre ce signal modulé ?
9. En pratique, dans les spectres, on ne garde que les termes d'amplitude supérieure à 0.1.
  - 9.1. En étudiant le tableau des coefficients de Bessel pour les différentes valeurs de  $m$  que peut-on dire sur le nombre de termes supérieurs à 0.1 en fonction de  $m$ .
  - 9.2. Donner alors une valeur approchée de la bande passante du canal de transmission.
  - 9.3. Calculer la puissance transmise par l'ensemble de ces termes pour  $m = 6$ .