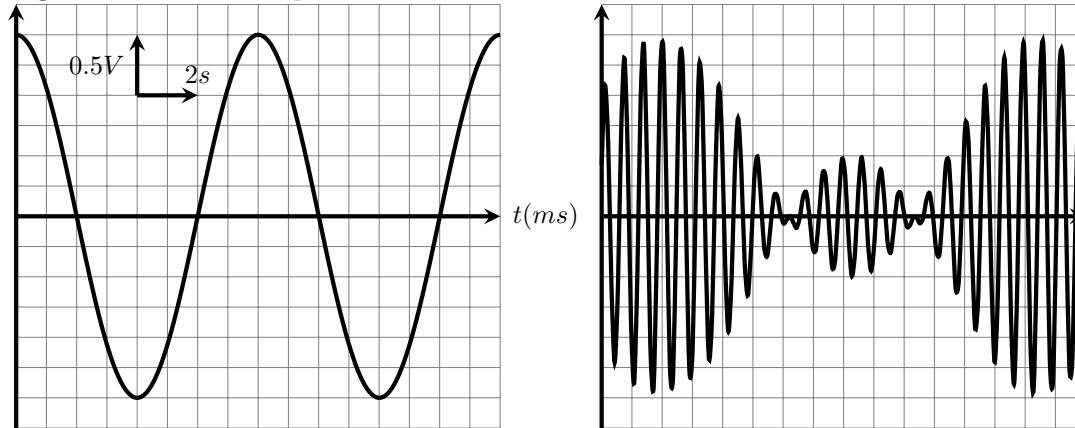


## Modulation et démodulation d'amplitude : Exercices

### Exercice 1 :

1. Le graphe de gauche ci-dessous représente un signal modulant et le graphe de droite le signal modulé correspondant .



Est-on en présence d'une surmodulation ? justifier

2. En règle générale la fréquence de la porteuse est beaucoup plus basse que celle du signal modulant .

(a) vrai (b) faux

3. On a besoin d'une diode pour :

(a) moduler (b) démoduler

4. Si on veut augmenter la fréquence de réception, il faut

(a) augmenter (b) diminuer

la valeur de la capacité du condensateur .

5. Lorsqu'on réalise la modulation d'amplitude d'un signal de fréquence  $f$  , la bande passante totale occupée par le signal modulé est :

(a)  $f$  (b)  $2f$  (c)  $f^2$

### Exercice 2 :

On considère un signal sinusoïdal de fréquence  $f$  , dont la représentation graphique est ci contre .

1. Déterminer graphiquement :

a. son amplitude  $U_m$

b. La phase à l'origine du temps  $\varphi$

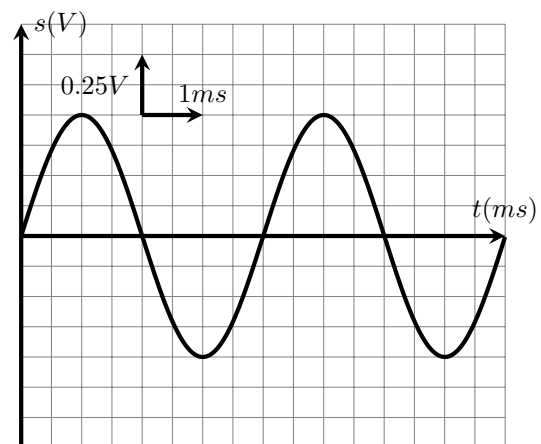
c. la fréquence  $f$

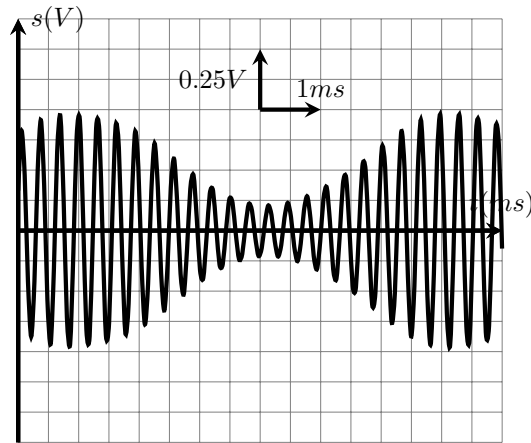
d. Écrire l'expression de la tension  $u(t)$  de ce signal en fonction du temps . 2. Pour capter une telle onde l'antenne doit avoir des dimensions de l'ordre de la moitié de la longueur d'onde .

Quelle devrait-être sa longueur ? Conclusion .

On donne : la célérité de l'onde électromagnétique :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Dans le but de transporter ce signal dans de bonnes conditions , il est transmis par une onde porteuse modulé . (figure ci contre )





- Quel paramètre de l'onde porteuse a été modifié ?
- Comment appelle-t-on ce type de modulation ?

### Exercice 3 :

L'expression d'une tension modulé est :

$$u(t) = 4 \times [1 + 0,8 \cos(1,6 \cdot 10^2 \cdot t)] \cos(2,5 \cdot 10^4 \cdot t)$$

- Cette tension est-elle modulée en amplitude, en fréquence ou en fréquence ?
- Quelles sont les fréquences de porteuse  $F_p$  et du signal modulant  $f$  ?
- En se basant sur l'amplitude de la tension modulé  $U_m(t)$  . Déterminer la valeur du taux de modulation . Conclusion .

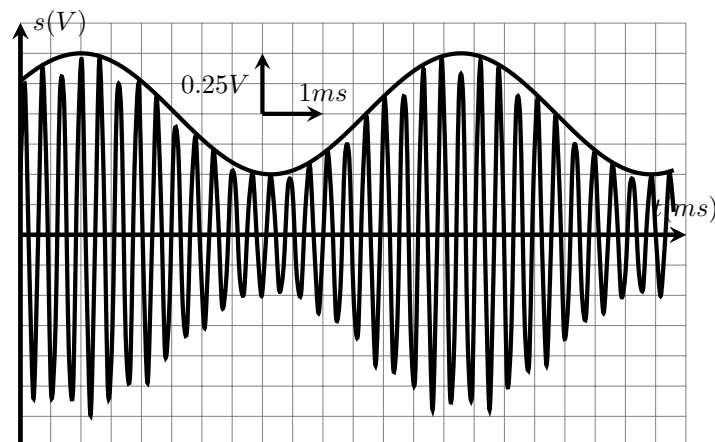
### Exercice 4 :

Soit une tension modulé en amplitude :

$$u_s(t) = A \times [1 + m \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)] \cos(2 \cdot \pi \cdot F_p \cdot t)$$

avec  $m$  le taux de modulation.

La figure ci-dessous représente les variations de  $u_s(t)$  en fonction du temps .

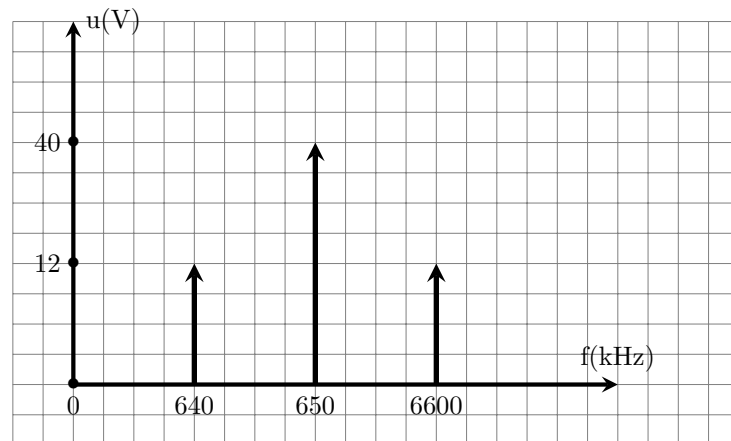


- Déterminer la fréquence de la porteuse  $F_p$  et  $f$  la fréquence du signal modulant .
- Que représente la courbe qui représente les variations des maximum de la tension modulée ?

3. Calculer le taux de modulation ;
4. Rappeler les conditions d'une bonne modulation et vérifier qu'elles sont réalisées .
5. Déterminer la valeur de la constante A .

Exercice : 5

Un analyseur de spectre permet d'obtenir la représentation d'un spectre sur un écran. Un signal AM branché un analyseur de spectre est représenté ci-dessous.



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

Exercice 6 :

On considère un signal modulant à la fréquence  $f$  :

$$s(t) = S_m \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$$

On réalise une modulation d'amplitude de ce signal en lui ajoutant une tension continue  $U_0$ , et en multipliant le signal obtenu par une porteuse de fréquence  $F_p$ , on obtient le signal modulé de l'expression suivante :

$$u_s(t) = [U_0 + S_m \cos(2\pi \cdot f \cdot t)] \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$$

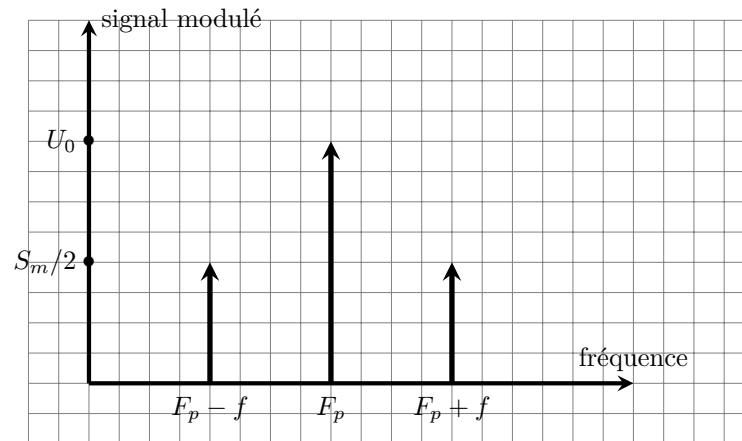
1. En utilisant la formule trigonométrique suivante :

$$\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a + b) + \cos(a - b)]$$

Montrer que le signal modulé peut s'écrire sous la forme suivante :

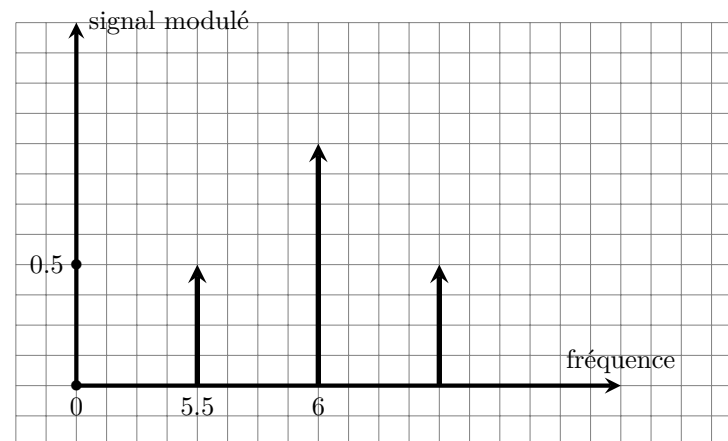
$$u_s(t) = U_0 \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t) + \frac{S_m}{2} \cos(2\pi \cdot (F_p - f) \cdot t) + \frac{S_m}{2} \cos(2\pi \cdot (F_p + f) \cdot t)$$

2. le spectre de fréquence du signal modulé est représenté sur la figure ci-dessous .



Montrer que le rapport de hauteur entre les pics situés à la fréquence  $F_p \pm f$  et le pic de la porteuse à la fréquence  $F_p$  est égale à  $m/2$ .

3. La figure ci-dessous représente le spectre des fréquences d'un signal modulé  $u_s(t)$  ;



- Déterminer la valeur du taux de modulation  $m$  et la fréquence  $f$ . La modulation est-elle bonne ?
- Pour sélectionner le signal modulé on utilise un circuit d'accord constitué par une bobine de coefficient d'induction  $L_0 = 60mH$  et de résistance négligeable et deux condensateurs en série de capacités  $C$  et  $C_0$ . Déterminer  $C_0$ .

### Exercice 7 :

On désire de réaliser un montage de démodulation d'amplitude permettant de capter la station France Inter. La longueur d'onde de cette station est 1827m .

- À quelle fréquence  $F$  cela correspond-il ?
- Le circuit  $LC$  d'accord de la fréquence comporte un condensateur de capacité  $C = 4,7nF$ . Quelle doit être l'inductance  $L$  de la bobine ?
- Dessiner un schéma de l'étage de démodulation , sachant qu'il comporte une diode , un condensateur de capacité  $C'$  et une résistance  $R$  .

On veut que les sons soient restitués fidèlement jusqu'à la fréquence  $f = 10kHz$ . Sachant que la résistance vaut  $R = 3,5k\Omega$ , indiquer quelle valeur de  $C'$  convient parmi celles proposées dans la liste suivante, en justifiant votre choix :  $1nF$ ,  $10nF$ ,  $100nF$ .

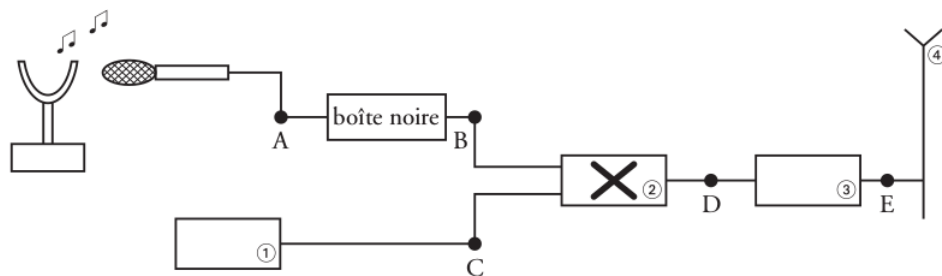
Données valeur de la lumière :  $c = 3.10^8m/s$

### Exercice 8 :

Les ondes électromagnétiques ne peuvent se propager dans l'air sur de grandes distances que dans un domaine de fréquences élevées. Les signaux sonores audibles de faibles fréquences sont convertis en signaux électriques de même fréquence, puis associés à une onde porteuse de haute fréquence afin d'assurer une bonne transmission.

#### I. La chaîne de transmission

Le schéma suivant représente la chaîne simplifiée de transmission d'un son par modulation d'amplitude. Elle est constituée de plusieurs dispositifs électroniques.



1. Parmi les cinq propositions ci-dessous, retrouver le nom des quatre dispositifs électroniques numérotés.

Dispositifs électroniques : antenne, amplificateur HF (haute fréquence), générateur HF (haute fréquence), multiplieur, voltmètre.

2. Quels sont les signaux obtenus en B, C et D parmi ceux cités ci-dessous ?

\* Porteuse notée  $u_p(t) = U_p(\max)\cos(2Ft)$ .

\* Signal modulant BF noté  $u_s(t) + U_0$ .

\* Signal modulé noté  $u_m(t)$ .

3. Le signal électrique recueilli en A à la sortie du microphone correspond à la tension électrique  $u_s(t)$ .

Une boîte noire est intercalée entre les points A et B. Quel est son rôle ? 4. Le dispositif électronique ② effectue une opération mathématique simple qui peut être :

\*  $(u_s(t) + U_0) + u_p(t)$  ;

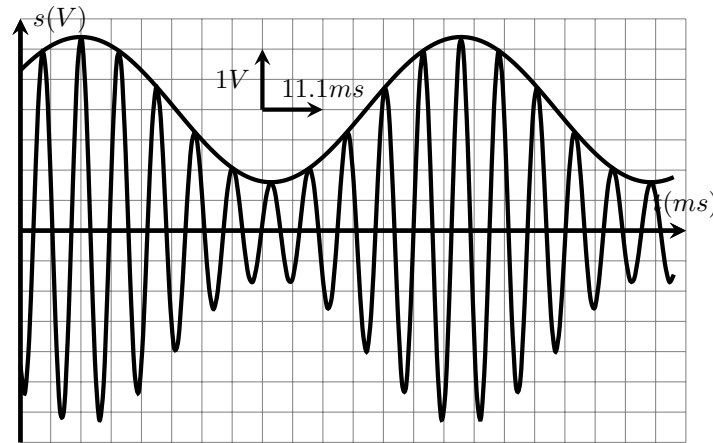
\*  $(u_s(t) + U_0) \times u_p(t)$  .

Choisir la bonne réponse sachant que l'expression mathématique du signal obtenu est :

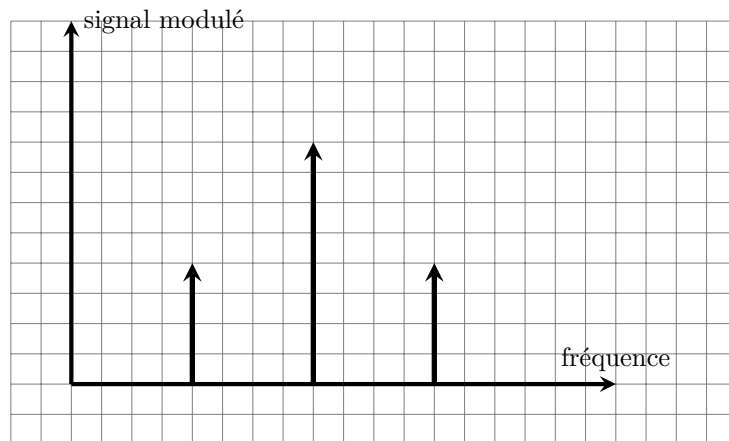
$$u_m(t) = k(U_0 + u_s(t))U_p(\max)\cos(2Ft)$$

#### . II .La modulation d'amplitude

La voie X d'un oscilloscope bicourbe est reliée en B et la voie Y est reliée en D. L'oscillogramme obtenu est le suivant :



1. Estimer les valeurs des périodes  $T_s$  et  $T_P$  du signal modulant et de la porteuse.
  2. Rappeler l'expression théorique de la fréquence  $f$  en fonction de la période  $T$  avec les unités, puis calculer les fréquences  $f$  du signal modulant et  $F$  de la porteuse.
  3. L'amplitude de la tension du signal modulé  $u_m(t)$  varie entre deux valeurs extrêmes, notées respectivement  $U_m(max)$  et  $U_m(min)$ . déterminer le taux de modulation  $m$ . Conclusion.
  4. Le taux de modulation s'exprime aussi en fonction de la tension maximale du signal modulant  $U_s(max)$  et de la tension  $U_0$ . Donner cette relation.
- Quelle condition doit-on satisfaire pour obtenir un taux de modulation  $m < 1$  ?
- Quelle autre condition est nécessaire pour obtenir une bonne modulation ?
5. L'analyse en fréquence du signal montre que celui-ci est composé de trois fréquences  $f_1, f_2, f_3$ . En fonction de la fréquence du signal modulant  $f$  et de la fréquence de la porteuse  $F$ , exprimer les fréquences apparaissant sur le spectre ci-dessous.

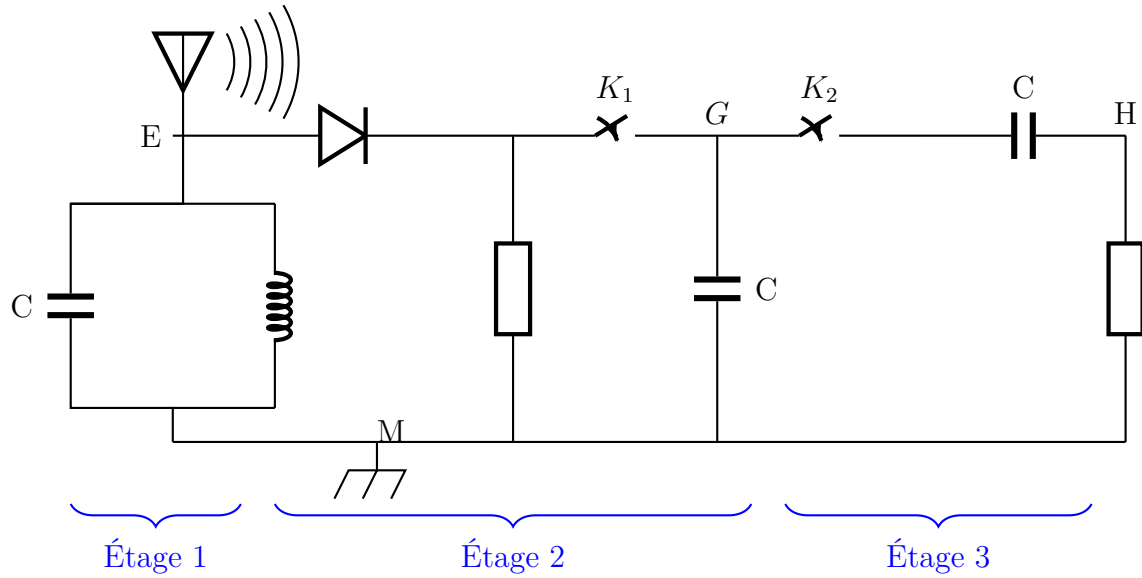


### Exercice 9 :

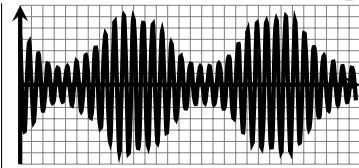
Pour détecter l'enveloppe d'une tension modulée de la forme suivante :

$$u(t) = k.[0,5\cos(10^3.\pi.t) + 0,7]\cos(10^4.\pi.t)$$

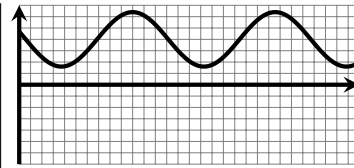
On utilise le conducteur ohmique de résistance  $R = 100\Omega$  et le condensateur de capacité  $C = 1,0mF$  dans le circuit du détecteur d'enveloppe qui correspond à l'une des étages du montage suivant :



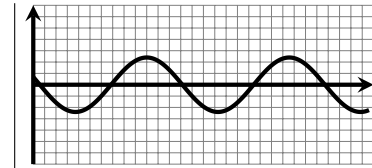
1. En exploitant le montage ci-dessus , indiquer l'étage correspondant à le circuit détecteur d'enveloppe .
2. Montrer que le dipôle RC utilisé est un bon détecteur d'enveloppe
3. On considère que les deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  sont fermés , Les courbes visualisées sur l'écran d'un oscilloscope représentent les tensions  $u_{EM}$ ,  $u_{GM}$ , et  $u_{HM}$  ( voir figure ci-dessous ) . Indiquer, en justifiant votre réponse , la courbe correspondante à la tension au sortie du circuit détecteur d'enveloppe .



(a)



(b)



(c)