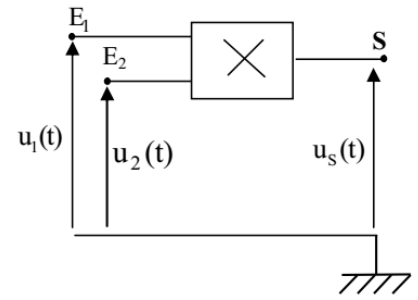


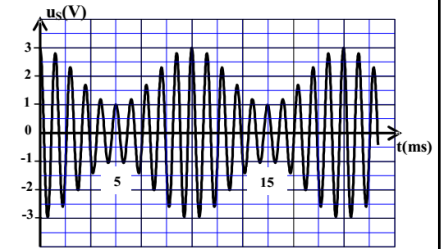
## Série de modulation d'amplitude pour SP-SM SpBiof

### Exercice 1 :

Pour étudier la modulation d'amplitude et vérifier la qualité de la modulation, au cours d'une séance de TP, le professeur a utilisé avec ses élèves ; un circuit intégré multiplieur (X) en appliquant une tension sinusoïdale  $u_1(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$  à son entrée  $E_1$  et une tension  $u_2(t) = s(t) + U_0$  à son entrée  $E_2$ , avec  $U_0$  la composante continue de la tension et  $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$  la tension modulante (figure 1).



La courbe de la figure 2 représente la tension de sortie  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  visualisée par les élèves sur l'écran d'un oscilloscope, avec  $k$  est une constante positive caractérisant le multiplieur X.



- 1- Montrer en précisant les expressions de  $A$  et  $m$ , que la tension  $u_s(t)$  s'écrit sous la forme:

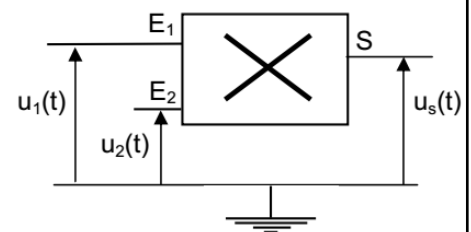
$$u_s(t) = A \cdot [1 + m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)] \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$$

- 2- En exploitant la courbe de la figure 2 :

- Trouver la fréquence  $F_p$  de la porteuse et  $f_s$  la fréquence de la tension modulante.
- Déterminer le taux de modulation et en déduire la qualité de la modulation.

### Exercice 2 :

Afin de produire une onde hertzienne modulée en amplitude, on réalise le montage schématisé sur la figure 1, où X représente un circuit intégré multiplieur. Le coefficient du circuit multiplieur est  $k$ .



On applique à l'entrée  $E_1$  la tension  $u_1(t) = 6 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$  et à l'entrée  $E_2$  la tension  $u_2(t) = 2 \cdot \cos(8\pi \cdot 10^3 \cdot t) + 5$

La tension de sortie  $u_s(t)$  obtenue est :

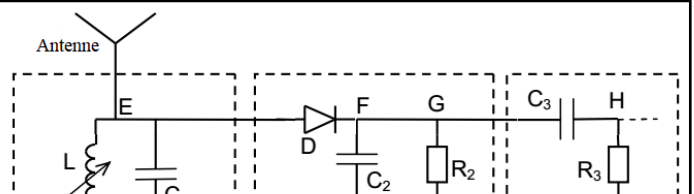
$$u_s(t) = 3[1 + 0,4 \cdot \cos(8\pi \cdot 10^3 \cdot t)] \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$$

Toutes les tensions sont exprimées en Volt (V).

- Déterminer la fréquence de l'onde porteuse  $F_p$  et de l'onde modulante  $f_s$ .
- Déterminer l'amplitude maximale de l'onde modulée.
- Les conditions d'une modulation d'amplitude de bonne qualité sont-elles vérifiées ? justifier.
- Exprimer  $u_s(t)$  sous forme de la somme de trois fonctions sinusoïdales et représenter le spectre de fréquences.

### Exercice 3

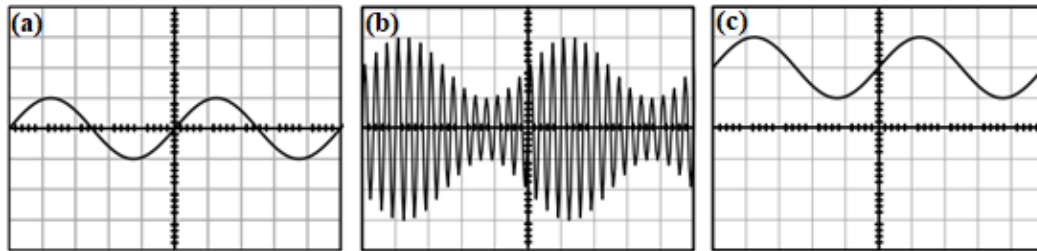
Pour recevoir une onde émise par une station radio, on utilise l'appareil simplifié représenté par la figure 1, et qui est constitué de trois parties :



La partie 1 est constituée d'une antenne, d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité  $C = 4,7 \cdot 10^{-10} F$  montés en parallèle.

- 1- Quel rôle joué par la partie 1?
- 2- Pour capter une onde AM de fréquence  $f = 160 kHz$  on règle l'inductance de la bobine sur la valeur  $L_1$ , calculer la valeur  $L_1$ .
- 3- Les deux parties 2 et 3 permettent la démodulation de l'onde captée, quels sont les rôles joués par les parties 2 et 3 dans la démodulation ?
- 4- On visualise sur un oscilloscope les tensions  $u_{EM}$ ,  $u_{GM}$  et  $u_{HM}$  on obtient les graphes suivants :

Associer en justifiant votre réponse chaque graphe à la tension correspondante.



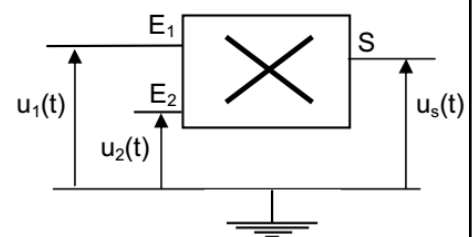
#### Exercice 4 :

On recourt à la modulation d'amplitude pour transmettre des informations sur de très longues distances à l'aide des ondes électromagnétiques. Parmi les composants électroniques utilisés dans la modulation d'amplitude, le circuit intégré multiplieur.

Cet exercice vise à étudier la modulation d'amplitude.

Pendant une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves ont appliqué une tension sinusoïdale d'expression :

$u_1(t) = U_0 + U_{m1} \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$  à l'entrée  $E_1$  d'un circuit intégré multiplieur, avec  $U_0$  la tension de la composante continue, et une tension sinusoïdale d'expression  $u_2(t) = U_{m2} \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$  correspondant à une porteuse à l'entrée  $E_2$  (figure 1).

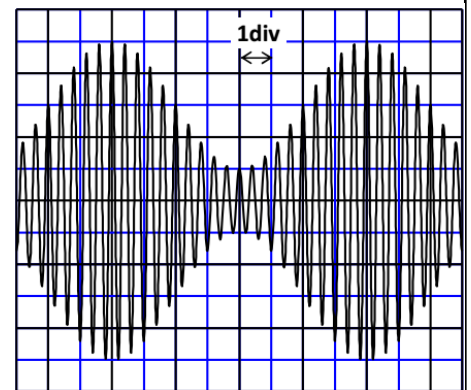


- 1- L'expression de la tension  $u_s(t)$  à la sortie du circuit intégré est  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  avec  $k$  une constante qui dépend du circuit intégré. Montrer que l'amplitude de la tension  $u_s(t)$  s'écrit sous la forme :

$U_s = A \cdot [1 + m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)]$  en déterminant les expressions de  $A$  et  $m$ .

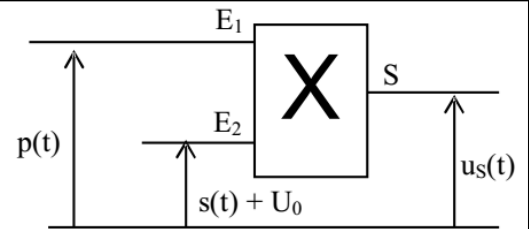
- 2- Montrer que :  $m = \frac{U_{s,max} - U_{s,min}}{U_{s,max} + U_{s,min}}$

- 3- Après avoir réglé les sensibilités de l'oscilloscope sur les valeurs  $1 V/div$  et  $0,5 ms/div$ , les élèves ont visualisé la tension de sortie obtenue et qui représentée sur la figure 2. Déterminer la fréquence  $f$  du signal modulant et la fréquence  $F$  de l'onde porteuse.
- 4- En calculant le taux de modulation  $m$ , montrer que la modulation est bonne.

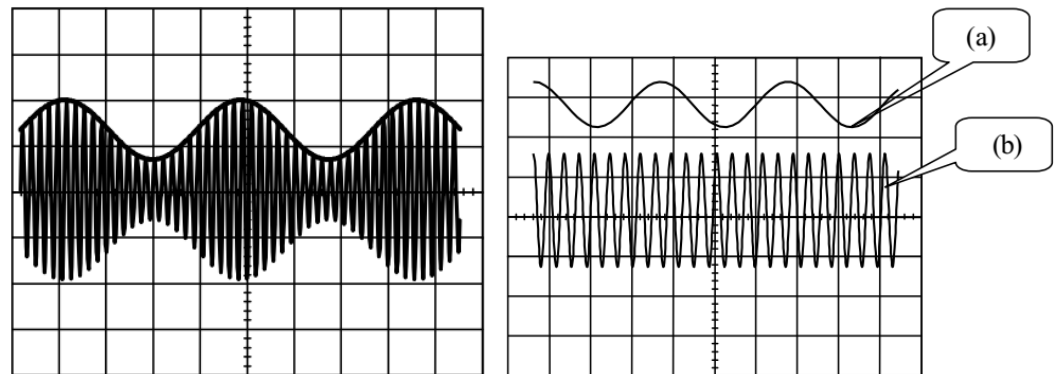


#### Exercice 5 :

Pour transmettre un signal  $s(t)$  de fréquence  $f_s$ , un groupe d'élèves précédent a réalisé dans une deuxième étape le montage représenté sur la figure 1. Ils ont appliqué la tension  $p(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$  à l'entrée  $E_1$  et la tension  $s(t) + U_0 = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t) + U_0$  à l'entrée  $E_2$  ( $U_0$  est la composante continue de la tension)



Et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions  $p(t)$  et  $s(t) + U_0$  puis la tension  $u_s(t)$  à la sortie du circuit intégré et ont obtenu les graphes représentés sur les figures suivantes :



- 1- Quelle est la condition que doivent satisfaire les deux fréquences  $f_s$  et  $F_p$  pour avoir une bonne modulation?
- 2- Relier les graphes des figures 2 et 3 aux tensions correspondantes,
- 3- Déterminer le taux de modulation  $m$ , sachant que la sensibilité verticale de l'oscilloscope est  $1 \text{ V/div}$ ,
- 4- Que peut-on conclure ?