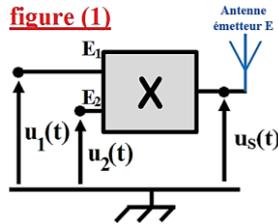


Exercice 1

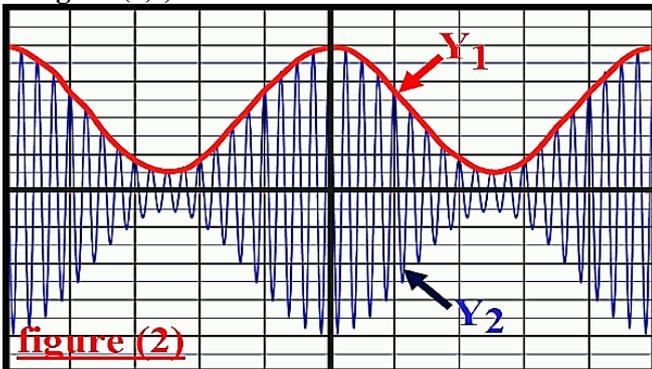
Partie I : étude de modulation d'amplitude –

transmettre d'information.

Pour étudier la modulation d'amplitude et vérifier la qualité de la modulation, on utilise un circuit intégré de type multiplieur représentée sur la figure (1), tel que :



- On applique à son entrée E_1 une tension sinusoïdale exprimée par $u_1(t) = U_0 + U_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$, où U_0 est la tension de décalage de la tension $u_1(t)$, et à son entrée E_2 on applique une tension sinusoïdale exprimée par $u_2(t) = U_2 \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$;
- On connecte respectivement son entrée E_1 et sa sortie S aux entrées Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope, on obtient ainsi les deux courbes représentées sur la figure (2) ;

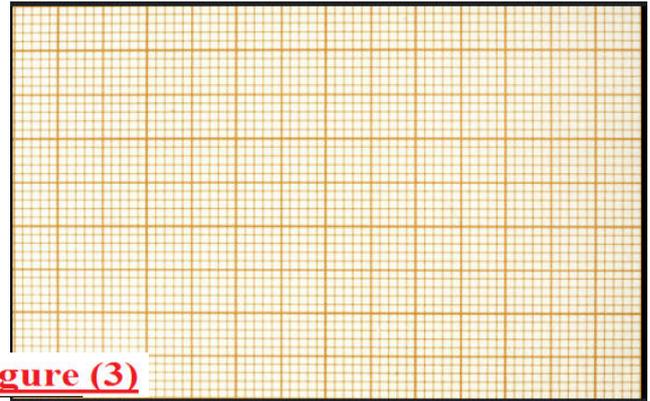


- Pour transmettre l'onde modulée, exprimée en tension $u_s(t)$, on connecte la sortie du circuit intégré à une antenne d'émission E .

Données : constante du multiplieur $K = 0,1V^{-1}$;

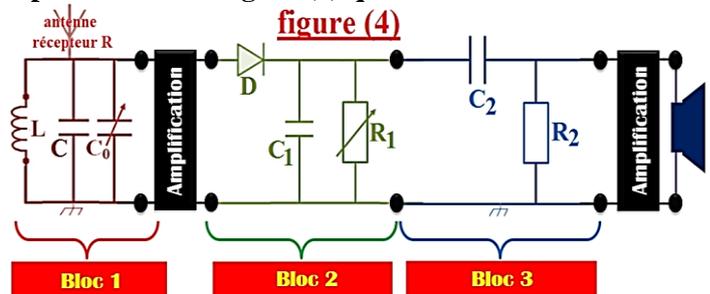
Les sensibilités verticale et horizontale pour les deux entrées sont : $S_V = 4V/div$ et $S_H = 0,2ms/div$.

- 1) Dessiner le circuit intégré multiplieur et montrer comment connecter l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_1(t)$ et $u_s(t)$.
- 2) Montrer que l'expression de la tension modulée $u_s(t)$ s'écrit sous la forme suivante : $u_s(t) = A \cdot [1 + m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)] \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$, en précisant l'expression de A et le taux de modulation m en fonction de constantes d'expérience.
- 3) Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence f de l'information, et la fréquence F de l'onde porteuse.
- 4) Déterminer graphiquement la valeur de la composante continue U_0 , et l'amplitude de la tension modulante U_1 , puis en déduire la valeur du taux de modulation m et sa qualité.
- 5) On observe que l'amplitude de la tension modulée $u_s(t)$ varie entre deux valeurs limites, la valeur maximale $U_{S,max}$ et la valeur minimale $U_{S,min}$.
 - a. Déterminer la valeur de $U_{S,min}$ et $U_{S,max}$.
 - b. Montrer que l'expression de l'amplitude de la tension porteuse $u_2(t)$ s'écrit comme suit : $U_2 = (U_{S,max} + U_{S,min}) / (2K \cdot U_0)$, calculer U_2 .
- 6) On règle l'oscilloscope sur le mode XY, compléter la courbe de la figure (3).



Partie II : Réception d'onde modulée - Étude de démodulation.

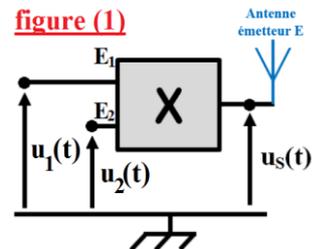
Pour recevoir l'onde modulée $u_s(t)$ émise par l'antenne E , et la démodulée, on réalise le montage expérimental représenté sur la figure (4) qui contient trois blocs.



- 1) Le bloc 1 se compose d'une antenne réceptrice R , d'un circuit bouchant composé d'une bobine d'inductance $L=10mH$ avec une résistance négligeable, d'un condensateur de capacité $C = 6nF$ et l'autre réglable de capacité C_0 . Déterminer la valeur de C_0 qui permet de sélectionner l'onde modulée $u_s(t)$. (on donne $\pi^2 = 10$)
- 2) Le bloc 2 représente le circuit de détection de l'enveloppe composé d'une diode idéale D , et d'un quadripôle R_1C_1 composé d'un conducteur ohmique de résistance réglable R_1 , et d'un condensateur $C_1 = 5\mu F$. choisir la valeur de R_1 appropriée pour obtenir une bonne détection d'enveloppe parmi les valeurs suivantes : 400Ω ; 250Ω ; 40Ω ; 8Ω ; 5Ω .
- 3) Quel type de filtre est représenté dans le bloc 3, et quel est son rôle ?

Exercice 2

Pour étudier la modulation d'amplitude et vérifier la qualité de la modulation, on utilise un circuit intégré X représentée sur la figure (1), tel que :



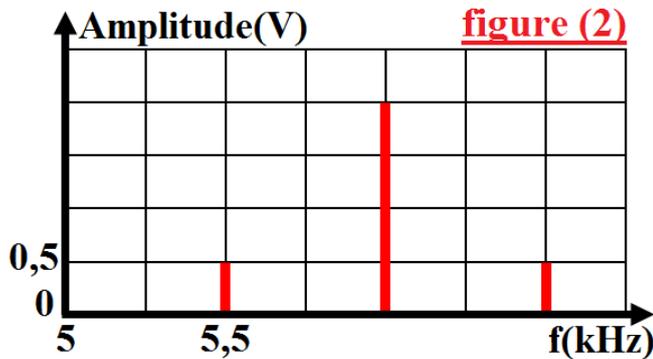
- On applique à son entrée E_1 une tension sinusoïdale son expression mathématique est $u_1(t) = U_0 + S(t)$, où U_0 est la tension de la composante continue (tension de décalage) de la tension $u_1(t)$ et $S(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ représentant le signal informatif ;
- On applique à son entrée E_2 une tension sinusoïdale exprimée par $u_2(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$ représentant le signal porteur.

Rappel : $2 \cdot \cos(a) \cdot \cos(b) = \cos(a+b) + \cos(a-b)$

- 1) Quel est le nom du circuit intégré X, et quel est son rôle ?
- 2) Exprimer la tension de sortie $u_s(t)$ en fonction de $u_1(t)$, $u_2(t)$ et k (constante du produit), déduire l'unité de k .
- 3) Montrer que l'expression de la tension modulée $u_s(t)$ (tension de sortie) s'écrit sous la forme suivante :

$$u_s(t) = \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_1 t) + A \cos(2\pi f_2 t) + \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_3 t)$$
, où A est une constante et m est le taux de modulation, en précisant l'expression de f_1 , f_2 et f_3 . ($f_3 > f_1$)

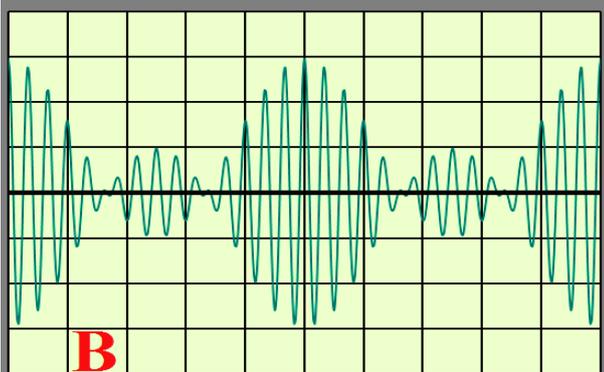
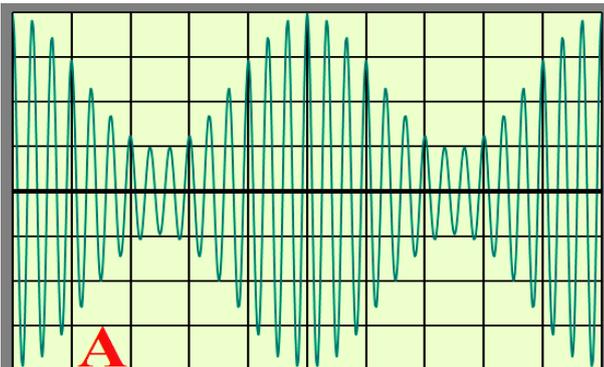
La figure (2) représente le spectre de fréquence formé de trois raies de la tension modulée $u_s(t)$.



- 4) Trouver les fréquences F de la porteuse et f de la tension modulante.
- 5) Déterminer le taux de modulation m .
- 6) La modulation est-elle bonne ? justifier votre réponse.
- 7) Pour une bonne réception du signal modulé, on utilise un circuit bouchon (circuit d'accord) formé d'une antenne récepteur, une bobine d'inductance $L_0 = 60\text{mH}$ et de résistance interne négligeable, et deux condensateurs montés en série, de capacité $C = 15\text{nF}$ et C_0 . Déterminer la valeur de C_0 .

Exercice 3

Lors d'expériences sur la modulation d'amplitude, on a obtenu à partir de deux tensions sinusoïdales et un dispositif convenable, les enregistrements A et B ci-dessous.



Données :

les sensibilités verticale et horizontale pour les deux entrées de l'oscilloscope sont :

$$S_V = 2\text{V/div} ; S_H = 0,1\text{ms/div}.$$

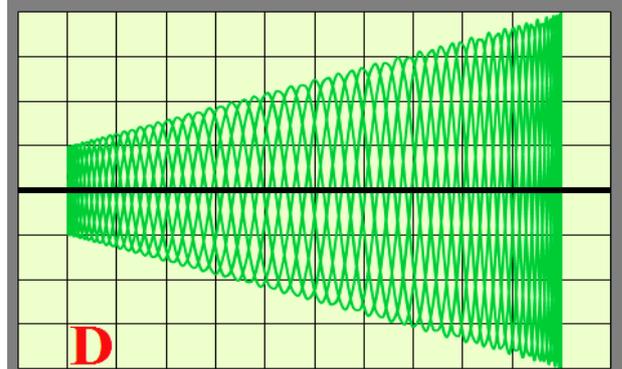
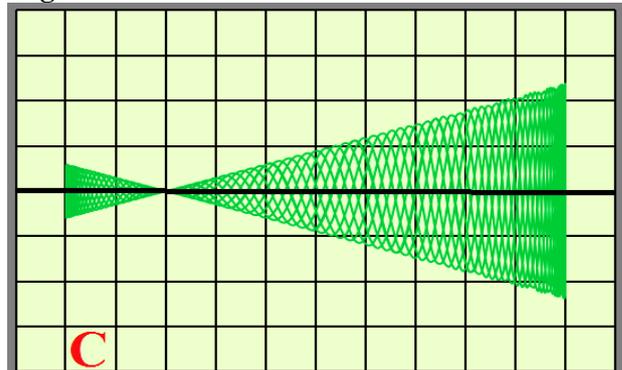
- 1) Dessiner le montage expérimental de la modulation d'amplitude en indiquant les tensions $p(t)$, $s(t)$ et $u_s(t)$ sur le schéma.
- 2) Par une simple observation, que peut-on dire de la qualité de la modulation dans chaque cas ?
- 3) Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence f de la tension informative, et la fréquence F de la tension porteuse.
- 4) Comment nomme-t-on le phénomène mis en évidence sur l'oscillogramme représenté dans B ?

Le taux de modulation de la tension modulée $u_s(t)$, noté m , est exprimé par la relation :

$$m = (U_{m,\max} - U_{m,\min}) / (U_{m,\max} + U_{m,\min}).$$

- 5) Rappeler la condition sur m pour avoir une modulation de bonne qualité.
- 6) Calculer la valeur de m dans chaque cas. Ces résultats confirment-ils la réponse donnée à la question 2 ?

Pour observer différemment la tension modulée on utilise la méthode du trapèze. On obtient alors les oscillogrammes C et D ci-dessous.



- 7) Comment peut-on obtenir ces courbes sur l'écran d'un oscilloscope ?
- 8) Quelle est la figure obtenue par cette méthode lorsque la modulation est de bonne qualité ? recalculer le taux de modulation m dans ce cas.
- 9) Associer à chaque oscillogramme A et B la figure C ou D obtenue par la méthode du trapèze.