

Exercice : 1

www.AdrarPhysic.Fr

communication par les ondes électromagnétiques

Lors d'une communication, la voix est convertie en signal électrique par un microphone, grâce à un système de conversion numérique et d'amplification. Le signal électrique est porté par une onde porteuse qui après amplification est émise vers l'antenne la plus proche. L'antenne transmet le signal à une station base qui l'envoie alors à une centrale, par ligne téléphonique conventionnelle ou par les ondes électromagnétiques. De là sont acheminées les conversations vers le téléphone du destinataire.

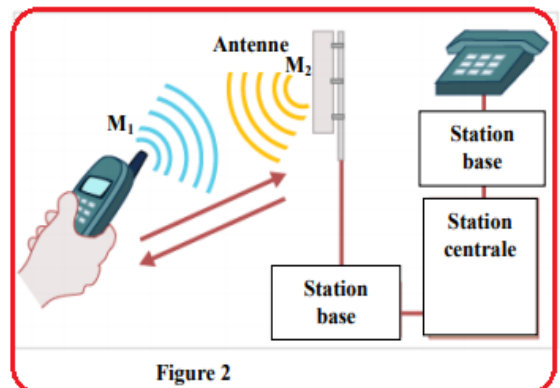


Figure 2

1- émission d'une onde électromagnétique par un portable

Les ondes électromagnétiques sont utilisées par la télévision, La radio et les radars. Si bien que la gamme de fréquence restant pour les portables sont de plus en plus restreints : l'une d'entre elles s'étend de 900 à 1800 MHz.

Données :

- La célérité des ondes électromagnétiques dans le vide et dans l'air :
 $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- $1\text{MHz} = 10^6\text{Hz}$.

1-1- Calculer la durée que met une onde électromagnétique de fréquence $f=900\text{MHz}$ pour parcourir la distance $M_1M_2=1\text{km}$ séparant le téléphone et l'antenne, figure (2).

1-2- Que signifie l'expression « l'air est un milieu dispersif pour les ondes électromagnétiques » ?

1-3- On peut représenter la chaîne d'émission par le schéma de la figure (3).

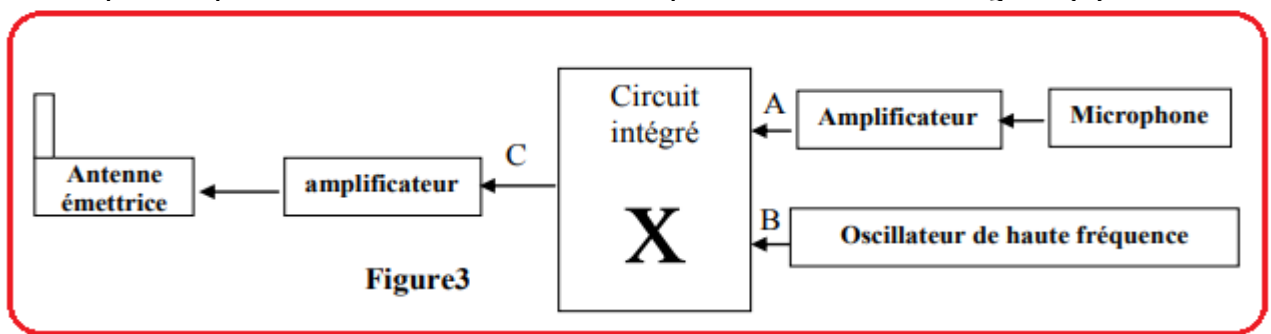


Figure3

En quel point A ou B ou C de la figure (3) trouve-t-on :

- a- L'onde porteuse ?
- b- Le signal modulant ?

2- Modulation d'amplitude

Le circuit de modulation est constitué d'un composant nommé multiplieur qui possède deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S , figure (4). Pour simuler la modulation d'amplitude, on applique :

- à l'entrée E_1 le signal $u_1(t) = u(t) + U_0$ dont $u(t) = U_m \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ est le signal modulant et U_0 tension continue de décalage.
- à l'entrée E_2 le signal porteur $u_2(t) = v_m = U_m \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$

Le circuit intégré X donne une tension modulée proportionnelle au produit des deux tensions, $s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ où k est une constante dépendant uniquement du circuit intégré. $s(t)$ s'écrit sous la forme : $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$

- 2-1- Montrer que S_m , amplitude du signal modulé peut se mettre sous la forme $S_m = A[m \cos(2\pi \cdot f \cdot t) + 1]$ en précisant l'expression du taux de modulation m et celle de la constante A .
- 2-2- Le graphe représenté sur la figure (5) donne l'allure de la tension modulée en fonction du temps. Déterminer à partir de ce graphe :
 - a- la fréquence F de l'onde porteuse.
 - b- La fréquence f du signal modulant.
 - c- L'amplitude minimale $S_m(\min)$ et l'amplitude maximale $S_m(\max)$ du signal modulé.
- 2-3- Donner l'expression du taux de modulation en fonction de $S_m(\min)$ et $S_m(\max)$. Calculer la valeur de m .
- 2-4- La modulation effectuée est-elle de bonne qualité ? Justifier.

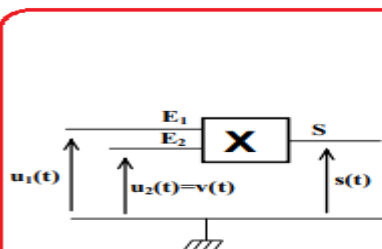
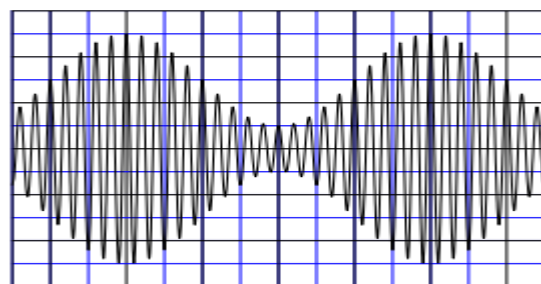


Figure 4



Sensibilité verticale : 1V/div
Sensibilité horizontale : 0,25 ms/div

Figure 5

Exercice :2

Modulation d'amplitude d'un signal sinusoïdal

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X (fig.6). On applique à l'entrée

- E_1 : la tension $u_1(t) = s(t) + U_0$ avec $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$ représentant le signal informatif et U_0 une composante continue de la tension.

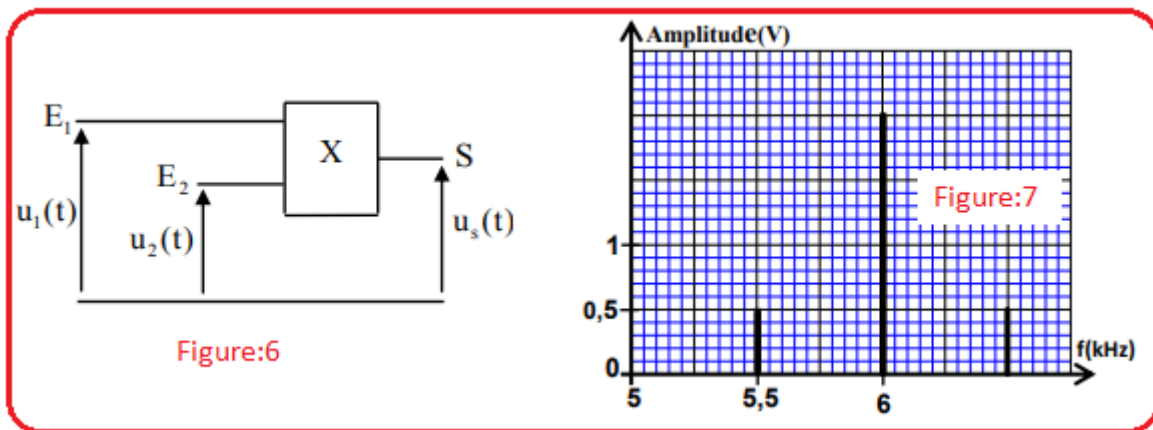
- E2 : une tension sinusoïdale représentant la porteuse $u_2(t) = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$; k est une constante qui dépend du circuit intégré X. Rappel: $\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

- 1- Montrer que $u_s(t)$ s'écrit sous la forme :

$$u_s(t) = \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + A \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t) + \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot f_3 \cdot t). \text{ où m est le taux de modulation et A une constante.}$$

- 2- La figure 7 représente le spectre de fréquences formé de trois raies de la tension modulée $u_s(t)$. Déterminer m et la fréquence f_s . La modulation est-elle bonne ?
- 3- Pour une bonne réception du signal modulée, on utilise un circuit bouchon (circuit d'accord) formé d'une bobine d'inductance $L_0 = 60 \text{ mH}$ et de résistance négligeable et de deux condensateurs, montés en série, de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ et C_0 . Déterminer la valeur de C_0 .



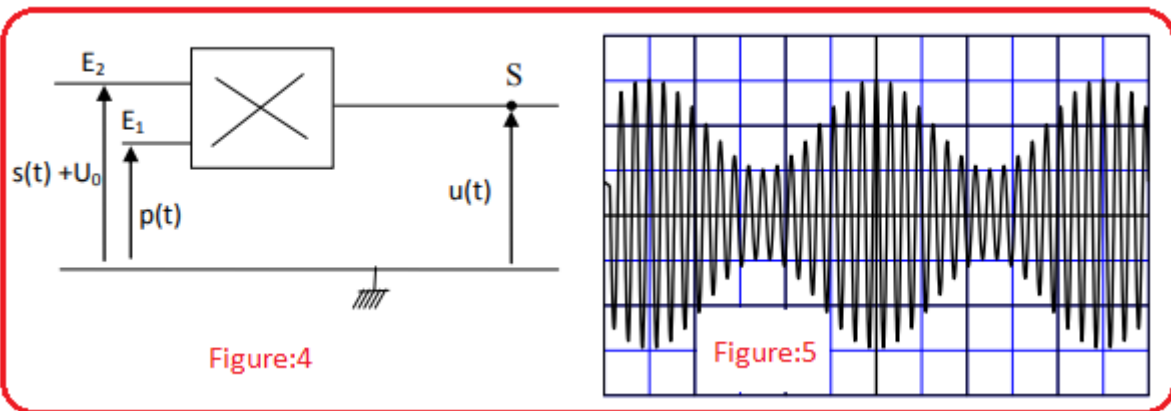
Exercice :3

Etude de la qualité d'une modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude est obtenue en utilisant un circuit intégré multiplieur. On applique à l'entrée E_1 du circuit intégré multiplieur une tension $p(t)$ qui correspond au signal porteur, et à l'entrée E_2 la tension $s(t) + U_0$ avec $s(t)$ la tension correspondant au signal modulant à transmettre et U_0 la composante continue (figure 4). On obtient à la sortie S du circuit la tension $u(t)$ correspondant au signal modulé en amplitude.

L'expression de cette tension est : $u(t) = k \cdot p(t) \cdot [s(t) + U_0]$ où $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$. et $p(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t)$ et k une constante qui caractérise le circuit intégré multiplieur.

Www.AdrarPhysic.Fr



1- La tension modulée en amplitude peut s'écrire sous la forme :

$$u(t) = A \left[\frac{m}{S_m} s(t) + 1 \right] \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t) \text{ avec } A = k \cdot P_m \cdot U_0 \text{ et } m = \frac{S_m}{U_0} \text{ le taux de modulation.}$$

Trouver l'expression du taux de modulation m en fonction de $U_{\max}$ et $U_{\min}$ avec $U_{\max}$ la valeur maximale de l'amplitude de $u(t)$ et $U_{\min}$ la valeur minimale de son amplitude.

2- Quand aucune tension n'est appliquée sur l'oscilloscope, les traces du spot sont confondues avec l'axe médian horizontal de l'écran. On visualise la tension $u(t)$ et on obtient l'oscillogramme de la figure 5.

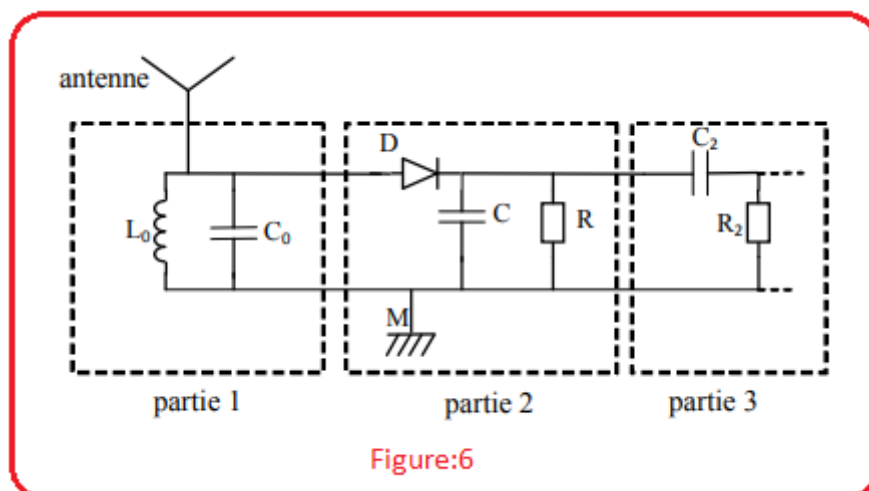
- Sensibilité horizontale $20 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$;

Sensibilité verticale : $1\text{V} \cdot \text{div}^{-1}$. Déterminer f_p , f_s et m . Que peut-on en déduire à propos de la qualité de la modulation ?

Exercice 4

Réception d'une onde électromagnétique

Pour capter une onde électromagnétique de fréquence $N_0 = 40\text{KHz}$ modulée en amplitude, on utilise le dispositif simplifié représenté sur la figure 6.



1- Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes :

- a- La fréquence de l'onde porteuse est très petite devant celle de l'onde modulante.
 - b- Le rôle de la partie 1 du dispositif est d'éliminer la composante continue.
 - c- Le rôle des deux parties 2 et 3 du dispositif est de moduler l'onde.
 - d- Dans une antenne réceptrice, l'onde électromagnétique engendre un signal électrique de même fréquence.
- 2- On associe un condensateur de capacité C_0 avec une bobine d'inductance $L_0 = 0,781mH$ dans le circuit d'accord. Peut-on recevoir l'onde de fréquence $N_0 = 40KHz$ si $C = C_0 = 20nF$? justifier la réponse.
- 3- Pour détecter l'enveloppe de l'onde modulée, on utilise le condensateur de capacité $C = 20nF$ et le conducteur ohmique de résistance $R = 1K\Omega$. Pour avoir une bonne détection d'enveloppe, on monte en parallèle avec le condensateur de capacité C un autre condensateur de capacité C_x . Trouver l'intervalle de valeurs de C_x sachant que la fréquence de l'information émise est $N_i = 4KHz$

Www.AdrarPhysic.Fr