

**Série N° 2:****Modulation / demodulation D'amplitude****EXERCICE 1 :**

Pour simuler l'onde porteuse, on utilise un GBF délivrant une tension sinusoïdal  $p(t)$  d'amplitude  $P_m$  et de fréquence  $F_p$ . Cette tension a pour expression :  $p(t) = P_m \cos(2\pi F_p t)$

On visualise cette tension à l'aide d'un oscilloscope (**figure1**)

1. D'après la figure 1, déterminer l'amplitude  $P_m$  de la tension sinusoïdal  $p(t)$  ? déterminer la période  $T_p$  et déduire la fréquence  $F_p$  ?
2. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde porteuse ayant la même fréquence que la tension sinusoïdale  $P(t)$ ?

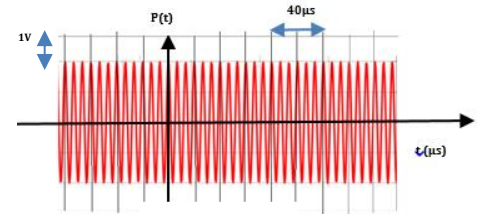


Figure 1

**EXERCICE 2 :**

Pour simuler le signal modulant, on utilise un GBF délivrant une tension sinusoïdale  $s(t)$  d'amplitude  $S_m$  et de fréquence  $f_s = 10$  kHz. Cette tension a pour expression :  $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$

À l'aide du réglage du décalage du signal de sortie du générateur, on superpose à la tension sinusoïdale  $s(t)$  une tension constante positive, de valeur  $U_0$ .

On visualise la tension  $s(t) + U_0$  à l'aide d'un oscilloscope **figure 2**.

Si vous saviez que le coefficient de balayage est  $20\mu s/div$  et la sensibilité verticale est  $1V/div$

1. Déterminer l'amplitude  $S_m$  de la tension modulante ?
2. Déterminer la tension de décalage  $U_0$  ?

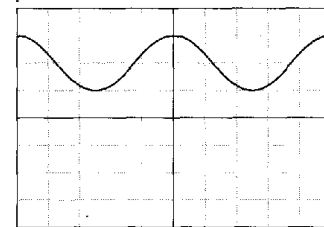


Figure 2

**EXERCICE 3:**

La modulation en amplitude est réalisée à l'aide d'un multiplieur. Son rôle est ainsi défini :

On applique entre la masse et chacune des deux entrées E1 et E2 du multiplieur une tension électrique :

- la tension sinusoïdale  $p(t)$  sur **E1** qui correspond à **la porteuse**.
- la tension sinusoïdale  $s(t) + U_0$  sur **E2** qui correspond au **signal modulant à transmettre**.

Le multiplieur donne en sortie une tension  $U(t)$  qui correspond au **signal modulé**. Cette tension a pour expression :  $U(t) = k \cdot p(t) \cdot (s(t) + U_0)$ , avec :  $p(t) = P_m \cos(2\pi F_p t)$  ,  $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t)$  et  $k$  constante caractéristique du multiplieur.

En **S**, on place une antenne qui émet l'onde modulée en amplitude. On visualise la tension  $u(t)$  à l'aide d'un Oscilloscope. L'oscillogramme obtenu est représenté sur la **figure 3**

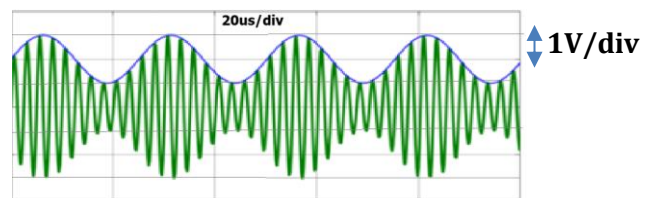
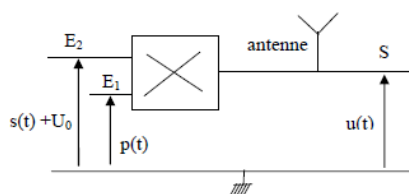


Figure 3

1. montrer que la tension modulée en amplitude peut se mettre sous la forme :

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

- 2- Une tension modulée en amplitude peut également se mettre sous la forme :

$$U(t) = U_m(t) \cos(2\pi F_p t) \quad \text{avec :} \quad U_m(t) = A[m \cos(2\pi f_s t) + 1]$$

L'amplitude de la tension modulée  $U_m(f)$  varie entre deux valeurs extrêmes, notées  $U_{min}$  et  $U_{max}$ ,

- Déterminer les expressions littérales de  $U_{min}$  et  $U_{max}$  en fonction de  $A$  et  $m$ .
- En déduire que l'expression littérale du taux de modulation peut se mettre sous la forme :  $m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$

- déduire  $m$  ? et citer la condition pour éviter la surmodulation ?

**EXERCICE 4:**

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur. On applique à l'entrée 1 la tension :  $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s t) + U_0$  et à l'entrée 2 : une tension  $U_2(t) = U_m \cos(2\pi F_p t)$ . La tension de sortie  $U_S(t) = k \cdot S(t) \cdot U_2(t)$ .

1- montrer que  $U_S(t)$  s'écrit sous la forme :  $U_S(t) = \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_1 t) + A \cos(2\pi f_2 t) + \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_3 t)$  avec  $m$  le taux de modulation et  $A$  est cte.

2- la Figure 4 présente le spectre de fréquences formé de trois raies de la tension module  $U_S(t)$ .

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'induction  $L_0 = 60 \text{ mH}$  et un condensateur  $C_0$ . Déterminer  $C_0$  ?

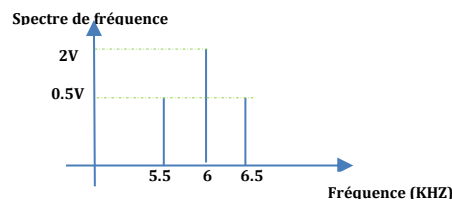
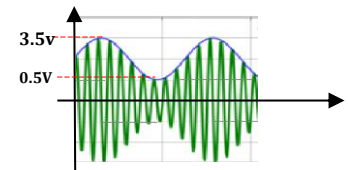


Figure 4

**EXERCICE 5:**

Un signal AM est représenté sur un oscilloscope par la figure1. Sa fréquence de porteuse est 200KHz, sa fréquence modulante 5KHz, la puissance d'émission est de 100Kw.

1. Quelles sont les fréquences contenues dans le signal modulé ?
2. Quelle est la bande de la fréquence du signal modulé ?
3. Quel est le pourcentage de modulation ?
4. Calculer la puissance contenue dans la porteuse ;
5. Calculer la puissance contenue dans chacune des bandes latérales



**EXERCICE 6 Home wok 2:**

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on le montage d'un multiplieur avec deux entrées  $S_1(t) = S_m \cos(2\pi f_1 t) + U_0$  et  $P_2(t) = P_m \cos(2\pi f_2 t)$

La tension obtenue à la sortie  $U_S(t) = 0.5[0.7 \cos(2\pi 10^4 t) + 0.9] \cos(6\pi 10^5 t)$

- 1- déterminer la fréquence  $F_p$  de l'onde porteuse et la fréquence  $f_s$  de l'onde modulante ?
- 2- calculer le taux de modulation ?
- 3- la modulation est-elle bonne ?

**EXERCICE 7:**

Pour capter l'onde électromagnétique émise par une antenne d'émission, on utilise le dispositif représenté Ci-dessous (figure 4) où on considère que la diode D est idéale. Il s'agit d'un récepteur d'ondes hertziennes, qui constitue une chaîne électronique dont on va étudier certains étages.

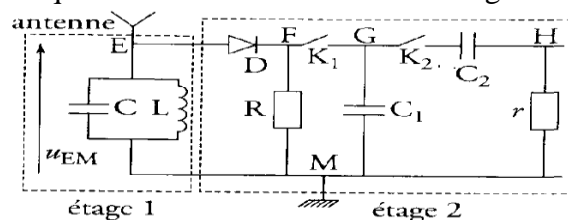


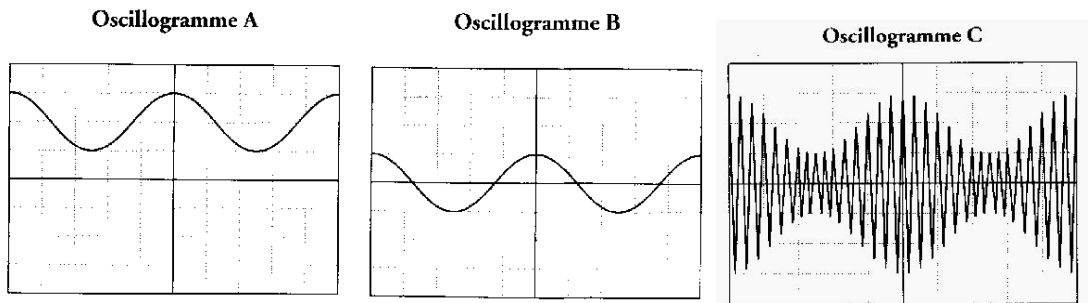
Figure 4

L'étage 1 étudié est un circuit constitué par une association condensateur - bobine en parallèle.

1. Quel est le rôle du dipôle LC parallèle utilisé ici comme filtre passe-bande pour la tension ?
2. Sachant que la valeur de la capacité C est 0,47 nF, déterminer la valeur à donner à l'inductance L de la bobine pour capter une fréquence égale à 160 kHz ?

**3.** Après réception du signal modulé, il faut le démoduler. Cette démodulation est réalisée par **l'étage 2**. Pour comprendre les rôles de chaque partie de cet étage, on va les étudier à l'oscilloscope. On relie donc successivement l'entrée de l'oscilloscope aux bornes E, G et H du montage ci-dessus.

On visualise successivement les trois tensions  $u_{Em}$ ,  $u_{Gm}$  et  $u_{Hm}$  sur un oscilloscope, M étant la masse du circuit. Les oscillogrammes des trois tensions sont obtenus en utilisant le mode DC de l'oscilloscope.



**3.1. identifier** l'oscillogramme correspondant à la tension  $u_{Em}$  (Les interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  étant ouverts) ?

**3.2.**  $K_1$  étant fermé et  $K_2$  étant ouvert, identifier la tension au point G  $u_{Gm}$  en indiquant l'oscillogramme **A, B** ou **C** correspondant. Quel est le rôle de l'ensemble diode D et circuit RC<sub>1</sub> parallèle ?

**3.3.** Les deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  étant fermés, identifier  $u_{Hm}$  en indiquant l'oscillogramme **A, B** ou **C** correspondant. Quel est le rôle du dipôle r C<sub>2</sub> série utilisé ici comme filtre passe-haut ?

**3.4.** Quelle est la condition pour sur la capacité C<sub>1</sub> afin d'obtenir une démodulation de bonne qualité ? Déterminer alors, dans la liste suivante, la valeur de la capacité C<sub>1</sub> permettant d'obtenir la meilleure Démodulation possible ?

Liste des valeurs des capacités disponibles : **220 pF - 2,2 nF - 22 nF - 220 nF.**

On donne :  $T_s = 100 \mu s$  (la période du signal à transporter)

, et la période  $T_P = 6,25 \mu s$  (la période du porteuse). Le conducteur ohmique a une résistance  $R = 10 k\Omega$ .