

Alaeddine
ABIDA

2BSM

Révision
globale de la
partie
électricité

National SM 2022 Session Normale

On réalise les expériences suivantes avec :

- un condensateur de capacité C ;
- un conducteur ohmique de résistance R variable ;
- une bobine (b).

Expérience 1 : Décharge d'un condensateur

Le circuit électrique de la figure 1 est utilisé pour étudier la décharge d'un condensateur de capacité C , dans le conducteur ohmique de résistance variable R ajustée à la valeur $R = R_1 = 100 \Omega$.

Le condensateur est totalement chargé initialement par un générateur de tension G de f.e.m. E (figure 1).

Un système d'acquisition adéquat nous a permis d'obtenir l'évolution temporelle de l'énergie emmagasinée dans le condensateur au cours de sa décharge (figure 2). ((T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t=0$).

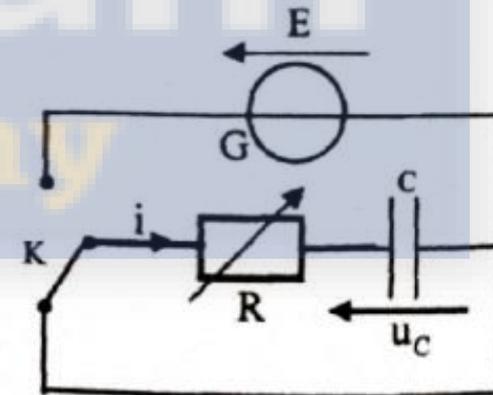


Figure 1

- 1-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ lors de la décharge. (0,25pt)
- 1-2- Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit :

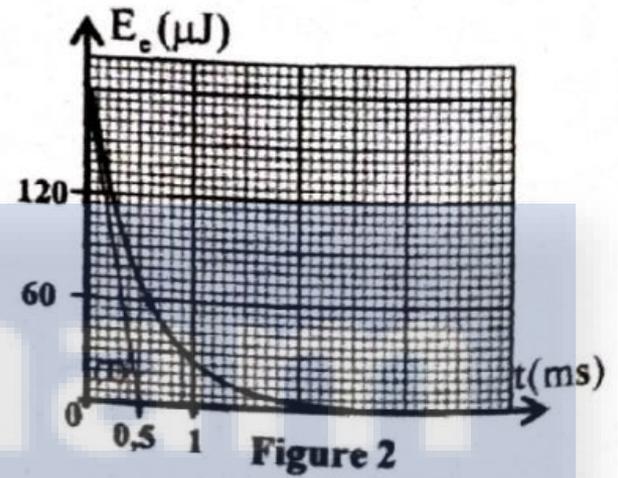
1-2-Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit : $u_c(t) = k.e^{-\frac{t}{\tau}}$ lors de la décharge.(0,25pt)

déterminer les constantes k et τ en fonction des paramètres du circuit.(0,5pt)

1-3- Montrer que la tangente (T) coupe l'axe du temps au point d'abscisse $t = \frac{\tau}{2}$.(0,25pt)

1-4- Déterminer la valeur de C et celle de E .(0,5pt)

1-5-Trouver $|E_j|$ l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit pendant la durée $\Delta t = 0,9\tau$ à compter de $t = 0$.(0,5pt)



Expérience 2 : Oscillations forcées dans un circuit RLC

On constitue un dipôle(D) par l'association en série de la bobine(b), du condensateur de capacité C et du conducteur ohmique de résistance R ajustée sur la valeur $R = R_2 = 20\Omega$. Le dipôle (D) est soumis à une tension alternative sinusoïdale fournie par un générateur GBF(Figure 3).

Un oscilloscope bicourbe est branché de manière à visualiser :

- sur la voie A la tension $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi N \cdot t + \varphi_1)$ aux bornes du dipôle (D) ;
- sur la voie B la tension $u_{R_2}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

Données : * Base de temps : $0,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$;

* La sensibilité verticale pour les deux voies A et B : $2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$

L'expression de l'intensité du courant électrique dans le circuit est :

$$i(t) = I_m \cdot \cos(2\pi N \cdot t + \varphi_2)$$

Pour une fréquence N , on obtient l'oscillogramme de la figure 4.

2-1- Faire le schéma du montage permettant de visualiser les deux tensions $u(t)$ et $u_{R_2}(t)$. (0,5pt)

2-2- Déterminer les valeurs des grandeurs suivantes : (0,75pt)

- a- la fréquence N ,
- b- l'impédance Z du dipôle (D),
- c- $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

2-3- Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle (D). (0,5pt)

Expérience 3 : Démodulation d'amplitude d'une onde

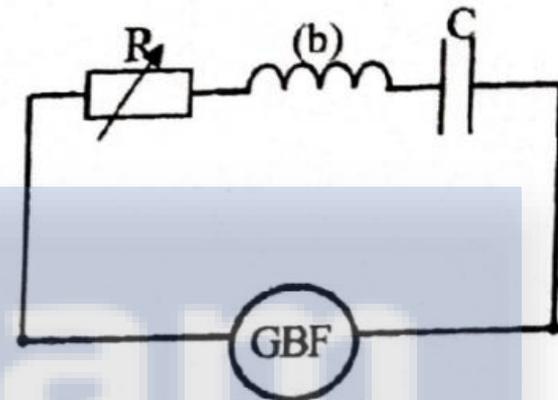


Figure 3



Expérience 3 : Démodulation d'amplitude d'une onde

En démodulation d'amplitude, le condensateur de capacité C et le conducteur ohmique de résistance R variable précédents sont montés avec une diode comme l'indique le circuit de la figure 5 pour être utilisé comme constituant d'un montage d'un récepteur radio.

3-1- Expliquer le rôle de ce constituant dans le montage du récepteur radio. (0,25pt)

3-2- Sachant que la fréquence de la porteuse est $N_p = 160 \text{ kHz}$ et la fréquence du signal modulant est $N_s = 10 \text{ kHz}$, la valeur de $R = R_3 = 2 \text{ k}\Omega$ et celle de C permettent-elles à ce constituant de bien jouer son rôle ?

Justifier. (0,5pt)

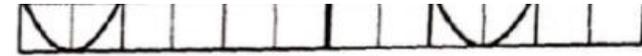


Figure 4

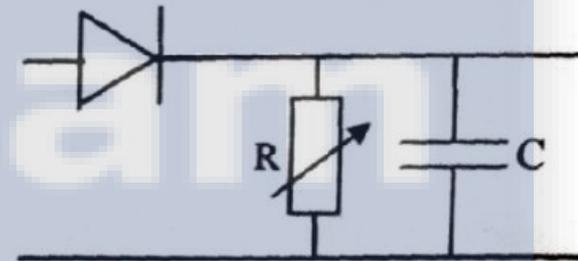


Figure 5

National SM 2021 Session Normale

Cet exercice vise l'étude de :

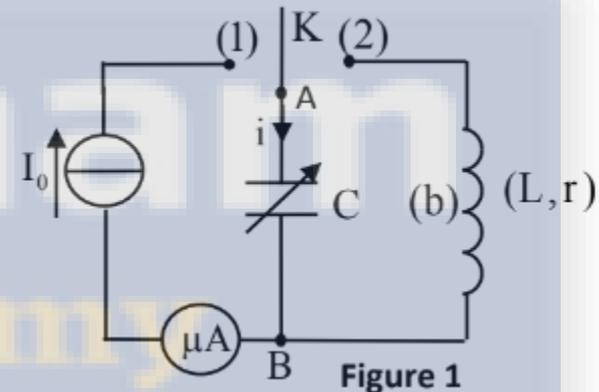
-la charge d'un condensateur et sa décharge dans une bobine.

-la modulation et la démodulation d'amplitude d'une onde électromagnétique.

1-Charge d'un condensateur et sa décharge dans une bobine :

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage comprend:

- un générateur idéal de courant ;
- un condensateur de capacité C variable, initialement non chargé ;
- une bobine (b) d'inductance $L=8,6$ mH et de résistance $r=12\Omega$;
- un microampèremètre ;
- un interrupteur K .



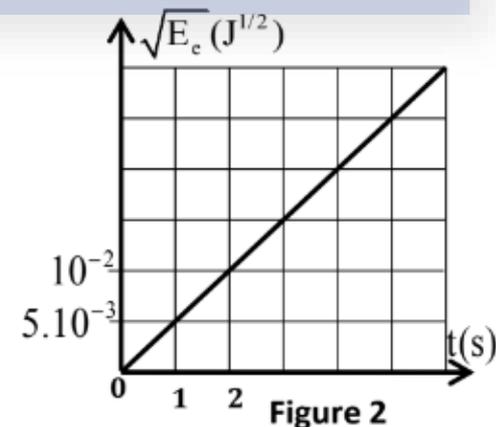
On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_0 .

On place l'interrupteur K en position (1) à un instant de date $t=0$. Le

microampèremètre indique $I_0=10\mu\text{A}$. Un système de saisie

informatique convenable permet d'avoir le graphe de la figure 2

représentant $\sqrt{E_e}=f(t)$ avec E_e étant l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à un instant t .



1-1- Donner l'expression de l'énergie emmagasinée dans le condensateur en fonction de sa charge q et de sa capacité C_0 . **(0,25pt)**

1-2- Montrer que $C_0 = 2\mu\text{F}$. **(0,75pt)**

1-3- Lorsque la tension aux bornes du condensateur prend la valeur $u_{AB} = 40\text{ V}$, on place l'interrupteur K en position (2) à un instant choisi comme une nouvelle origine des dates ($t=0$). Un dispositif approprié permet de visualiser la courbe donnant les variations au cours du temps de l'intensité du courant $i(t)$ dans le circuit (figure 3)

1-3-1- Calculer l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants $t=0$ et $t=t_1$ (figure 3). **(0,75pt)**

1-3-2- Indiquer, en justifiant, si le condensateur se charge ou se décharge entre les instants t_2 et t_3 (figure 3). **(0,5pt)**

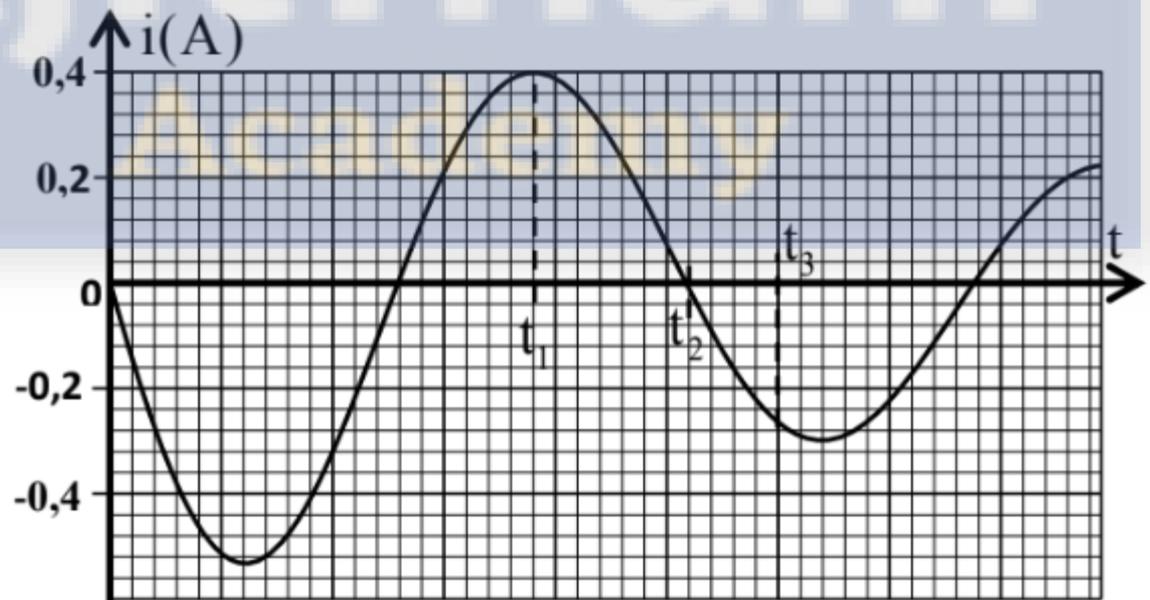


Figure 3

2-Modulation et démodulation d'amplitude d'une onde électromagnétique

On peut transmettre une information à grande distance, en modulant l'amplitude d'une onde électromagnétique qui se propage d'un émetteur à un récepteur.

L'émetteur doit assurer la production de l'onde électromagnétique et sa modulation pour porter le signal informatif. Quant au récepteur, il doit être conçu pour démoduler l'onde et récupérer le signal informatif, fournissant du sens pour l'utilisateur. La modulation d'amplitude consiste à varier l'amplitude de l'onde porteuse au cours du temps selon l'évolution temporelle du signal informatif à transmettre.

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X (figure 4).

On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $u_1(t) = s(t) + U_0$ avec $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ représentant le signal informatif et U_0 la tension de décalage .
- E_2 : une tension sinusoïdale représentant la porteuse $u_2(t) = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$.

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.

La tension de sortie $u_s(t)$ ainsi définie s'exprime par :

$$u_s(t) = S(t) \cdot \cos(2\pi F \cdot t) \text{ avec } S(t) = A [1 + m \cdot \cos(2\pi f \cdot t)] .$$

Dans cette expression $S(t)$ est l'amplitude de la tension modulée et m le taux de modulation.

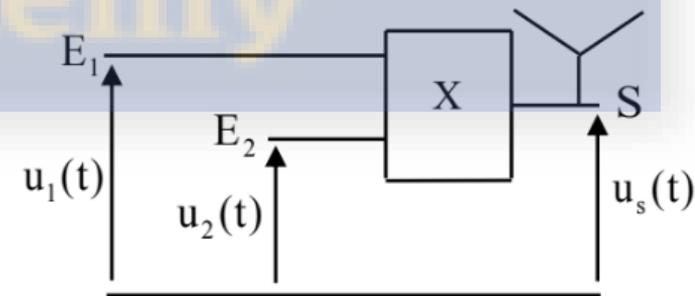


Figure 4

2-1-Un dispositif approprié permet de visualiser simultanément deux des tensions $u_1(t)$, $u_2(t)$ et $u_s(t)$. On observe ainsi les oscillogrammes(a) et (b) de la figure 5.

Indiquer, en justifiant, pour chacun des oscillogrammes de la figure 5, s'il correspond au signal modulant, au signal modulé ou à la porteuse. **(0,5pt)**

2-2- En se basant sur les oscillogrammes de la figure 5,déterminer:

2-2-1- la fréquence de la porteuse et celle du signal informatif.**(0,5pt)**

2-2-2- le taux de modulation m .**(0,5pt)**

2-3-Démodulation de l'onde

La figure 6 schématise un constituant de récepteur radio lié au circuit de démodulation. Ce constituant est équivalent à la bobine (b) précédente d'inductance L et de résistance r associée au condensateur de capacité C variable.

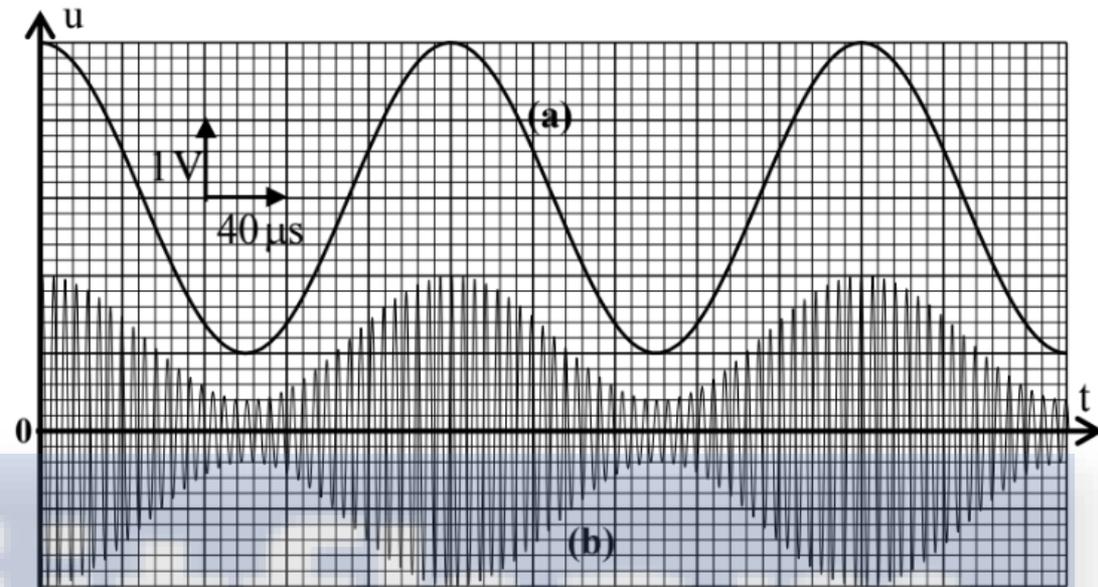


Figure 5

Le circuit formé par la bobine (b) et le condensateur est mis en vibration forcée par l'intermédiaire de l'antenne qui capte toutes les ondes émises par toutes les stations.

Pour écouter une seule station, il suffit d'accorder la fréquence propre du circuit à la fréquence de l'émetteur en régulant la capacité du condensateur.

(On prendra : $\pi^2=10$.)

2-3-1- Calculer la valeur à laquelle il faut ajuster la

capacité C de l'élément récepteur pour que la fréquence propre soit $N_0 = 180 \text{ kHz}$. **(0,5pt)**

2-3-2- Trouver alors l'intervalle des valeurs de la capacité C' pour avoir une bonne détection

d'enveloppe sachant que la fréquence de l'information émise est $N_i = 5 \text{ kHz}$ et $R' = 100 \text{ k}\Omega$. **(0,75pt)**

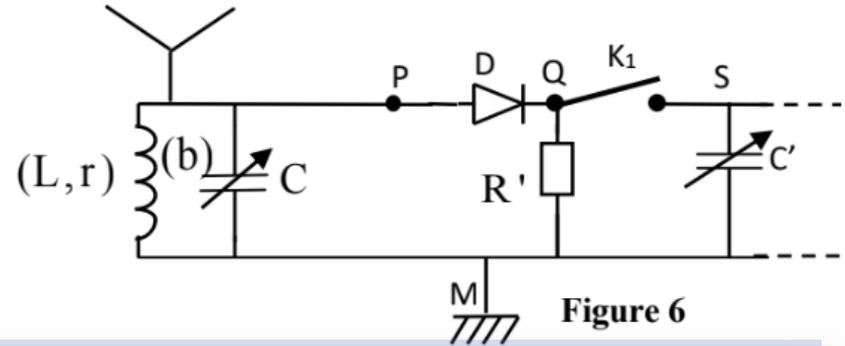


Figure 6

National SM 2021 Session Ratt.

L'exercice vise :

- l'étude de l'une des applications d'un circuit électrique contenant une bobine ;
- la détermination de quelques paramètres électriques en étudiant les oscillations non amorties d'un circuit LC et les oscillations forcées dans un circuit RLC série.

1- Eveil lumière

Dans un réveil « éveil lumière », une fois l'heure de réveil programmée est atteinte, la lampe du réveil émet de la lumière qui augmente petit à petit jusqu'à une valeur maximale modifiable qui permet le réveil d'une personne.

On modélise cet effet en construisant un circuit électrique qui permet de faire varier la luminosité d'une lampe en utilisant la propriété électrique d'une bobine.

La luminosité de la lampe est liée à la puissance électrique qu'elle reçoit.

On rappelle l'expression de la puissance électrique reçue par la lampe soumise à la tension u et traversée par un courant d'intensité i en

l'assimilant à un résistor de résistance R : $P = R \cdot i^2 = \frac{u^2}{R}$.

On réalise le montage électrique représenté sur la figure 1, qui comporte :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 9 \text{ V}$;
- une lampe (La) assimilée à un conducteur ohmique de résistance $R = 4 \Omega$;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ;
- un interrupteur K .

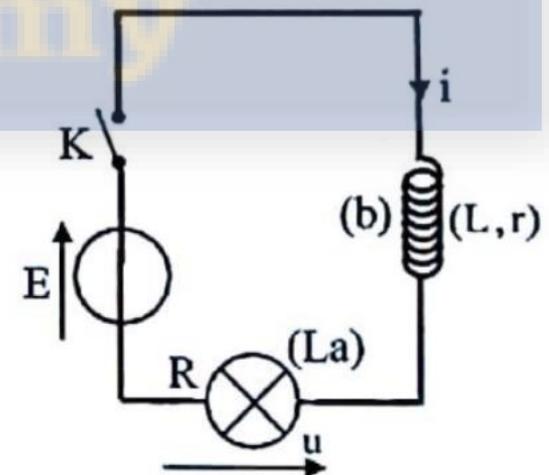
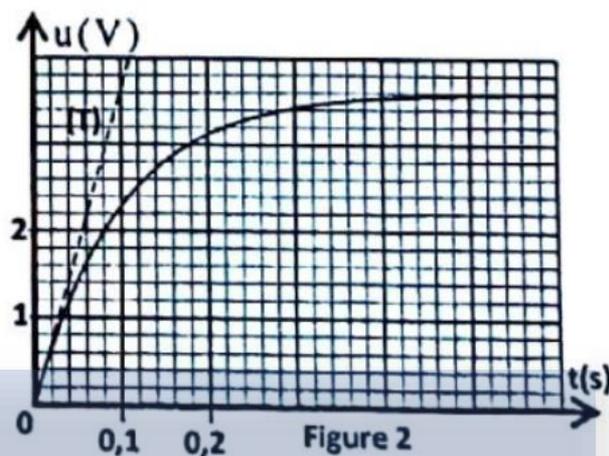


Figure 1

On ferme l'interrupteur K à un instant choisi comme origine des dates ($t = 0$).

On visualise, à l'aide d'un système d'acquisition informatique adéquat, la tension $u(t)$ aux bornes de la lampe. On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2. (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t=0$.



1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ aux bornes de la lampe. (0,5 pt)

1-2-Vérifier que $r=6\Omega$ et $L=1H$. (0,5 pt)

1-3-La solution de l'équation différentielle établie à la question 1-1- a pour solution : $u(t)=u_{\max}(1-e^{-t/\tau})$ avec τ la constante de temps

du dipôle ainsi réalisé. On estime que pour réveiller une personne, la lumière est suffisante lorsque la puissance électrique reçue par la lampe a atteint 98,01% de sa valeur maximale.

1-3-1- Montrer que pour réveiller une personne, la lumière est suffisante lorsque : $u(t)=0,99.u_{\max}$. (0,5 pt)

1-3-2- En déduire la durée t_R nécessaire pour permettre le réveil. (0,5 pt)

1-3-3-On estime que cette durée est très courte ; proposer une modification à apporter au circuit pour prolonger cette durée. (0,25 pt)

2- Etude du circuit LC

On réalise le circuit d'un oscillateur entretenu en associant en série les éléments suivants (figure 3):

- un condensateur de capacité C ;
- la bobine (b) précédemment utilisée ;
- un générateur délivrant une tension $u_g = k.i(t)$ avec u_g exprimée en volt (V) et $i(t)$ exprimée en ampère (A).

2-1-Trouver la valeur de k .(0,5 pt)

2-2-A partir d'un instant t choisi comme origine des dates ($t=0$) on obtient la courbe de la figure 4 représentant la variation de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en fonction du temps.

Déterminer I_m l'intensité maximale du courant, puis la valeur de la capacité C et celle de la charge maximale Q_0 du condensateur.(0,75 pt)

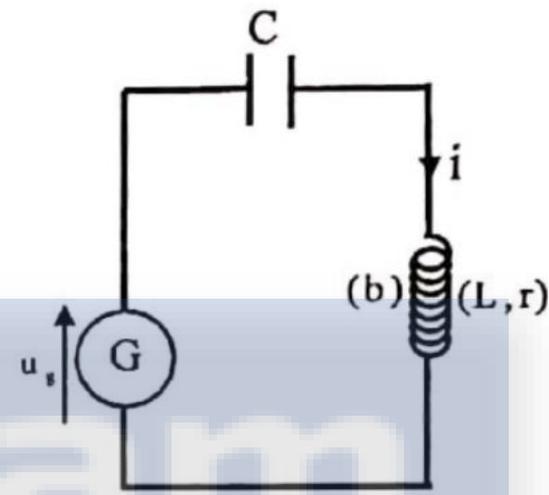


Figure 3

3-Oscillateur RLC en régime forcé

On réalise un circuit RLC série comprenant :

- un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de tension efficace constante $U=6,25\text{ V}$ et de fréquence N réglable ;
- un conducteur ohmique de résistance R variable;
- la bobine (b) précédente ;
- le condensateur précédent de capacité C .

L'étude expérimentale a permis de tracer ; pour deux valeurs de la résistance R (R_1 puis R_2 avec $R_1 < R_2$) ; la courbe de résonance en intensité du dipôle RLC série : $I=f(N)$ avec I étant l'intensité efficace du courant et N la fréquence des oscillations. On obtient ainsi les courbes (a) et (b) de la figure 5.

3-1- Associer, en justifiant, la résistance correspondante à la courbe(b).(0,25 pt)

3-2- Déterminer graphiquement la fréquence de résonance du circuit RLC.(0,25 pt)

3-3-Dans le cas de la courbe (b), déterminer graphiquement la largeur de la bande passante à -3dB et déduire le facteur de qualité Q du circuit.(0,5 pt)

3-4- Trouver la valeur de la résistance R_1 .(0,5 pt)

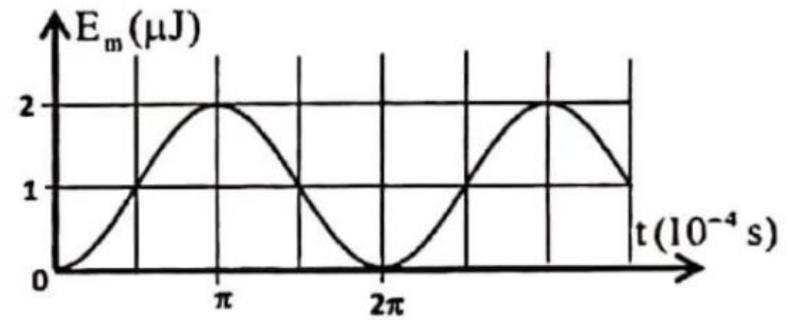


Figure 4

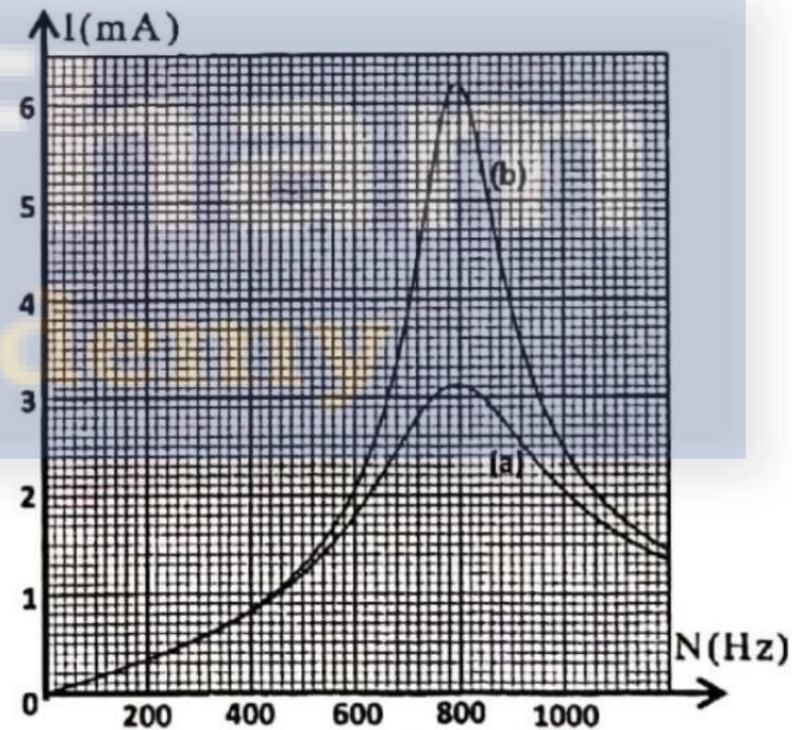


Figure 5

National SM 2020 Session Normale

Les composants tels les résistors, les condensateurs, les bobines, les diodes ...sont utilisés dans différents circuits des appareils électriques et électroniques

On se propose d'étudier dans cet exercice :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant ;
- les oscillations libres et forcées dans un circuit RLC série.

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 comportant :

- un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un interrupteur K ;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance $r = 12 \Omega$.

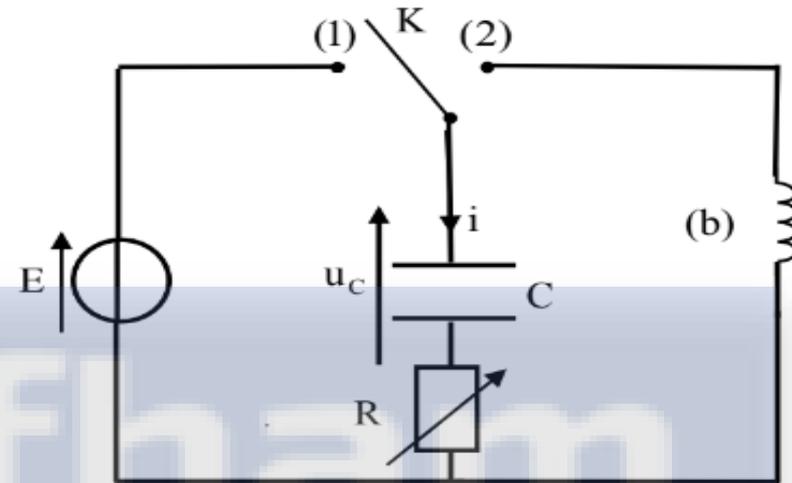


Figure 1

1-Charge du condensateur

On ajuste la résistance R sur la valeur $R = R_0 = 40 \Omega$.

A l'instant $t = 0$, on place l'interrupteur K en position (1) .

1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur. (0,5pt)

1-2- La courbe de la figure 2 représente les variations de l'intensité $i(t)$ en fonction de $q(t)$.

En s'aidant du graphe de la figure 2, trouver :

1-2-1-la valeur de E . (0,25pt)

1-2-2-la valeur de la constante de temps. (0,5pt)

1-3-Vérifier que $C = 2,5 \mu\text{F}$. (0,25pt)

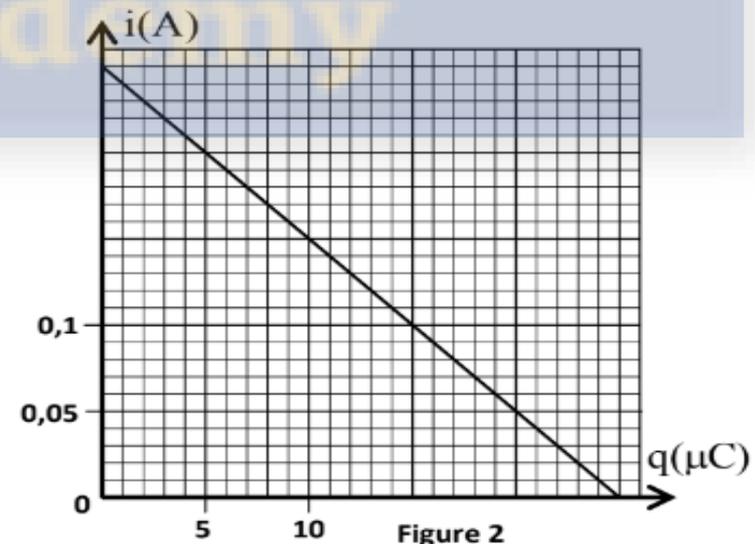


Figure 2

2- Décharge du condensateur dans la bobine :

2-1- On ajuste la résistance R sur une valeur R_1 .

Une fois le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteur K en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates ($t = 0$). Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe représentant la charge $q(t)$ du condensateur (figure3).

2-1-1-Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge $q(t)$ du condensateur s'écrit :

$$\frac{d^2q(t)}{dt^2} + A \cdot \frac{dq(t)}{dt} + B \cdot q(t) = 0 \quad \text{où } A \text{ et } B \text{ sont deux}$$

constantes positives. **(0,5pt)**

2-1-2- Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la bobine juste après le basculement de l'interrupteur K en position (2). **(0,25pt)**

2-1-3- En considérant que la pseudopériode des oscillations est égale à la période propre du circuit LC, vérifier que $L = 1,0 \text{ H}$. (On prend $\pi^2 = 10$). **(0,25pt)**

2-1-4- Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre l'instant $t = 0$ et l'instant t_1 indiquée sur la figure 3. **(0,5pt)**

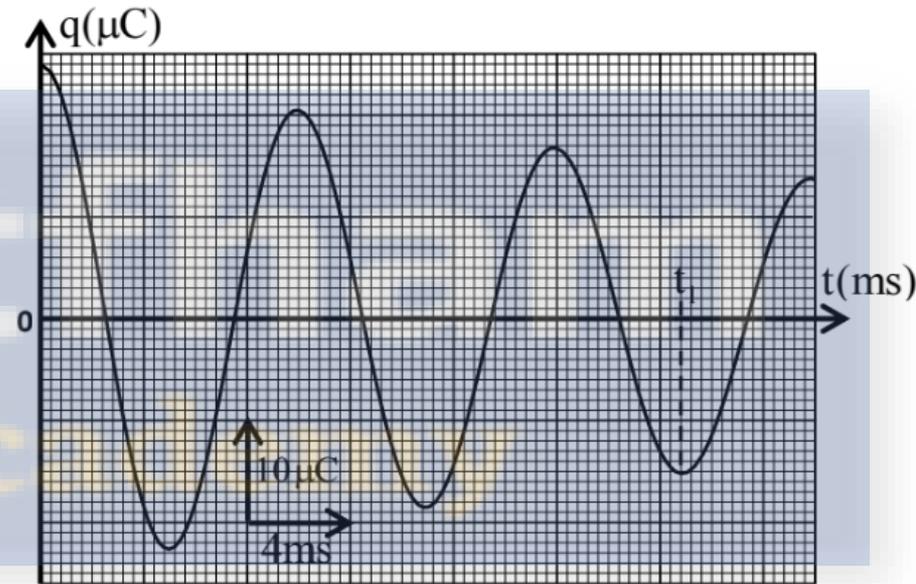


Figure 3

2-2- On fait varier la résistance R , et on constate que pour $A > 2\sqrt{B}$ le régime des oscillations est aperiodique. Dans ce cas la résistance totale du circuit est supérieure à une valeur R_c .

En utilisant les équations aux dimensions, vérifier que l'expression de R_c a la dimension d'une résistance et déterminer la valeur minimale de R . **(0,75pt)**

3-Les oscillations électriques forcées dans un circuit RLC série

On alimente le circuit, formé par les dipôles précédemment utilisés (la bobine (b), le conducteur ohmique de résistance réglable R et le condensateur de capacité C) par un générateur GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(2.\pi.N.t + \varphi)$ de fréquence N variable (figure 4).

L'intensité du courant passant dans le circuit s'écrit :
 $i(t) = I_m \cos(2.\pi.N.t)$.

On ajuste la résistance R sur la valeur R_2 .

On visualise, à l'aide d'un système d'acquisition informatique adéquat, la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_A et la tension $u(t)$ aux bornes du générateur sur la voie Y_B .

On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 5.

3-1-Déterminer l'intensité indiquée par l'ampèremètre sachant que l'impédance du circuit mesurée est $Z \approx 390,4 \Omega$. (0,5pt)

3-2- Calculer la valeur de R_2 . (0,5pt)

3-3-Ecrire l'expression numérique de la tension $u(t)$. (0,75pt)

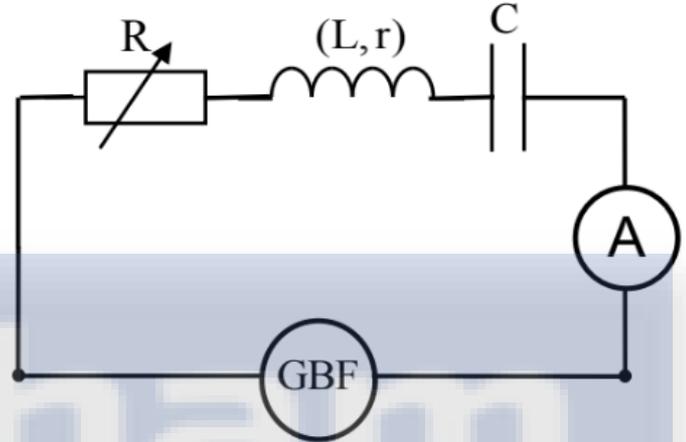


Figure 4

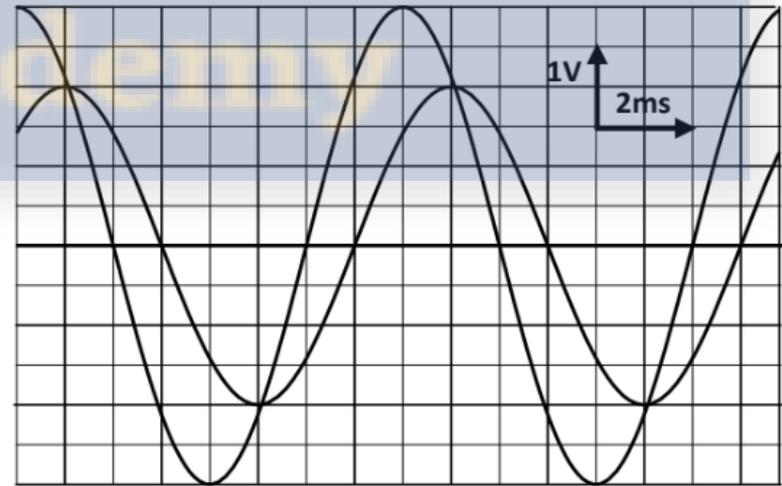


Figure 5

National SM 2020 Session Ratt

Les parties I et II sont indépendantes

On se propose, dans la partie I de cet exercice, de déterminer les grandeurs caractéristiques des éléments d'un circuit électrique, en étudiant la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine. Dans la partie II, on étudiera un signal modulé en amplitude.

Partie I : Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant et étude d'un dipôle RLC

1-Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

On réalise le montage représenté sur la figure 1 comportant :

- un générateur idéal de tension de f.e.m. E ;
- un condensateur de capacité C variable initialement déchargé ;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- un conducteur ohmique de résistance R_1 ;
- une bobine d'inductance $L=0,1\text{H}$ et de résistance négligeable ;
- un interrupteur K .

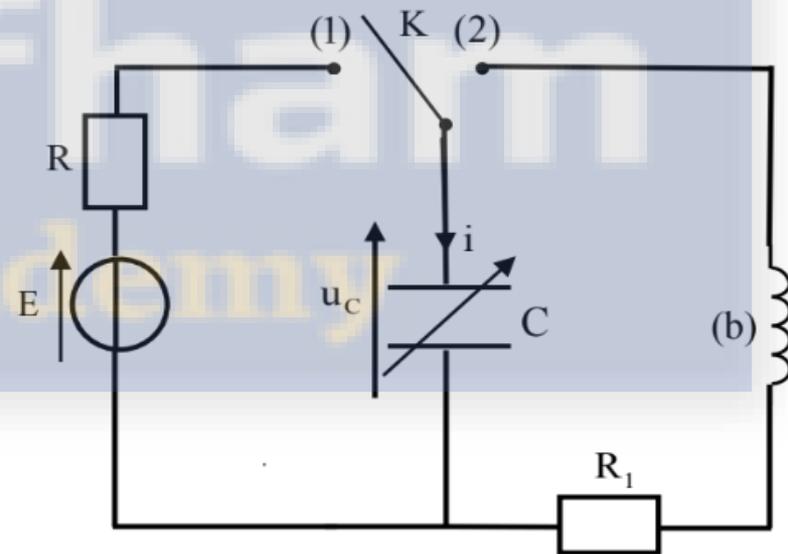


Figure 1

1-1-On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C et on place l'interrupteur, à la date $t=0$, en position (1).

1-1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$. (0,25 pt)

1-1-2. La solution de cette équation différentielle s'écrit

sous la forme $i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec A une constante et τ la constante de temps du dipôle RC.

Exprimer $i(t)$ en fonction des paramètres du circuit et de t . (0,5 pt)

1-2- Les courbes (a) et (b) de la figure 2 représentent l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant lorsqu'on ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_1 puis sur une valeur C_2 avec $C_2 > C_1$.

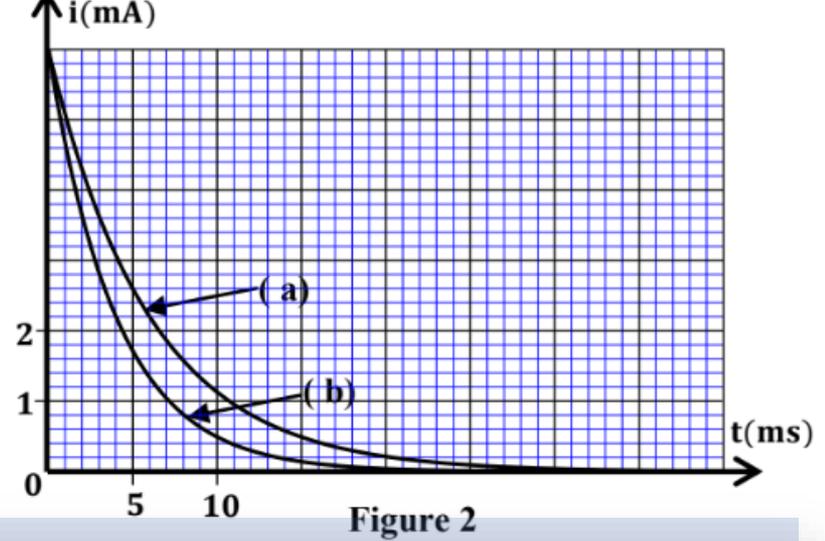


Figure 2

1-2-1- Indiquer, en justifiant votre réponse, la courbe correspondant à la capacité C_1 . (0,25 pt)

1-2-2- Montrer que $i \approx 2,2 \text{ mA}$ pour $t = \tau$. (0,25 pt)

1-2-3- La capacité du condensateur équivalent à un condensateur de capacité C_1 monté en parallèle avec un condensateur de capacité C_2 est $C_e = 10 \mu\text{F}$. Montrer que $C_1 = 4 \mu\text{F}$. (0,75 pt)

1-2-4- Déterminer la valeur de R et celle de E . (0,5 pt)

2- Décharge d'un condensateur dans une bobine

Après avoir chargé complètement le condensateur de capacité C_1 , on bascule à un instant t (qu'on prendra comme nouvelle origine des dates $t=0$) l'interrupteur K en position

(2). La courbe de la figure 3 représente l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 . (T) représente la tangente à la courbe à l'instant $t=0$.

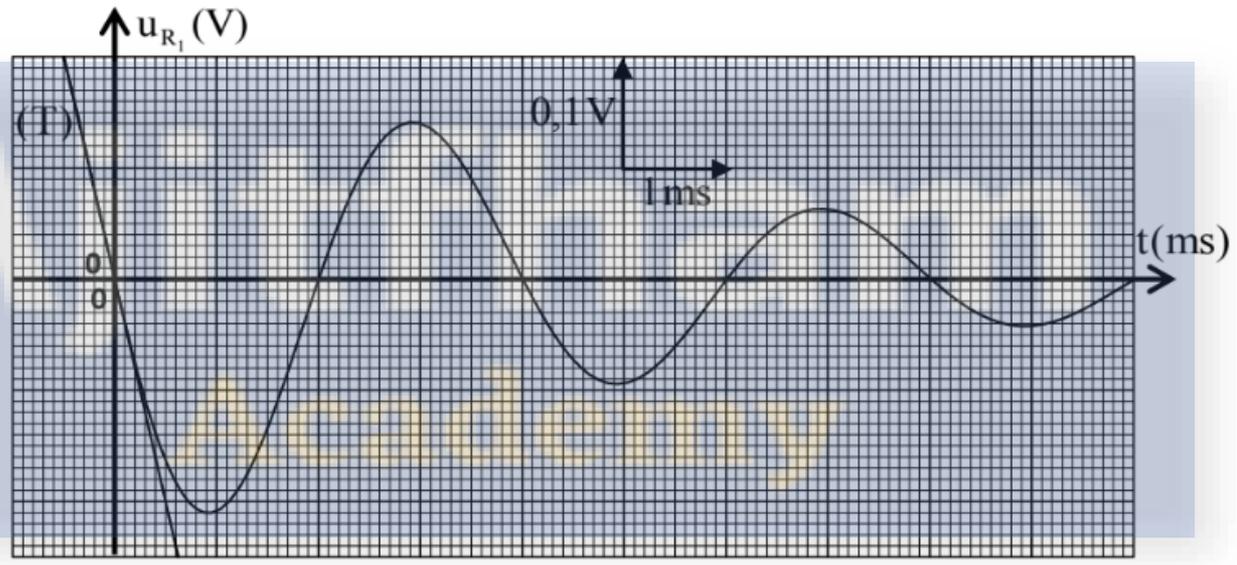


Figure 3

2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_{R_1}(t)$. (0,5 pt)

2-2- Trouver la valeur de R_1 . (0,75 pt)

Partie II : Etude d'un signal modulé en amplitude

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X de constante caractéristique $k=0,1\text{V}^{-1}$ (fig.4).

On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $v_p(t) = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$

- E_2 : la tension $v_s(t) = s(t) + U_0$ avec $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)$

et U_0 la tension de décalage.

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est : $u_s(t) = k \cdot (s(t) + U_0) \cdot v_p(t)$.

$u_s(t)$ peut s'écrire sous la forme :

$u_s(t) = A \cdot \left[\frac{m}{2} \cos(2\pi N_1 \cdot t) + \cos(2\pi F \cdot t) + \frac{m}{2} \cos(2\pi N_2 \cdot t) \right]$ avec $A = k \cdot U_m \cdot U_0$, $N_1 < F < N_2$, F est la fréquence de l'onde porteuse et m le taux de modulation.

1-Déterminer la valeur de N_1 et celle de N_2 . (0,5 pt)

2- Donner le taux de modulation m en fonction de S_m et U_0 . (0,25 pt)

3-On visualise la tension $s(t)$ sur l'entrée X de l'oscilloscope et la tension de sortie $u_s(t)$ sur l'entrée Y, et on élimine la base de temps (mode XY). On obtient ainsi l'oscillogramme de la figure 5 représentant $u_s(t)$ en fonction de $s(t)$.

3-1- Déterminer graphiquement le taux de modulation m . (0,5 pt)

3-2- Déterminer les valeurs des tensions U_0 et U_m . (0,5 pt)

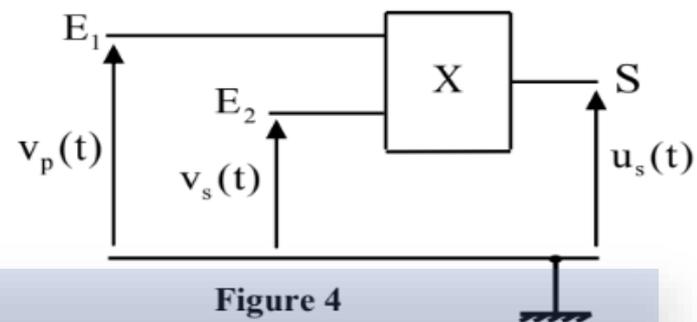


Figure 4

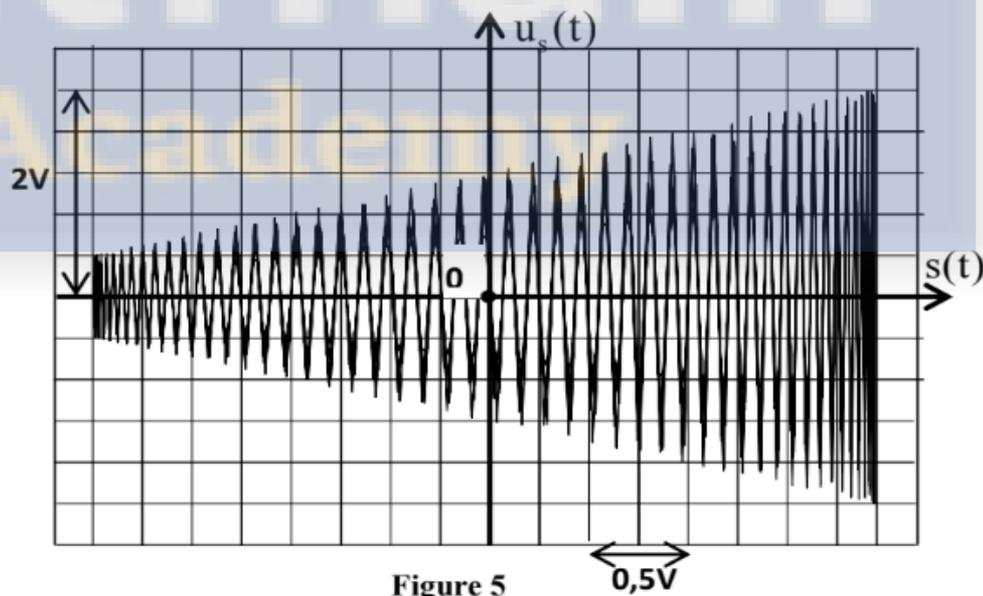


Figure 5