SCIENCE EN HERBE **SCIENCE PHYSIQUE TS**

TD AUTO-INDUCTION :

Exercice 1:

Une bobine d'auto-inductance L = 0,1 H est parcourue par un courant d'intensité $i(t) = 5\cos(100\pi t)$.

1. Déterminer le flux propre de la bobine.
2. Quelle est la f.é.m. d'induction à ses bornes ?
3. La bobine a une résistance de 100Ω Quelle est la tension à ses bornes ?

Exercice 2:

Le montage de la figure représente un circuit qui comporte, montés en série

- entre les points A et B, un conducteur ohmique de résistance R = 1 000 Ω ;
- entre les points B et C, une bobine de résistance négligeable et d'inductance L.

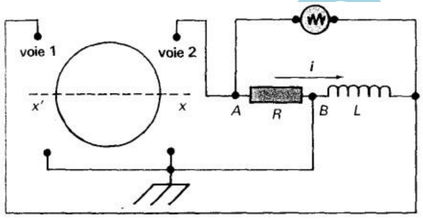


fig.1

Ce circuit est alimenté par un générateur de tension délivrant des signaux triangulaires. On applique :

- d'une part, sur la voie 1, la tension U_{CB} aux bornes de la bobine ;
- d'autre part, sur la voie 2, la tension u_{AB} aux bornes de la résistance, La figure 2 représente l'image obtenue sur l'écran. On a réglé
- la base de temps sur la sensibilité 10^{-3} seconde par division ;
- la sensibilité verticale
  - sur 20 millivolts par division pour la voie 1 ;
  - sur 2 volts par division pour la voie 2.

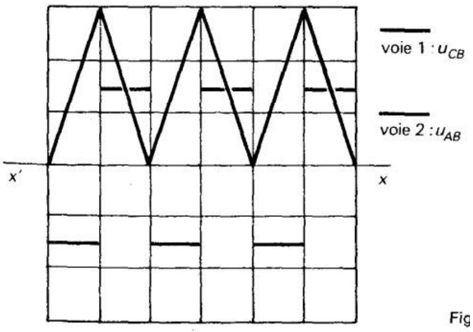


fig. 2

1. On observe que la tension forme une trace pratiquement triangulaire. Justifier la trace en créneaux observée pour la tension U_{CB} sur la figure 2.
2. Calculer l'inductance L de la bobine.
3. Calculer l'énergie maximale E_M emmagasinée dans la bobine.

Exercice 3:

Une bobine a pour résistance R = 10 Ω et pour inductance L = 1 H. On établit à ses bornes, à la date t = 0, une tension U = 6 V, délivrée par un générateur de tension continue G.

1. Vérifier que l'intensité du courant électrique, dans le circuit est donnée par la relation : $i = \frac{U}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$ (1)

On vérifiera que (1) est bien solution de l'équation différentielle régissant l'établissement du courant i dans le circuit.

2. Quelle est l'intensité du courant en régime permanent ?
3. On mesure l'intensité du courant en fonction du temps. On obtient le tableau suivant :

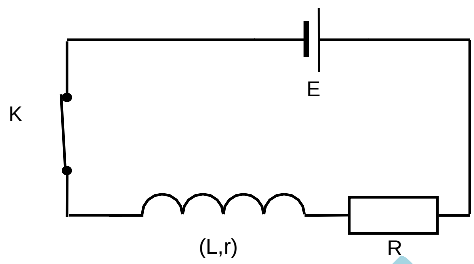
t(s)	0	0,05	0,10	0,15	0,30
i(A)	0	0,24	0,38	0,47	0,57

Tracer la courbe représentative de la fonction i = f(t).

4. Quelle est l'influence du rapport $\tau = \frac{L}{R}$, appelé constante de temps du circuit, sur le comportement du circuit ? Que vaut i pour t = τ ?

Exercice 4:

Afin de déterminer la résistance r d'une bobine et son inductance L on réalise, comme indiqué sur le schéma ci-contre, un circuit série comportant cette bobine, un conducteur ohmique de résistance R = 390 Ω, un générateur de résistance négligeable et de force électromotrice E = 4 V et un interrupteur. On ferme l'interrupteur à la date t = 0. Un dispositif approprié a permis d'enregistrer l'évolution de l'intensité i du courant qui parcourt le circuit au cours du temps t.



Le tableau suivant indique des valeurs de i à différentes dates t.

i (10^{-3}A)	0,00	6,25	8,30	9,20	9,80	10,00	10,00	10,00
t (10^{-3}s)	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75

1. Tracer la courbe de variation de l'intensité du courant en fonction du temps : i = f(t).
Echelles : 2 cm pour $0,25.10^{-3}$ s; 1 cm pour 10^{-3} A

2. Quel est le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit? Expliquer brièvement.

3. Déterminer graphiquement l'intensité I_0 du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint.

4. Etablir l'équation différentielle suivante régissant la variation dans le temps de l'intensité du courant :

$$L\frac{di}{dt}+(R+r)i = E$$

5. Déduire de cette équation l'expression de I_0 en fonction de E, R et r. En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

6. Vérifier que $i = \frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de l'équation différentielle où τ sera exprimé en fonction de L, R et r .

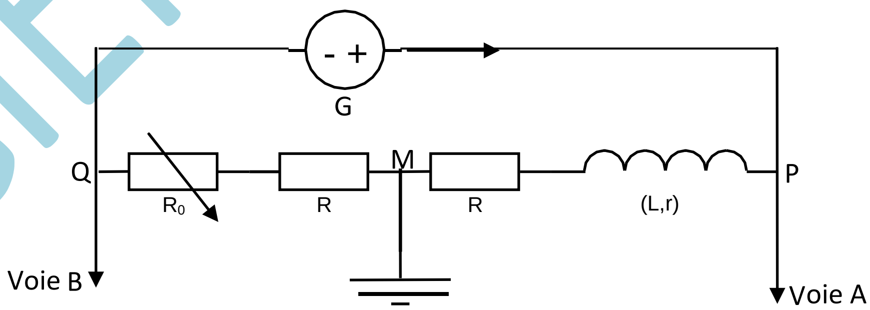
6.1. Définir τ et donner sa signification physique. Déterminer graphiquement la valeur de τ.

6.2. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

Exercice 5:

Le montage représenté sur la figure ci-dessous comporte :

- un générateur approprié faisant circuler un courant d'intensité variable i(t) entre P et Q;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- deux conducteurs ohmiques de résistance R=100 Ω;
- un conducteur ohmique de résistance variable R_0.



1. L'oscilloscope bi-courbe utilisé comporte une touche « ADD » permettant lorsqu'elle est actionnée, d'observer sur l'écran la tension u_{ADD} somme des tensions reçues sur les voies A et B : $u_{ADD} = u_{PM} + u_{QM}$

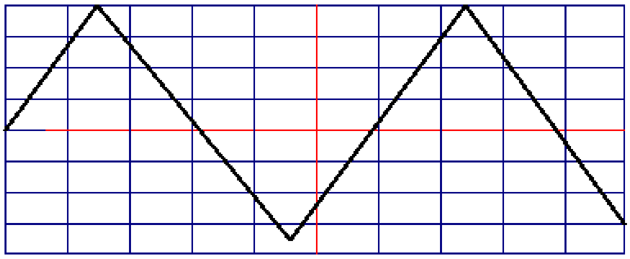
1.1. Etablir les expressions de u_{PM} et u_{QM} en fonction de l'intensité i du courant et de sa dérivée $\frac{di}{dt}$.

1.2. En déduire l'expression de u_{ADD} en fonction de i et de $\frac{di}{dt}$.

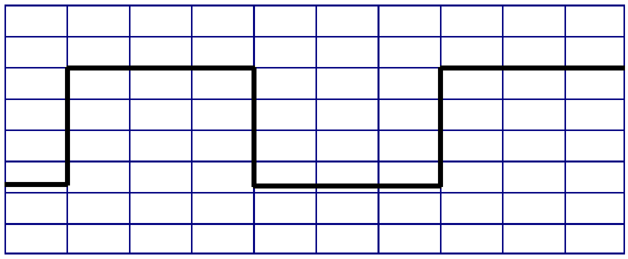
1.3. La touche « ADD » étant actionnée, montrer qu'il existe une valeur R_0 pour laquelle la courbe observée sur l'écran est la représentation de la fonction $L\frac{di}{dt}$.

1.4. La condition de la question 1.3 étant réalisée, on mesure R_0 avec un ohmmètre et on trouve $R_0 = 9\ \Omega$. Les figures ci-dessous représentant respectivement $u_{QM}(t)$ et u_{ADD} sont observées successivement sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

- sensibilité sur les deux voies : 1V/division .
- base de temps : 0,2 ms/division .
- en l'absence de tension sur les deux voies les traces horizontales sont au centre de l'écran .



Courbe 1: $u_{QM}(t)$



Courbe 2: $u_{ADD}(t)$

1.4.1. Justifier sans calcul la forme de $u_{ADD}(t)$. à partir de $u_{QM}(t)$.

1.4.2. Calculer la période et la fréquence du courant débité par le générateur.

1.4.3. Montrer que l'on a $u_{ADD} = -\frac{L}{R+R_0}.\frac{du_{QM}}{dt}$. Calculer L.

<u>Exercice 6:</u>

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques (L, N, I_{max}), pour une utilisation optimale et sécuritaire. L et N représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que I_{max} correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

1. Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur $\ell = 0{,}5$ m, comportant N spires de rayon R = 5 cm. Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe (Δ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ'). Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité I dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle α.

1.1. Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique $\overrightarrow{B_c}$ créé par le courant, le vecteur $\overrightarrow{B_H}$ composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle α.

1.2. Exprimer tanα en fonction de B_H, N, I, ℓ et μ_0 (perméabilité magnétique du vide).

2. Le groupe fait varier l'intensité I du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle α pour chaque valeur de I. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe tanα = f(I). (figure 1)

2.1. Déterminer à partir de cette courbe la relation entre tanα et I.

2.2. En déduire la valeur de N que l'on notera N_o. On donne : $\mu_0 = 4\,\pi.10^{-7}$ SI ; $B_H = 2.10^{-5}$ T.

2.3. Déterminer l'inductance L du solénoïde (on prendra N = 1195 spires).

3. Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance R_o = 10 Ω. Ils utilisent un générateur de courant continu G (E = 12 V ; r = 5 Ω). La résistance interne du solénoïde est r' = 5 Ω. Le nombre de spires est N = 1195 spires. L'interrupteur est dans la position 1.

3.1. Déterminer l'intensité I_o du courant dans le circuit en régime permanent.

3.2. En un temps très bref et à t = 0, on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

3.2.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit.

3.2.2. Vérifier que $i = A\,e^{-t/\tau}$ est solution de cette équation différentielle, A et τ étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe i = f(t).

Figure 1

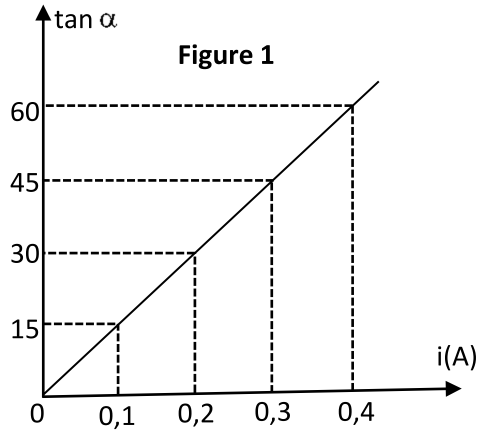


Figure 2