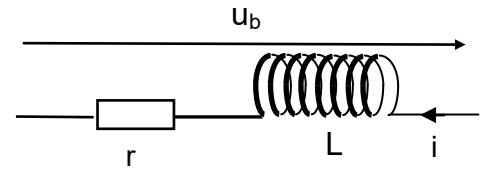


I. Résistance d'une bobine réelle

- Dans tout l'exercice, on tiendra compte de la précision des données afin d'exprimer les résultats numériques en accord avec cette précision.
- Un étudiant, curieux, veut vérifier la valeur de la résistance r d'une bobine réelle d'inductance 250 mH, modélisée sous forme d'un dipôle (r, L) en série. La tension en fonction du temps dans le cas général d'un courant électrique d'intensité $i(t)$ aux bornes d'une telle bobine est donnée par la relation : $u_b = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$



- Il dispose de tout le matériel souhaitable et procède à plusieurs essais.

A. En régime permanent

- Pour mesurer la valeur de r , l'étudiant réalise un circuit comportant un générateur de tension continue de valeur $E = 6,0$ V de résistance interne négligeable, un ampèremètre numérique, un voltmètre numérique, des fils de connexion et la bobine à étudier.
- 1) Compléter le schéma du circuit en indiquant les positions de l'ampèremètre et du voltmètre (**annexe**). Faire figurer la tension $U_g = E$ (tension aux bornes du générateur) ainsi que la tension $U_b =$ (tension aux bornes de la bobine). On négligera la tension aux bornes de l'ampèremètre.
 - 2) Les mesures des appareils donnent $U_b = 5,95$ V et $I_b = 410$ mA. En déduire la valeur r_1 de la résistance de la bobine dans ce cas particulier. Justifiez votre démarche.

B. En régime transitoire

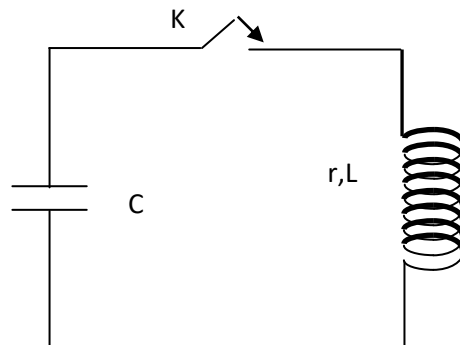
- L'étudiant modifie le montage précédent auquel il ajoute une résistance $R' = 10,0 \Omega$ en série.
 - Il remplace les appareils de mesure par un système d'acquisition informatisé qui lui donne les variations de $i(t)$ obtenues à la fermeture de l'interrupteur. La tension du générateur reste fixe et égale à 6,00 V.
- 1) Quel est alors le phénomène observé dans le circuit ?
 - 2) Sur le schéma du circuit modifié (**annexe**), indiquer comment brancher le système d'acquisition (voie d'entrée et voie de référence) afin d'obtenir une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit. Justifier.
 - 3) Déterminer la valeur de la constante de temps τ à partir du document obtenu par le système d'acquisition. Détailler clairement la méthode utilisée sur le graphe donné en **annexe**.
 - 4) La valeur de τ de ce circuit est égale au rapport $\frac{L}{R}$ où R représente la résistance électrique totale du circuit.

Donner l'expression littérale de τ en fonction des paramètres du circuit et vérifier par une analyse dimensionnelle que τ est homogène à un temps.

- 5) La bobine ayant une inductance $L = 250$ mH, déduire la valeur r_2 de sa résistance.
- On considère que l'intensité $i(t)$ atteint la valeur limite $I_\infty = 240$ mA au bout d'une durée 5 fois supérieure à τ .
- 6) Quel est alors le régime de fonctionnement de la bobine ?
- 7) Exprimer r , résistance de la bobine en fonction de E, I_∞ et R' . Calculer sa valeur r_3 .
- 8) Les trois valeurs r obtenues dans les parties A et B sont-elles cohérentes entre elles ?

C. En régime oscillatoire

- Cette bobine, d'inductance 250 mH, est branchée aux bornes d'un condensateur de capacité $C = 4 \mu\text{F}$, préalablement chargé par un circuit annexe non représenté, selon le schéma ci-dessous :



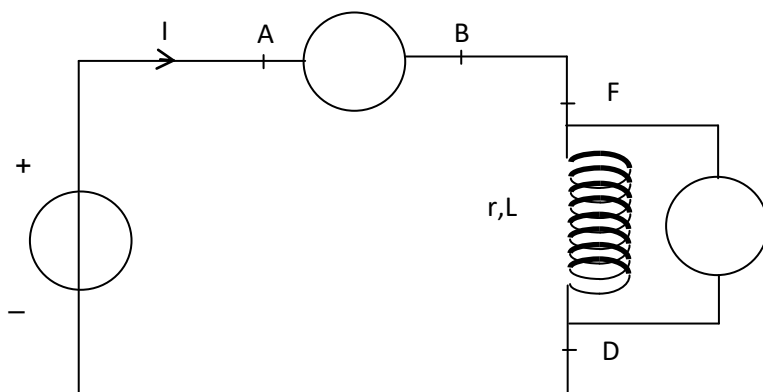
- 1) Rappeler l'expression littérale de la période propre T_0 d'un oscillateur LC.
- 2) Calculer la valeur de cette période T_0 .

- 3) On branche un oscilloscope aux bornes du condensateur et on observe sur l'écran des oscillations pseudo-périodiques de pseudo-période T . Interpréter l'amortissement des oscillations.
- 4) On constate, avec une base de temps de 2 millisecondes par division, que 2 pseudo-périodes occupent entre 6,2 et 6,4 divisions. Donner un encadrement de la pseudo-période T ainsi mesurée.
- 5) Comparer ce résultat à T_0 .

ANNEXE

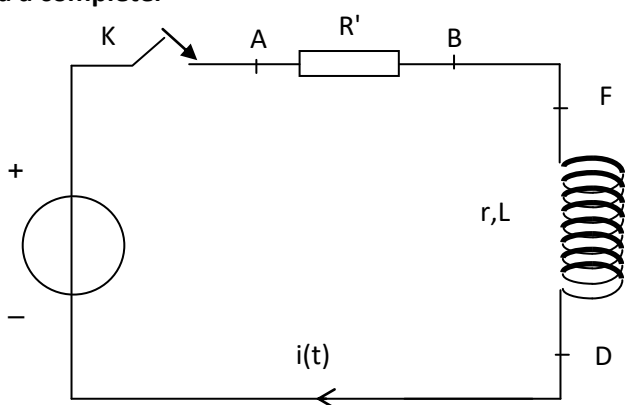
Question A. 1.

$E = 6$ Volts

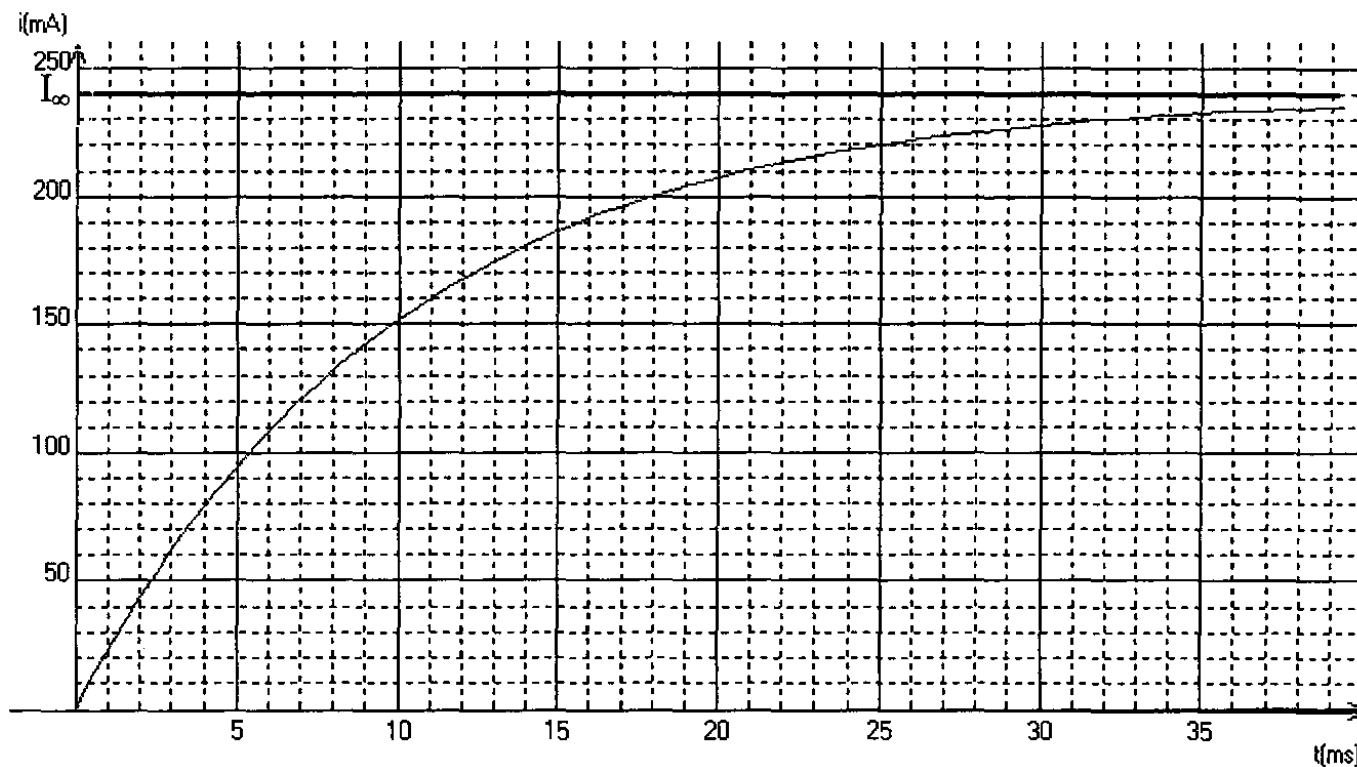


Question B.2. schéma à compléter

$E = 6$ Volts



Question B.3 : Résultat de l'acquisition donné par le système informatisé : $i(t)$ en mA, t en ms

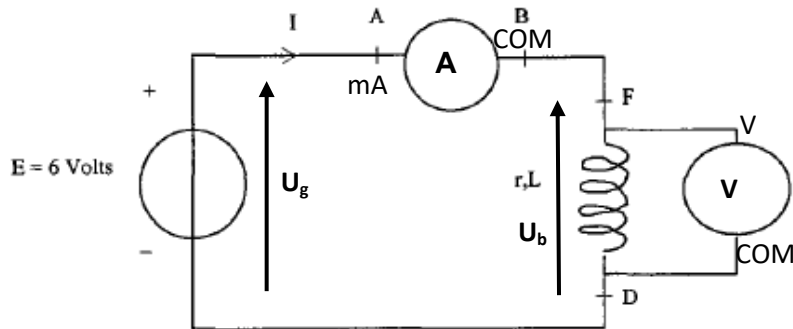


Correction

Résistance d'une bobine réelle

D. En régime permanent

6)



7) D'après la loi d'additivité des tensions $U_g = E = U_b$

$U_b = r_1 \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$, or en régime permanent l'intensité est constante et égale à I_b ,

alors $\frac{di}{dt} = 0$. Il vient $U_b = r_1 \cdot I = E$ soit $r_1 = \frac{U_b}{I_b}$; $r_1 = \frac{5,95}{0,410} = 14,5 \Omega$

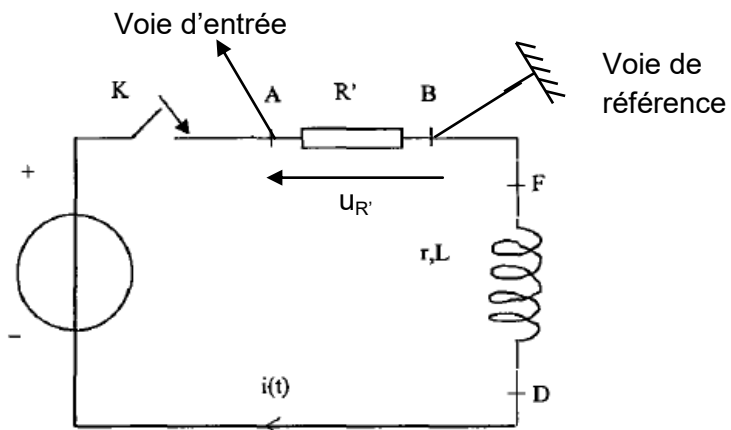
E. En régime transitoire

8) La bobine s'oppose à l'établissement du courant. La valeur maximale de l'intensité n'est pas atteinte immédiatement.

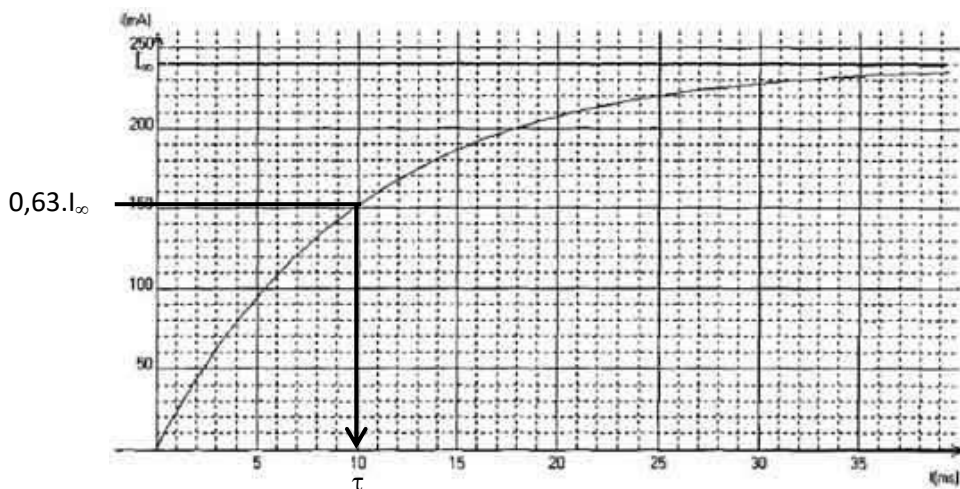
9)

D'après la loi d'Ohm : $u_{R'}(t) = R' \cdot i(t)$.

La mesure de $u_{R'}$ au cours du temps nous permet d'accéder à $i(t)$, connaissant la



10) L'abscisse du point d'ordonnée $i(t) = 0,63 \cdot I_\infty$ correspond à la valeur de la constante de temps τ .



$i(\tau) = 0,63 \times 240 = 151 \text{ mA}$. (voir schéma ci-après); $\tau = 10 \text{ ms}$

11) $\tau = \frac{L}{R}$ soit ici $\tau = \frac{L}{R' + r}$; $[\tau] = \frac{[L]}{[R' + r]} = \frac{[L]}{[R]}$; D'après la loi d'Ohm $U = R.I$ donc $[R] = \frac{[U]}{[I]}$
 et $U = L \cdot \frac{di}{dt}$; $[U] = [L] \cdot \frac{[I]}{[T]}$; $[L] = \frac{[U] \cdot [T]}{[I]}$; Il vient $[\tau] = \frac{[U] \cdot [T]}{[I]} / \frac{[U]}{[I]} = \frac{[U] \cdot [T]}{[I]} \times \frac{[I]}{[U]} = [T]$;
 τ est bien homogène à un temps.

12) $\tau = \frac{L}{R' + r}$ soit $R' + r_2 = \frac{L}{\tau}$ donc $r_2 = \frac{L}{\tau} - R'$; $r_2 = \frac{250}{10} - 10 = 15 \Omega$

13) La bobine fonctionne en **régime permanent** (intensité constante), elle se comporte comme un conducteur ohmique de résistance r_2 .

14) D'après la loi d'additivité des tensions $U_g = E = U_b + U_{R'} = r \cdot I_\infty + R' \cdot I_\infty$

$r \cdot I_\infty = E - R' \cdot I_\infty$ soit $r = \frac{E - R' \cdot I_\infty}{I_\infty}$; $r_3 = \frac{6,00 - 10 \times 0,240}{0,240} = 15,0 \Omega$

15) Les trois valeurs r obtenues dans les parties A et B sont **cohérentes** entre elles (environ 3% d'écart)

F. En régime oscillatoire

16) période propre d'un oscillateur LC : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$

17) $T_0 = 2\pi\sqrt{0,250 \times 4 \times 10^{-6}} = 6 \text{ ms}$

18) La bobine possède une résistance interne r , en raison de l'effet Joule de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur. Il y a amortissement des oscillations.

19) $k_h = 2\text{ms/div}$ or $6,2 \text{ div} < x < 6,4 \text{ div}$ donc $2.T = k_h \cdot x$ soit $\frac{6,2 \times 2}{2} < T < \frac{6,4 \times 2}{2}$; $6,2 < T < 6,4 \text{ ms}$

20) Les deux valeurs obtenues sont semblables compte-tenu de la faible précision sur la valeur de C .