BURHAN

Dipôle RL : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/dipole-rl/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Dipôle RL	Application	8

Exercice 1

Tension aux bornes de la bobine d'une électrovanne

La bobine d'une électrovanne d'arrosage a une inductance $L = 0{,}60\,\mathrm{H}$ et une résistance $r = 15\,\Omega$. On l'étudie en convention récepteur : u_L est la tension à ses bornes et i l'intensité du courant qui la traverse.

1.

À un instant t_1, l'intensité vaut $i = 0{,}12\,\mathrm{A}$ et augmente : $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 2{,}5\,\mathrm{A\cdot s^{-1}}$. Calculer u_L à cet instant.

INDICE

Outil : la tension aux bornes d'une bobine (L, r) en convention récepteur.

2.

Plus tard, le régime permanent est atteint avec une intensité de $0{,}48\,\mathrm{A}$. Calculer u_L.

INDICE

Point délicat : en régime permanent, l'intensité ne varie plus ; un des deux termes disparaît.

3.

Lors d'une baisse de la tension d'alimentation, on relève à un instant t_2 : $i = 0{,}20\,\mathrm{A}$ et $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = -4{,}0\,\mathrm{A\cdot s^{-1}}$. Calculer chaque terme de u_L, puis u_L.

INDICE

Début : le terme $r\,i$ est positif ; le signe de $L\,\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ est celui de $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$.

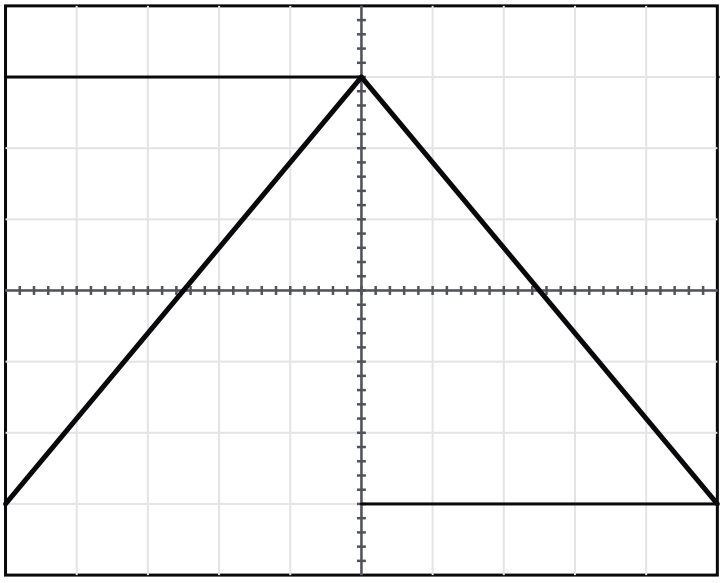
Exercice 2

Inductance d'un électroaimant de jouet par une tension triangulaire

On veut mesurer l'inductance de la bobine d'un électroaimant de jouet, de résistance négligeable. Un générateur basses fréquences délivre une tension triangulaire. Il alimente en série un conducteur ohmique de résistance $R = 1{,}2\,\mathrm{k\Omega}$ et la bobine.

L'oscilloscope montre u_R sur la voie Y_1 et u_L sur la voie Y_2, dont la touche d'inversion est enfoncée.

Document. Oscillogramme : voie Y_1 à $1{,}0\,\mathrm{V/div}$, voie Y_2 à $0{,}10\,\mathrm{V/div}$, balayage à $0{,}40\,\mathrm{ms/div}$.



Voie Y_1 : 1 V/div Voie Y_2 : 0,1 V/div Balayage : 0,4 ms/div

Tension du conducteur ohmique et tension de la bobine

1.

Sur une montée de u_R, lire la variation de u_R et sa durée, puis calculer $\dfrac{\mathrm{d}u_R}{\mathrm{d}t}$.

INDICE

Outil : une variation en divisions se multiplie par la sensibilité de la voie, une durée par celle du balayage.

2.

En déduire la valeur de $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ pendant cette montée.

INDICE

Outil : la loi d'Ohm $u_R = R\,i$; R est constante.

3.

Lire u_L pendant la montée, puis calculer l'inductance L de la bobine.

INDICE

Outil : pour une bobine de résistance négligeable, $u_L = L\,\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$.

Exercice 3

Constante de temps de la bobine d'un contacteur

La bobine d'un contacteur a une inductance $L = 0{,}90\,\mathrm{H}$ et une résistance $r = 30\,\Omega$. Elle est montée en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 150\,\Omega$, puis soumise à un échelon de tension.

1.

Montrer, par une équation aux dimensions, que le quotient $\dfrac{L}{R+r}$ a la dimension d'un temps.

INDICE

Début : $L\,\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ est une tension et $R\,i$ aussi. **Ensuite :** écris $[L]$ et $[R]$ avec $[U]$, $[I]$ et $[T]$.

2.

Calculer la constante de temps τ du dipôle.

INDICE

Point délicat : la résistance totale du circuit comprend celle du fil de la bobine.

3.

Estimer la durée du régime transitoire.

INDICE

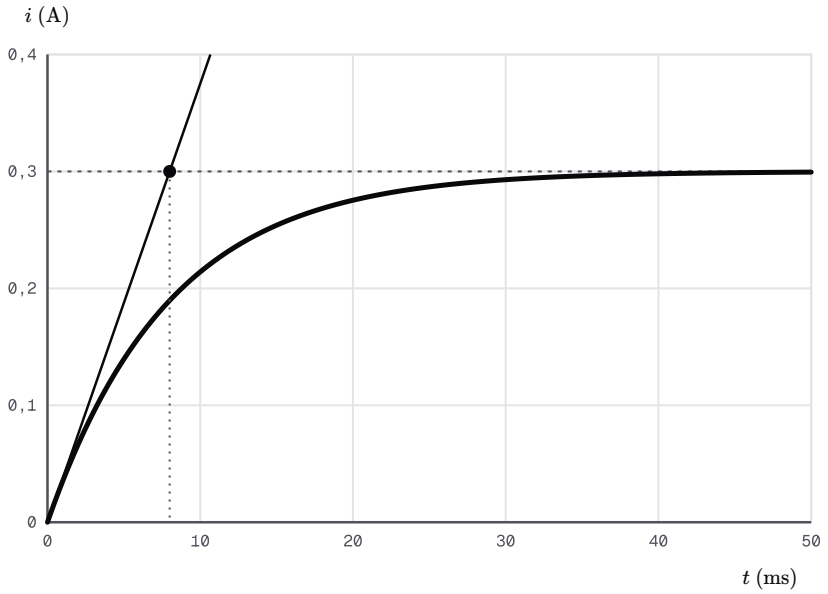
Outil : au bout de 5τ, l'intensité diffère de sa valeur finale de moins de $1\,\%$.

Exercice 4

Intensité permanente et constante de temps lues sur une courbe

Une bobine de lissage est montée en série avec un conducteur ohmique. L'ensemble forme un dipôle RL de résistance totale $R + r$, soumis à l'instant $t = 0$ à un échelon de tension de 0 à $E = 12\,\text{V}$.

Document. Courbe de l'intensité $i(t)$ du courant, avec la tangente à l'origine.



Établissement du courant dans la bobine de lissage

Demi-tangente calculée en x = 0 : coefficient directeur ≈ 0,0375 ; elle coupe la droite y = 0,3 en x ≈ 8.

1.

Lire sur le document l'intensité I_0 du régime permanent et la constante de temps τ, en nommant la méthode employée.

INDICE

Outil : l'asymptote horizontale donne I_0 ; la tangente à l'origine la rencontre à l'instant τ.

2.

Calculer la résistance totale $R + r$ du dipôle.

INDICE

Outil : en régime permanent, $I_0 = \dfrac{E}{R + r}$.

3.

En déduire l'inductance L de la bobine de lissage.

INDICE

Outil : $\tau = \dfrac{L}{R + r}$. **Point délicat :** convertis τ en secondes.

Exercice 5

Décroissance du courant dans la bobine d'une sonnette

Un courant d'intensité $I_0 = 0{,}16\ \mathrm{A}$ est établi dans la bobine d'une sonnette, protégée par une diode de roue libre. À l'instant $t = 0$, on ouvre l'interrupteur : l'intensité devient

$$i(t) = I_0\, e^{-t/\tau}$$

avec $\tau = 12\,\mathrm{ms}$. Valeurs utiles : $e^{-1} \approx 0{,}368$, $e^{-2} \approx 0{,}135$ et $e^{-5} \approx 0{,}00674$.

1.

Calculer l'intensité aux instants $t = \tau$ et $t = 2\tau$.

INDICE

Outil : en $t = \tau$, l'exposant vaut -1 ; en $t = 2\tau$, il vaut -2.

2.

Calculer $i(5\tau)$. À partir de quel instant peut-on considérer le courant comme éteint ?

INDICE

Outil : compare $i(5\tau)$ à $1\,\%$ de I_0.

3.

Calculer la pente de la tangente à l'origine de la courbe $i(t)$, puis l'instant où cette tangente coupe l'axe des temps.

INDICE

Outil : la dérivée de $t \mapsto e^{-t/\tau}$ est $t \mapsto -\dfrac{1}{\tau}\, e^{-t/\tau}$.

Exercice 6

Énergie emmagasinée par deux bobines d'un banc de test

Un banc de test comporte deux bobines en régime permanent. La bobine (1) a une inductance $L_1 = 0{,}80\,\mathrm{H}$ et est traversée par $I_1 = 0{,}25\,\mathrm{A}$. La bobine (2) a une inductance $L_2 = 0{,}25\,\mathrm{H}$ et est traversée par $I_2 = 0{,}40\,\mathrm{A}$.

1.

Calculer l'énergie $\mathcal{E}_1$ emmagasinée dans la bobine (1).

INDICE

Outil : l'énergie emmagasinée dans une bobine.

2.

Calculer l'énergie $\mathcal{E}_2$ emmagasinée dans la bobine (2). Laquelle des deux bobines emmagasine le plus d'énergie ?

INDICE

Point délicat : l'intensité intervient au carré.

3.

Quelle intensité faudrait-il faire passer dans la bobine (2) pour qu'elle emmagasine la même énergie que la bobine (1) ?

INDICE

Outil : isole i dans $\mathcal{E} = \dfrac{1}{2}\,L\,i^2$, avec $i > 0$.

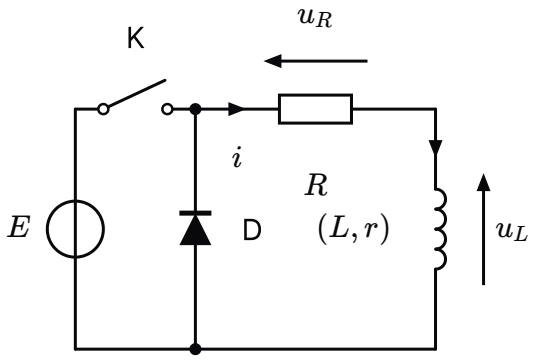
Exercice 7

Continuité de l'intensité dans un verrou électrique

La bobine (L, r) du verrou électrique d'un portail, de résistance $r = 4{,}0\,\Omega$, est associée en série à un conducteur ohmique $R = 21\,\Omega$. Un générateur de tension $E = 7{,}5\,\mathrm{V}$ alimente l'ensemble par l'interrupteur K.

Une diode D, supposée idéale, relie les deux extrémités de la branche formée par le conducteur ohmique et la bobine.

Document. Schéma du montage, interrupteur ouvert.



Verrou électrique protégé par une diode de roue libre

1.

On ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$. Donner l'intensité i juste après la fermeture, puis en déduire u_R et u_L à cet instant.

INDICE

Outil : la continuité de l'intensité du courant dans une bobine. **Ensuite :** la loi d'additivité des tensions.

2.

Calculer l'intensité I_0 du courant en régime permanent.

INDICE

Outil : en régime permanent, la bobine se comporte comme un conducteur ohmique de résistance r.

3.

On ouvre ensuite l'interrupteur. Donner l'intensité juste après l'ouverture, calculer u_L à cet instant et préciser le rôle de la diode.

INDICE

Point délicat : après l'ouverture, le courant se referme par la diode ; la tension de la diode idéale est nulle.

Exercice 8

Vérifier par substitution une solution de l'équation d'établissement

Dans un dipôle RL alimenté à l'instant $t = 0$ par un générateur de tension, l'intensité vérifie, pour $t \geq 0$:

$$\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + 400\, i = 60$$

avec i en ampères et t en secondes.

1.

On propose $i(t) = I_0\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$, où I_0 et τ sont des constantes positives. Montrer que cette fonction est solution de l'équation si $\dfrac{1}{\tau} = 400\,\mathrm{s^{-1}}$ et $400\, I_0 = 60$.

INDICE

Début : dérive $i(t)$. **Ensuite :** remplace, puis regroupe les termes en $e^{-t/\tau}$.

2.

Calculer τ et I_0, puis vérifier que la solution respecte la continuité de l'intensité à l'instant $t = 0$.

INDICE

Outil : avant la fermeture, aucun courant ne traverse la bobine.

3.

La bobine a une inductance $L = 0{,}075\,\mathrm{H}$. En comparant avec l'équation différentielle de l'établissement du courant, calculer la résistance totale $R + r$ et la tension E du générateur.

INDICE

Outil : l'équation s'écrit $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \dfrac{R+r}{L}\, i = \dfrac{E}{L}$; identifie terme à terme.