

Dipôle RL : exercices

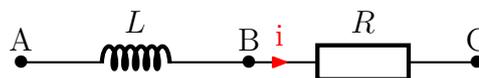
Exercices 1

1. rappeler le nom de l'unité d'inductance et son symbole .
2. quelle est l'origine de ce nom ?
3. Relier cette unité aux unités de tension, d'intensité et de temps .
4. Montrer que la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ d'un dipôle (L,R) a la dimension d'un temps .

Exercices 2

Le schéma d'un dipôle (R,L) est donné ci-contre .

1. Représenter en convention récepteur les tensions fléchées u_L et u_R
2. Exprimer $u_{AC}(t)$ en fonction de L , R et $i(t)$



Exercices 3 : QCM

1. Plus la résistance dans un circuit (R,L) est grande , plus la durée de l'établissement du courant dans le circuit est :
(a) courte (b) long
2. l'association en série de deux bobines d'auto-inductances et de résistances respectives (L_1, r_1) et (L_2, r_2) est équivalente à une bobine unique dont l'auto-inductance et la résistance sont :
(a) $\frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$; $r_1 + r_2$ $L_1 + L_2$; $r_1 + r_2$ $L_1 + L_2$; $\frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$
3. Si la tension aux bornes d'une bobine est nulle , alors elle n'a pas emmagasiné d'énergie magnétique
(a) vrai (b) faux
4. Si l'intensité du courant qui parcourt une bobine est constante et nulle , alors la tension a ses bornes peut être constante et nulle .
(a) vrai (b) faux

Solution : QCM

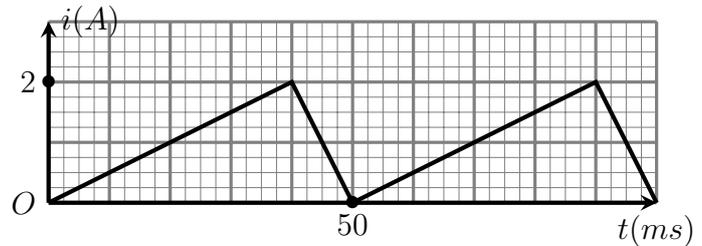
1. Plus la durée d'établissement du courant est court . en effet , on a : $\tau = \frac{L}{r}$
2. L'auto-inductance équivalente vaut $L_1 + L_2$ et la résistance équivalente est $r_1 + r_2$

$$u_{srie} = u_1 + u_2 = L_1 \frac{di}{dt} + r_1 i + L_2 \frac{di}{dt} + r_2 i = (L_1 + L_2) \frac{di}{dt} + (r_1 + r_2) i$$

3. Faux . L'expression de l'énergie magnétique dépend de l'intensité du courant , pas de la tension aux bornes de la bobines . celle - ci peut être nulle sans que l'intensité du courant le soit .
4. Faux . Si l'intensité du courant est nulle et constante , la relation $u = ri + L \frac{di}{dt}$ montre que la tension aux bornes de la bobine est également nulle .

Exercices 4 : inductance d'une bobine

L'intensité du courant dans une bobine de bornes A et B , orientée de A vers B , est donnée par le graphique ci-contre . La résistance de la bobine est négligeable , son inductance est $L = 50mH$.



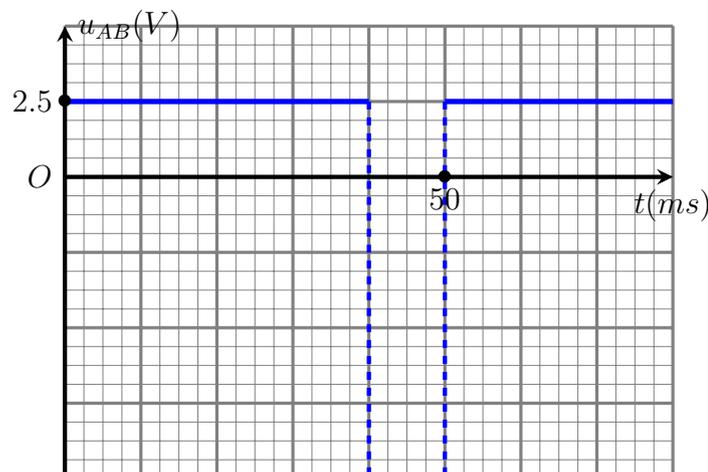
1. Quelle relation existe - t entre u_{AB} et l'intensité i du courant ?
2. a. Montrer que $u_{AB}(t)$ est une tension en créneaux .
b. Préciser les valeurs prise par u_{AB} au cours du temps et représenter u_{AB} en fonction du temps .

Solution : inductance d'une bobine

1. La relation qui existe entre u_{AB} et i est :

$$u_{AB} = L \cdot \frac{di}{dt}$$

2. a. i est une fonction affine du temps : $i = a \cdot t + b$ et $\frac{di}{dt} = a = \text{constante}$ coefficient directeur des portions de droite
- b. les valeurs prise par u_{AB} au cours du temps et la représentation de u_{AB} en fonction du temps . De 0 à 40ms : $u_{AB} = L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} = 50 \times 10^{-3} \times \frac{2}{0.040} = 2,5V$
De 40 ms à 50 ms : $u_{AB} = L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} = -50 \times 10^{-3} \times \frac{2}{0.010} = -10V$



Exercices 5 : énergie emmagasinée par une bobine

Une bobine d'inductance $L = 0,15H$ et de résistance $r = 12\Omega$ est placée dans un circuit série contenant un générateur de tension continue de valeur $E=4,5 V$ et un conducteur ohmique de résistance $R = 10\Omega$.

1. Représenter le schéma du circuit
2. Calculer la valeur de la constante de temps τ du circuit
3. Au bout de quelle durée peut-on considérer que le régime permanent est atteint ?
4. Le régime permanent étant atteint, quelle est la valeur de l'intensité du courant électrique circulant dans le circuit ?
5. Quelle est la valeur de l'énergie emmagasinée dans la bobine en régime permanent ?

Exercices 6 : calcul une énergie magnétique

Un enroulement d'électroaimant a une inductance $L = 50H$ il est parcouru par un courant de $20 A$.

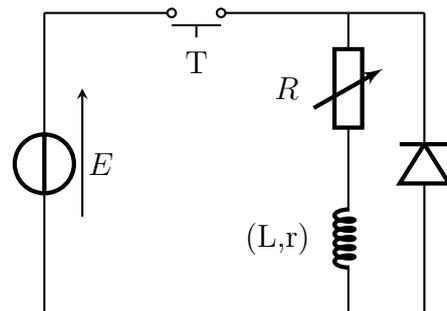
1. Calculer l'énergie W_m emmagasinée dans cette bobine
2. Sur quelle hauteur pourrait-on soulever une masse de $1 kg$ avec une énergie de même valeur que W_m ?
3. Lorsqu'on ouvre l'interrupteur du circuit de la bobine des étincelles peuvent se produire. En admettant que l'intensité s'annule au bout de $1 ms$, calculer la puissance électrique moyenne mise en jeu au moment de l'étincelle. Conclure.

Exercices 7 : Influence de R et L lors de la disparition du courant

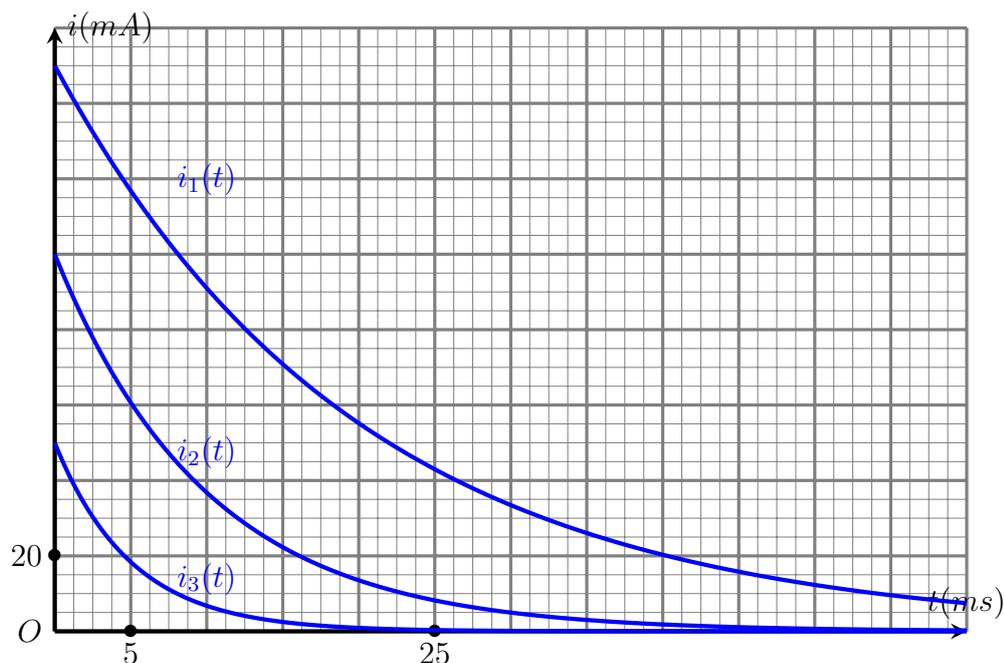
On réalise le montage schématisé ci-dessous dans lequel on trouve un conducteur ohmique de résistance réglable R , une bobine (L,r), un interrupteur et un générateur de tension continue E égale à $6 V$.

À l'ouverture du circuit on visualise l'évolution de l'intensité du courant dans le circuit au cours du temps, à l'aide d'un système informatisé.

La diode se comporte comme un interrupteur fermé lorsqu'elle est passante, et comme un interrupteur ouvert lorsqu'elle est bloquée.

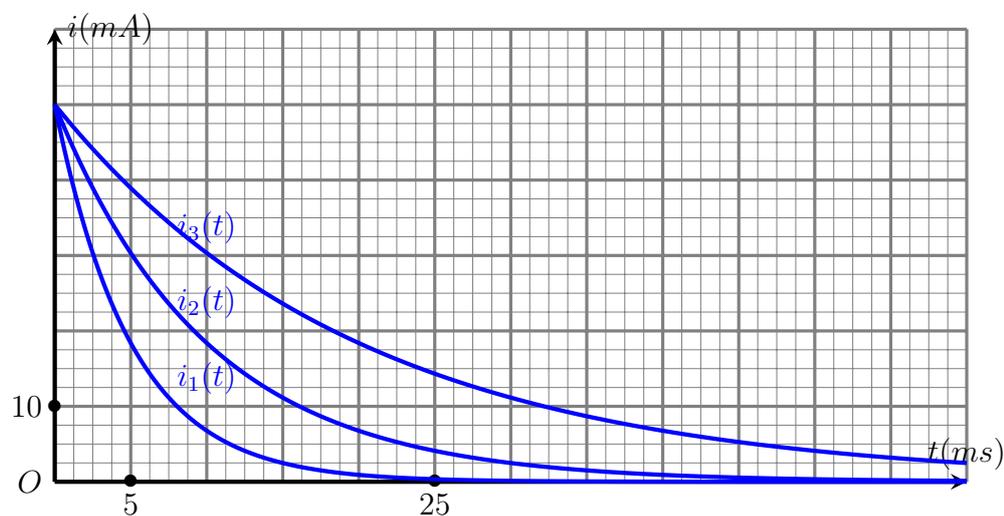


1. Quelle est l'expression de la constante de temps τ de l'association de cette bobine et du conducteur ohmique ?
2. Par une analyse dimensionnelle, montrer que l'expression de τ en fonction de L , r et R est bien homogène à un temps.
3. Lors d'une première série d'acquisition, on fait varier la résistance R , la bobine utilisée étant la même. on obtient $i_1(t)$ pour une valeur de R_1 , $i_2(t)$ pour R_2 et $i_3(t)$ pour R_3 (voir le graphique ci-après). comparer les valeurs R_1 , R_2 et R_3 :
 - a. à partir de l'intensité du régime permanente initiale ;
 - b. à partir des constantes de temps ;



4. Lors d'une seconde série d'acquisition, on place successivement dans le montage trois bobines d'inductance L_1 , L_2 et L_3 différentes et même résistance r , la résistance R ne varie pas. On obtient respectivement les intensités $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i_3(t)$. (Voir le graphe ci-dessous)

Comparer les valeurs de L_1 , L_2 et L_3 .



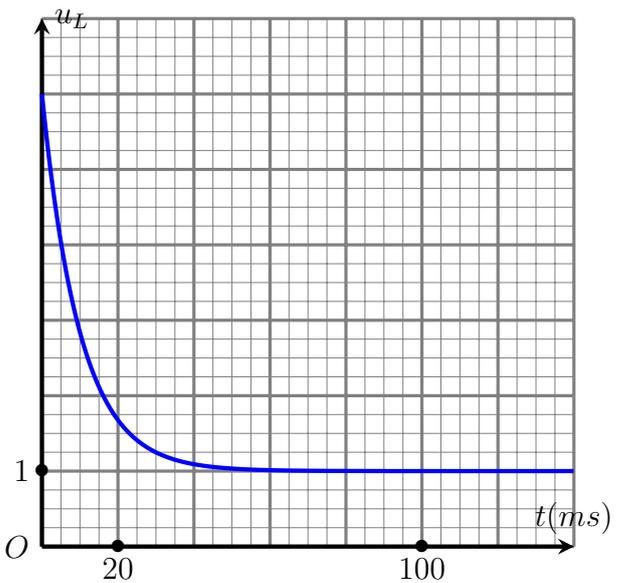
Exercices 8 : Évolution au cours du temps de la tension aux bornes d'une bobine

Dans un circuit en série, on place un générateur de tension continue, un interrupteur, un conducteur ohmique de résistance $R = 50\Omega$ et une bobine d'inductance $L = 1,0mH$ de résistance $r = 10\Omega$.

On ferme le circuit et, à l'aide d'un système informatisé, on visualise la tension u_L aux

bornes de la bobine au cours du temps (voir le graphe ci-dessous) .

1. Rappeler l'expression de la tension u_L aux bornes d'une bobine en fonction de l'intensité i du courant qui la traverse .
2. Que devient l'expression de u_L lorsque l'intensité du courant traversant la bobine est constante .
3. À partir de quelle date l'intensité du courant traversant la bobine est constante ?
4. Calculer la valeur de l'intensité du courant traversant la bobine lorsqu'elle est constante.
5. Déterminer graphiquement la constante du temps et la comparer à la valeur théorique .



Exercices 9

Dans le circuit en série (figure 1) , on place un générateur idéal de tension de f.e.m $E = 6V$, un interrupteur K, un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$ et une bobine d'inductance L de résistance r .

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K . On suit l'évolution des tensions suivantes ; u_R la tension aux bornes du conducteur ohmique , u_B la tension aux bornes de la bobine et u_g la tension aux bornes du générateur , on obtient les courbes représentée dans la figure (2)

I. Le régime permanent

1. Déterminer l'expression de chacune des tensions , u_R et u_B en fonction de r , R et E en régime permanent .
2. Exprimer le rapport $\frac{u_R}{u_B}$ en fonction de r et R ;
3. Déterminer la valeur de r en exploitant les courbes représentées dans la figure (2)

II. Le régime transitoire

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_R(t)$ la tension aux bornes du conducteur ohmique
2. La solution de cet équation différentielle est de la forme suivante :

$$u_R(t) = Ae^{-\alpha.t} + B$$

Déterminer les constantes A, B, et α

3. En déduire l'expression de la constante du temps τ et l'expression de la tension u_B au bornes de la bobine .
4. Déterminer graphiquement τ , en déduire la valeur de l'inductance L de la bobine .
5. Lorsqu'on ouvre l'interrupteur K , il apparaît des étincelles électrique entre ses bornes ; donner une explication de ce phénomène .

Pour éviter ce phénomène on branche en dérivation avec la bobine un conducteur ohmique et une diode à jonction , Donner un schéma de ce montage en expliquant son fonctionnement .

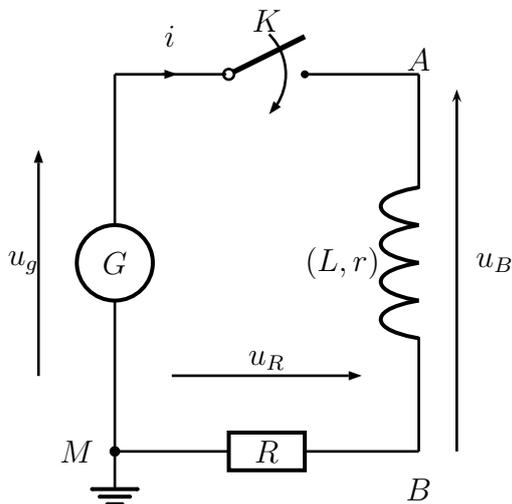


figure 1

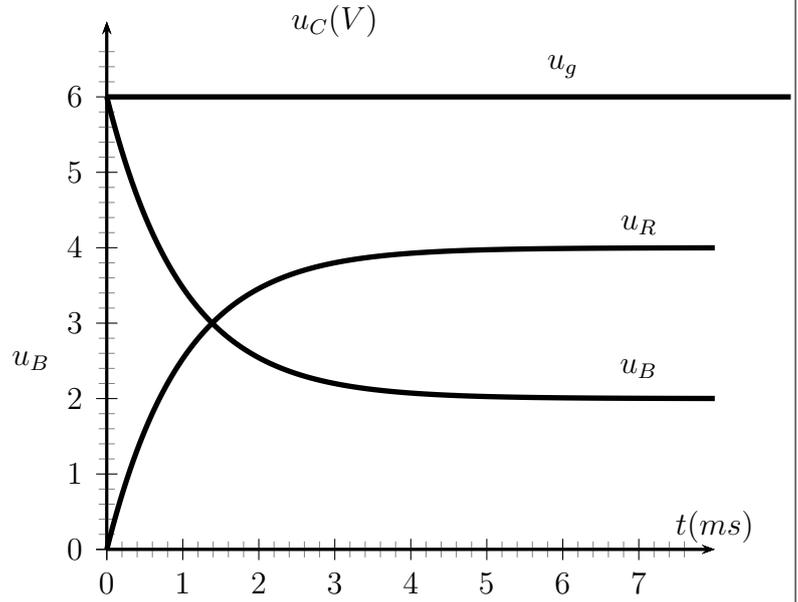


figure 2

Exercices 10

Dans un circuit en série , on place un générateur de tension continue de f.e.m E et résistance interne nulle , un interrupteur K , un conducteur ohmique de résistance $R = 90\Omega$ et une bobine d'inductance L de résistance r .

À l'instant $t = 0$, on ferme le circuit .

1. Représenter le schéma de ce circuit en indiquant le sens du courant les tensions électrique aux bornes de la bobine , du conducteur ohmique et du générateur ;
2. Montrer sur le schéma comment peut-on brancher l'oscilloscope pour visualiser l'évolution de l'intensité du courant $i(t)$ traversant le circuit , en justifiant votre réponse .
3. En appliquant la loi d'additivité des tensions , établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique .
4. Sachant que la solution de cet équation différentielle est de la forme suivante :

$$u_R(t) = A(1 - \exp(-\alpha.t))$$

avec A et α constantes positives . Déterminer A et α et déduire l'expression de $i(t)$ en fonction du temps t et les paramètres du circuit .

5. La graphe ci-contre représente la variation de $\frac{di}{dt}$ en fonction de l'intensité du courant i ;

a. Déterminer l'inductance L de la bobine et sa résistance r .

b. Déterminer l'expression de l'intensité I_0 en régime permanent en fonction de E , R , et r et calculer sa valeur .

c. Dans le cas où on néglige la résistance de la bobine la forme de la graphe change-t-elle ?

