Série n°2 : circuit RL

Exercice n°1

Exercice 1 (3,5 points)

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série :

- une bobine **(B)** ;
- un résistor de résistance $R_0 = 20\ \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un interrupteur **K**.

On branche un voltmètre aux bornes de la bobine **(B)** et à l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante $U_1 = 2\ V$.

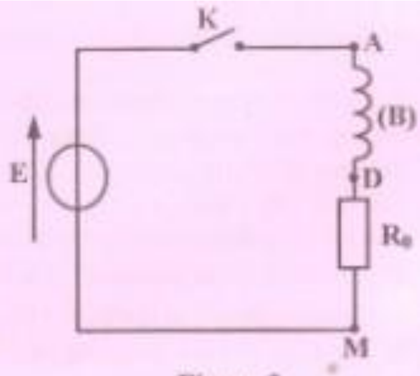


Figure 2

1) Justifier que la bobine **(B)** possède une résistance **r** non nulle.

2) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$, respectivement sur ses voies **X** et **Y**. La courbe représentée sur la **figure 3** correspond à l'une des tensions visualisées.

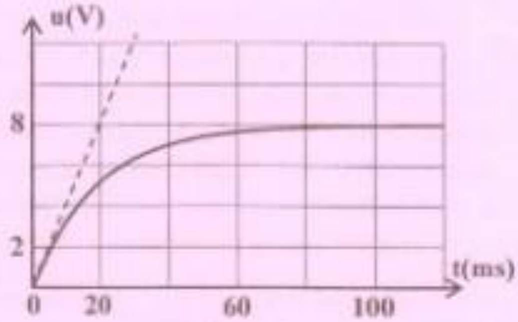


Figure 3

a- Compléter, sur la **figure 4** de la **page 5/5** **(à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie)**, le schéma du montage en indiquant les connexions nécessaires à l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$.

b- Identifier, en le justifiant, la courbe de la **figure 3**.

c- On désigne par U_0 la valeur de $u_{DM}(t)$ lorsque le régime permanent est atteint.
Etablir la relation reliant U_0, U_1 et E.

d- Déterminer graphiquement U_0 et déduire la valeur de E.

3) La bobine (B) est d'inductance L et de résistance r.

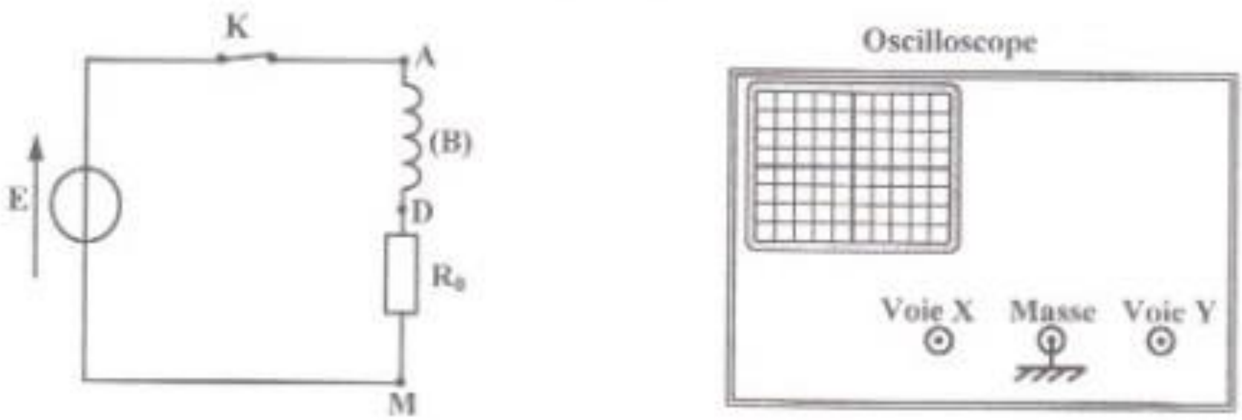
a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de u_{DM} au cours du temps s'écrit :

$$\tau\frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0\ ;\ \text{où } \tau = \frac{L}{R_0 + r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

b- Montrer que $r = 5\ \Omega$.

c- Déterminer graphiquement la valeur de τ. En déduire la valeur de L.

Figure 4



Exercice n°2

On dispose, au laboratoire, de trois dipôles différents de nature inconnue, notés D_1, D_2 et D_3. Chaque dipôle peut être soit un condensateur de capacité C, soit une bobine d'inductance L et de résistance r, soit un conducteur ohmique de résistance R. On désire déterminer la nature et les grandeurs caractéristiques de chaque dipôle. Pour cela, on réalise les expériences décrites ci-après:

Expérience 1 :

On applique à chaque dipôle une tension continue U = 4 V et on mesure l'intensité I du courant électrique qui le traverse en régime permanent. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Dipôle	D_1	D_2	D_3
I(A)	0,5	0,5	0

1- Justifier que D_3 correspond à un condensateur.

2- Déterminer les valeurs de R et r.

Expérience 2 :

Pour identifier les dipôles D_1 et D_2, on les insère dans le circuit de la **figure 2**.

En plus de ces deux dipôles, le circuit comporte un générateur de tension idéal de fem E, deux lampes identiques L_1 et L_2 et un interrupteur K.

Immédiatement après la fermeture de K, on constate que les deux lampes ne s'allument pas simultanément :

- la lampe L_1 brille instantanément ;
- la lampe L_2 brille avec un retard.

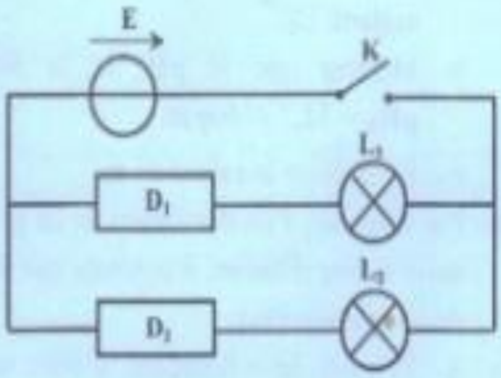


figure 2

1- Justifier que D_2 correspond à la bobine.

2- Comparer la luminosité des deux lampes à la fin de l'expérience. Justifier.

3- On supposera que la lampe L_2 a le même comportement électrique qu'un conducteur ohmique de résistance $R_0 = R_{lampe} = 2\ \Omega$, et que la durée nécessaire pour atteindre sa luminosité finale est de l'ordre de 5 τ ; τ étant la constante de temps caractérisant l'évolution temporelle de l'intensité du courant électrique dans la branche comportant la lampe L_2.

a- Exprimer τ en fonction de l'inductance L de la bobine, de sa résistance interne r et de R_0.

b- Montrer que la valeur de l'inductance L de la bobine satisfait à la condition : $L \geq 0,2$ **H**.

On précise que l'œil est capable de distinguer deux images consécutives séparées d'au moins d'une durée $\Delta t = 0,1$ s.

Exercice n°3

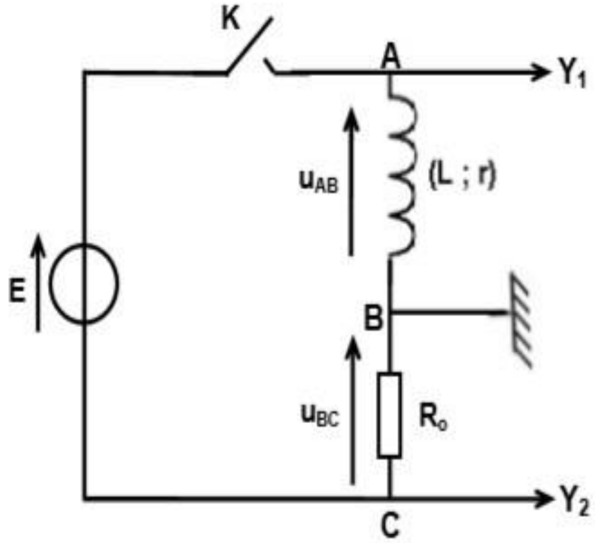


Fig.1

On associe en série une bobine d'inductance **L** et de résistance **r = 10 Ω**, un générateur de force électromotrice (**fem**) **E**, de résistance interne nulle et de masse flottante, un résistor de résistance $\mathbf{R_o}$ et un interrupteur **K** comme il est indiqué dans la figure **1**.

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle des tensions $\mathbf{u_{AB}(t)}$ et $\mathbf{u_{BC}(t)}$, on relie les entrées $\mathbf{Y_1}$ et $\mathbf{Y_2}$ d'un oscilloscope à mémoire respectivement aux points **A** et **C** du circuit tandis que sa masse est reliée au point **B** (**Fig.1**) et on appuie sur le bouton inversion de la voie $\mathbf{Y_2}$ de l'oscilloscope. A l'instant **t = 0**, on ferme le circuit à l'aide de l'interrupteur **K**. L'oscilloscope enregistre les courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la figure **2**.

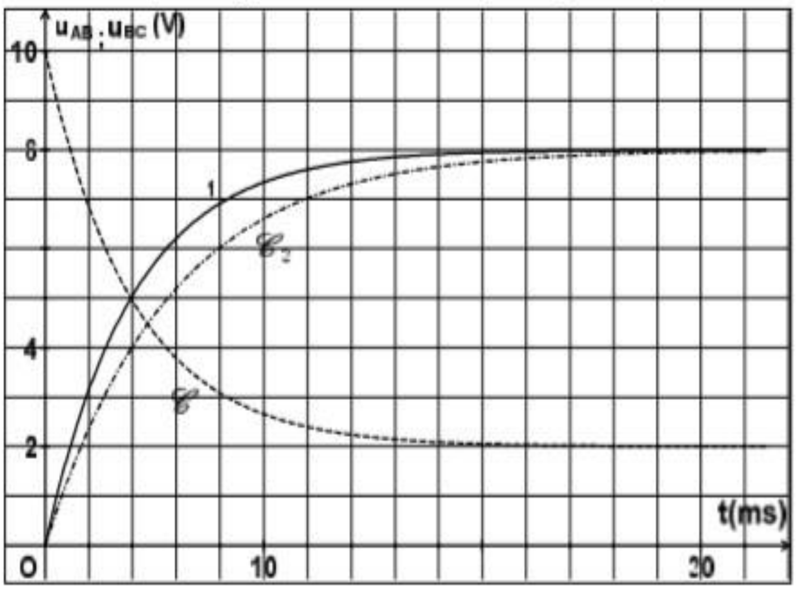


Fig.2

1. Justifier l'inversion faite sur la voie $\mathbf{Y_2}$ de l'oscilloscope.

2. Montrer que l'intensité **i** du courant qui circule dans le circuit est régie par l'équation différentielle :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L} \text{ , avec } \tau = \frac{L}{R} \text{ et } R = R_o + r.$$

3. a) Vérifier que l'intensité **i** du courant s'écrit sous la forme :

$$i(t) = K\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

, où **K** est une constante dont on déterminera l'expression en fonction de **E** et de **R**.

b) En déduire l'expression de chacune des tensions $\mathbf{u_{AB}(t)}$ et $\mathbf{u_{BC}(t)}$.

c) Identifier parmi $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la figure **2**, le chronogramme de $\mathbf{u_{BC}(t)}$.

4. A l'aide des courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la figure **2**, déterminer la valeur de :

a) la **fem E** du générateur,

b) l'intensité $\mathbf{I_o}$ du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent,

c) la résistance $\mathbf{R_o}$,

d) la constante de temps τ et en déduire la valeur de l'inductance **L**.

5. Dans le circuit précédent, on modifie l'une des grandeurs caractéristiques du circuit (**L** ou bien $\mathbf{R_o}$). Le nouveau chronogramme de la tension $\mathbf{u_{BC}}$ est la courbe $\mathscr{C}_3$ de la figure **2**.

Exercice n°4

On dispose au laboratoire, de deux composants électriques: un conducteur ohmique de résistance **R = 80 Ω** et une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**.
L'objectif d'une séance de TP est de déterminer les caractéristiques **r** et **L** de la bobine.
Pour cela, on choisit d'étudier l'établissement du courant dans le dipôle comportant la bobine et le conducteur ohmique, lorsque celui-ci est soumis à un échelon de tension de valeur **E**.
On réalise donc le montage schématisé dans la **figure 2**.
Afin d'enregistrer simultanément l'évolution des tensions u_{AM} et u_{BM}, on relie les entrées Y_1 et Y_2 d'un oscilloscope à mémoire, respectivement, aux points **A** et **B** du circuit, tandis que sa masse est reliée au point **M** (**figure 2**).
A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$ de la **figure 3**.

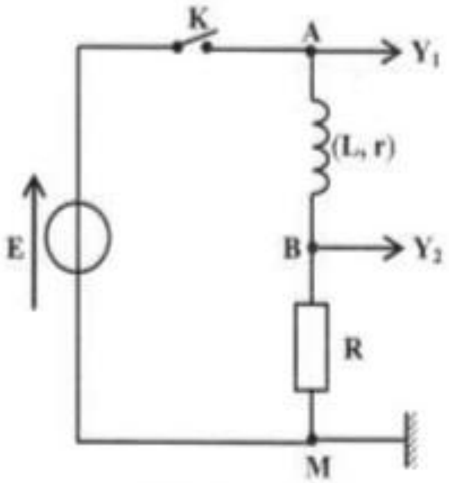


figure 2

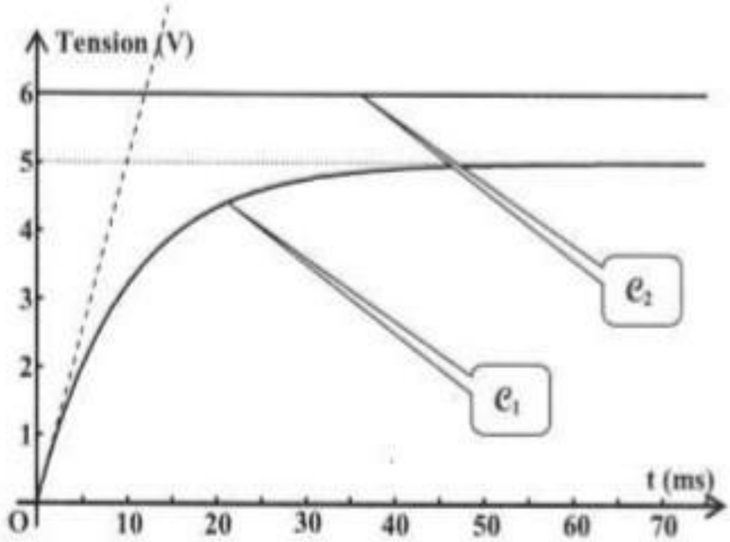


figure 3

1- a- Identifier, parmi les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, celle qui correspond à $u_{AM}(t)$.
b- L'une des deux courbes permet de déduire l'évolution au cours du temps, de l'intensité **i** du courant électrique traversant le circuit. Laquelle ? Justifier la réponse.
c- Quelle est l'influence de la bobine sur l'établissement du courant dans le circuit ?

2- Montrer que l'intensité **i** du courant traversant le circuit est régie, par l'équation différentielle :

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

3- a- Que devient cette équation en régime permanent ? (On notera I_0, l'intensité du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent).
b- En exploitant les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$ de la **figure 3**, déterminer les valeurs de **E**, I_0 et **r**.

4- a- Quelle est la valeur de l'intensité **i** du courant à l'instant **t = 0** ? Que devient alors l'équation différentielle à cet instant ?
b- Déduire qu'à l'instant **t = 0**, on a la relation suivante: $\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau}$, où **τ** est la constante de temps du circuit étudié.
c- On a tracé sur la **figure 3**, la tangente à la courbe $\mathcal{C}_1$ à l'instant **t = 0**. En exploitant la relation précédente (question 4-b), déterminer la constante de temps **τ**. En déduire la valeur de **L**.

Correction

1-a	($\mathcal{C}_2$) correspond à $u_{AM}(t)$.
1-b	($\mathcal{C}_1$), $u_{BM}(t) = u_R(t) = R.i(t)$.
1-c	La bobine s'oppose à l'établissement du courant électrique.
2-	Loi des mailles: $E = u_R + u_b = R.i + r.i + L.\frac{di}{dt}$ $E = (R + r).i + L.\frac{di}{dt}$
3-a-	$\frac{di}{dt} = 0$ d'où $E = (R+r).I_0$
3-b-	$* E = 6\ V$ $* I_0 = \frac{(U_R)perm}{R} = \frac{5}{80} = 0,0625\ A$ $* E = (R + r).I_0 \Rightarrow r = \frac{E}{I_0} - R$, AN: $r = 16\ \Omega$.
4-a	à t=0, i=0 d'où $E = L.\frac{di}{dt}$
4-b	$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L} = \frac{(R+r).I_0}{L} = \frac{I_0}{\tau}$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.
4-c	$\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau} \Rightarrow \frac{du_R}{dt} = \frac{R.I_0}{\tau} = \frac{(U_R)_{perm}}{\tau}$ $\frac{(U_R)_{perm}}{\tau}$: pente de la tangente à la courbe (C_1) à t=0. Pour $t = \tau$, $u_R = (U_R)_{perm}$ Graphiquement, $\tau = 10\ ms$. $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = 0,96\ H$.

Exercice n°5

Dans le cadre de la réalisation d'un projet scientifique, un enseignant encadrant dans un club scientifique demande à un groupe d'élèves de déterminer expérimentalement les valeurs de l'inductance **L** et de la résistance **r** d'une bobine **(B)** démontée d'un poste récepteur radio. Pour ce faire, les élèves réalisent le circuit électrique représenté sur la **figure 2**.

Ce circuit comporte, montés en série:

- la bobine **(B)** ;
- un conducteur ohmique de résistance **R = 110 Ω** ;
- un générateur idéal de tension continue **E = 6 V** ;
- un interrupteur **K**.

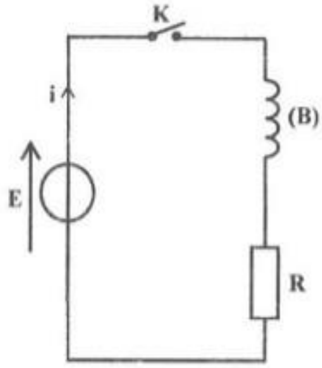


figure 2

A l'instant **t = 0**, les élèves ferment l'interrupteur **K** et à l'aide d'un dispositif approprié, ils enregistrent l'évolution au cours du temps de l'intensité **i(t)** du courant électrique traversant le circuit. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 3 de la page 5/6**.

1- Préciser, en le justifiant, si l'établissement du courant électrique dans le circuit est instantané.

2- a- Donner les expressions des tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$, respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine, en fonction de **R**, **r**, **L** et **i(t)**.

b- En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité **i(t)**, s'écrit sous la forme : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{\alpha}{L} i(t) = \frac{E}{L}$; où α est une constante positive que l'on exprimera en fonction de **R** et **r**.

c- Sachant que l'équation différentielle précédente admet une solution de la forme $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, montrer que : $I_0 = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$.

3- a- Déterminer graphiquement les valeurs de I_0 et τ.

b- En déduire les valeurs de **r** et **L**.

4- Dans le circuit précédent, un élève modifie la valeur de l'une des grandeurs suivantes (**L** ou **R** ou **E**) puis, il enregistre de nouveau l'évolution de l'intensité **i(t)** du courant traversant le circuit. La courbe obtenue est représentée sur **la figure 4 de la page 6/6 (à rendre avec la copie)**.

a- Identifier, en le justifiant, la grandeur dont la valeur a été modifiée.

b- Déterminer sa nouvelle valeur.

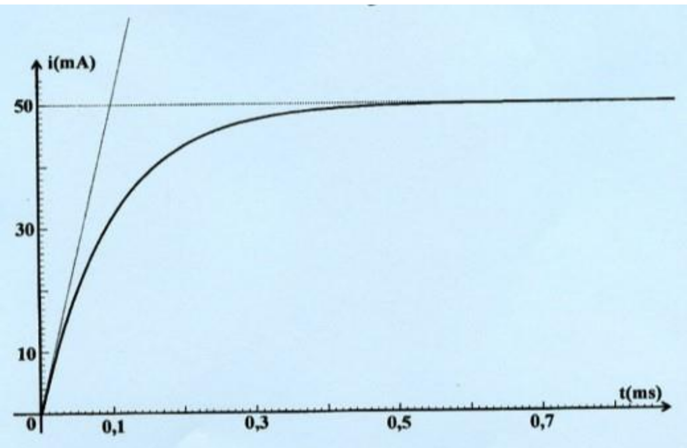


figure 3

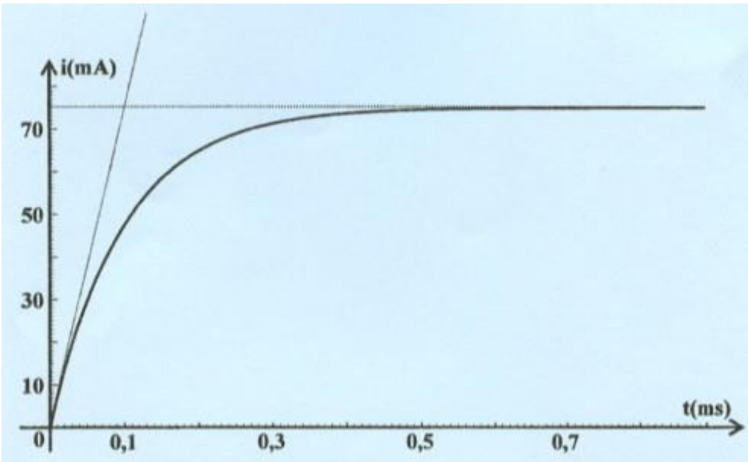


figure 4

Correction

1) Non ; d'après la figure 3 le régime permanent est atteint après une certaine durée.

2) a- $u_R(t) = Ri(t)$ et $u_B(t) = L\dfrac{di(t)}{dt} + ri(t)$

b- Loi des mailles : $u_B(t) + u_R(t) - E = 0$.(schéma fléché exigé) $L\dfrac{di(t)}{dt} + (r+R)i(t) = E$

$$\Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{(r+R)}{L}i(t) = \frac{E}{L} \Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{\alpha}{L}i(t) = \frac{E}{L} \text{ avec } \alpha = r+R.$$

c- $i(t) = I_0(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \dfrac{di}{dt} = \dfrac{I_0}{\tau}e^{-t/\tau}$

$$\Rightarrow \frac{I_0}{\tau}e^{-t/\tau} + \frac{\alpha}{L}I_0(1 - e^{-t/\tau}) = \frac{E}{L} \Rightarrow I_0\left(\frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L}\right).e^{-t/\tau} + \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$$

Soit $\tau = \dfrac{L}{\alpha} = \dfrac{L}{R+r}$ et $I_0 = \dfrac{E}{\alpha} = \dfrac{E}{R+r}$.

3) a- $I_0 = 50$ mA ; $\tau = 0,1$ ms.

b- $r = \dfrac{E}{I_0} - R$ AN : $r = 10\,\Omega$. $L = (r+R).\tau$ AN : $L = 12$ mH.

4) a- τ = Cte. Donc, il n'y a pas de modification ni de R, ni de L ;
et puisque I_0 a augmenté, donc c'est E qui a été modifiée.

b- $I'_0 = \dfrac{E'}{r+R}$. Donc $E' = I'_0(r+R)$ avec $I'_0 = 75$ mA. AN : $E' = 9$ V.

Exercice n°5

Un circuit électrique comporte, branchés en série, un résistor de résistance **R** variable, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un générateur idéal de tension, de fem **E** et un interrupteur **K** (**figure 1**).

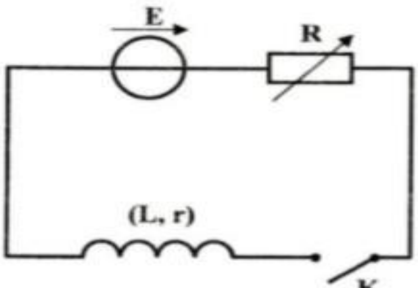


figure 1

A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**.

1- a- Montrer que l'équation différentielle en u_R (tension instantanée aux bornes du résistor) s'écrit : $\dfrac{du_R}{dt} + \dfrac{u_R}{\tau} = E\dfrac{R}{L}$; où τ est la constante de temps que l'on exprimera en fonction de **R**, **r** et **L**.

b- En déduire l'expression de la tension U_R aux bornes du résistor en régime permanent.

2- Pour deux valeurs différentes $R_1 = 40\ \Omega$ et R_2 de **R**, on suit les évolutions au cours du temps des tensions instantanées $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$ aux bornes du résistor. On obtient les courbes de la **figure 2**.

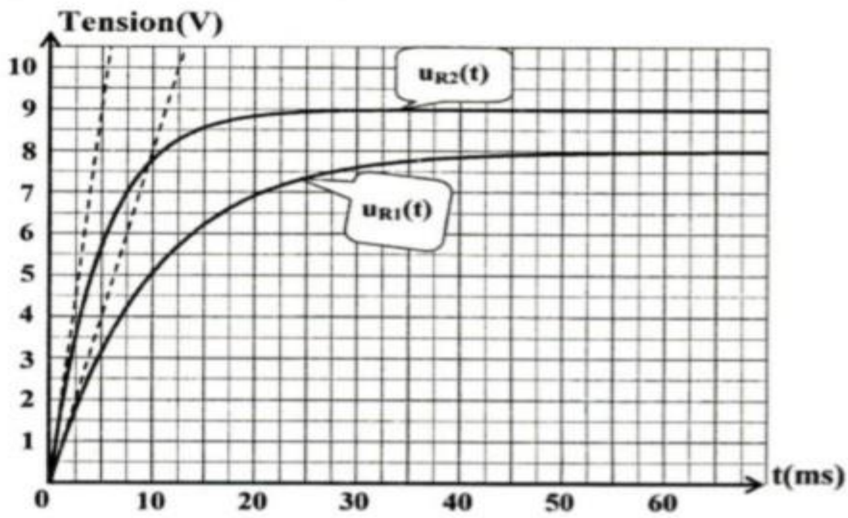


figure 2

a- Exprimer, en régime permanent, les tensions U_{R1} et U_{R2} correspondant respectivement aux tensions instantanées $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$.

b- En exploitant les courbes de la **figure 2**, montrer que : $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{8}{9}$; où τ_1 et τ_2 sont les constantes de temps correspondant respectivement à R_1 et R_2.

c- Déterminer graphiquement les valeurs de τ_1 et τ_2.

d- Déduire la valeur de R_2.

3- a- Montrer que $r = 10\ \Omega$.

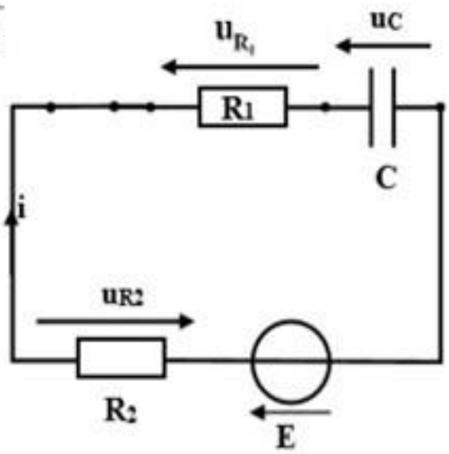
b- Déterminer les valeurs de E et L.

Correction

I-

1) a-$u_{R1} = R_1 i$; le circuit comprend un condensateur, en régime permanant I = 0 donc la courbe (C_2) correspond à $u_{R1}(t)$.

b- à t = 0, uc = 0, $i = \frac{E}{R_1 + R_2} \Rightarrow u_{R_1} = E\frac{R_1}{R_1 + R_2}$



2) a- Loi des mailles : $u_c + u_{R1} + u_{R2} - E = 0$

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$; avec $\tau = (R_1 + R_2)C$

b- En régime permanent

$\frac{du_C}{dt} = 0$ car u_c = constante = U_c; $U_c = E = 10$ V.

3) a- D'après 1) b- : $R_2 = \frac{ER_1 - R_1 u_{R_1}}{u_{R_1}}$

à t = 0 ; $u_{R_1} = 5$ V ; $R_2 = 100\ \Omega$

b- Graphiquement : $\tau = 2.10^{-3}$ s ; $C = \frac{\tau}{R_1 + R_2} = 10^{-5}$ F = 10 µF

Exercice n°6

On dispose au laboratoire d'une bobine **B** d'inductance **L** et de résistance **r** et d'un dipôle **D**, dont les valeurs des grandeurs caractéristiques indiquées par le constructeur sont grattées.
Afin de retrouver les valeurs de ces grandeurs, on demande à un groupe d'élèves de réaliser les **expériences** suivantes **(1)** et **(2)** :

Expérience (1):

Le groupe d'élèves réalise le montage de la **figure 4** comportant, montés en série, un générateur idéal de tension de fem **E = 9 V**, la bobine **B**, un conducteur ohmique de résistance **R = 50 Ω** et un interrupteur **K**.

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer :

- sur la **voie X** : la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ;
- sur la **voie Y** : la tension **u(t)** aux bornes du générateur.

A l'instant **t = 0**, on ferme **K**. Les courbes, donnant l'évolution au cours du temps des tensions électriques $u_R(t)$ et **u(t)**, sont représentées sur la **figure 5** de la **page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie.**

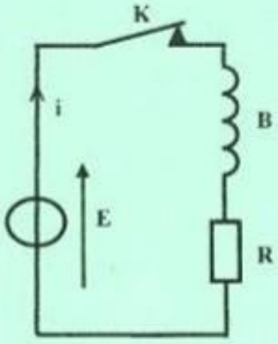


Figure 4

1) a- Indiquer sur la **figure 6** de la **page 5/5** les branchements à réaliser à l'oscilloscope pour visualiser simultanément $u_R(t)$ et **u(t)**.

b- Justifier que la courbe $\mathscr{C}_1$ de la **figure 5** correspond à $u_R(t)$.

2) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit $\dfrac{du_R(t)}{dt} + \dfrac{1}{\tau}u_R(t) = \dfrac{RE}{L}$; où τ désigne la constante de temps du circuit électrique dont on donnera son expression en fonction de R, r et L.

3) L'équation différentielle précédente admet comme solution $u_R(t) = U_{R_m}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; où U_{R_m} est la valeur maximale de $u_R(t)$. Exprimer U_{R_m} en fonction de R, r et E.

4) En exploitant les courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la **figure 5** :

a- Montrer que **r = 10 Ω** ;

b- Déterminer la valeur de la constante de temps **τ** et déduire celle de l'inductance **L**.

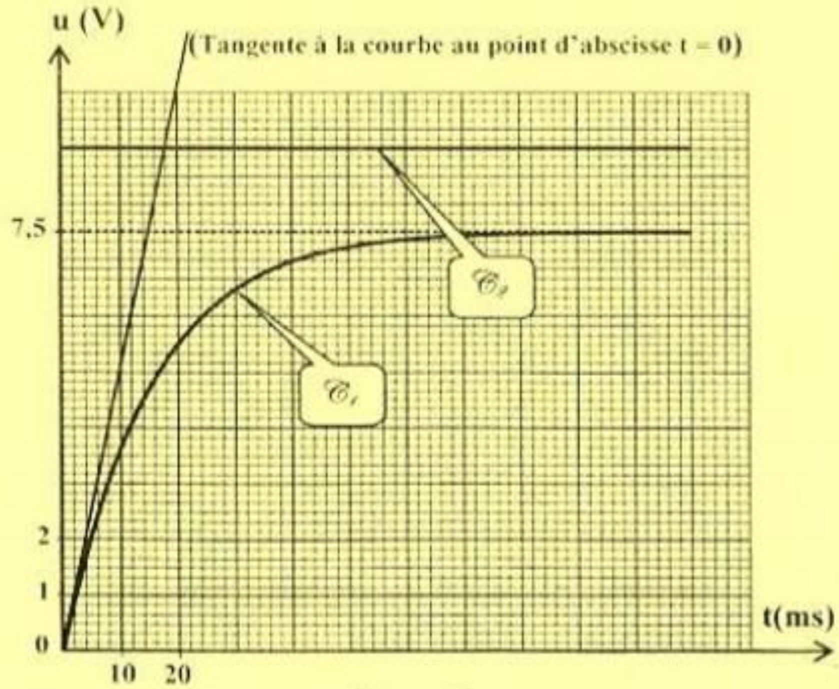


Figure 5

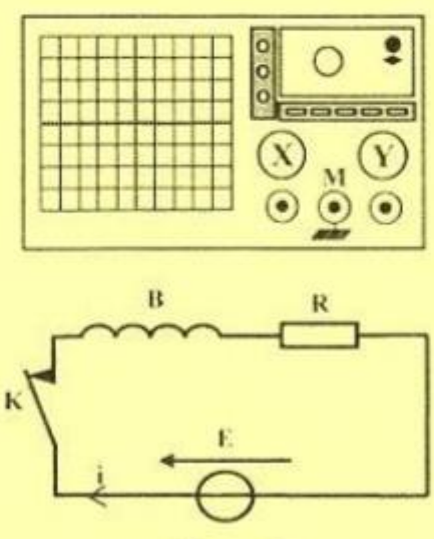


Figure 6

Exercice n°7

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte :

- un générateur de tension idéal de fem $E = 6$ V ;
- un résistor de résistance $R_0 = 50\ \Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- une diode D ;
- une lampe L ;
- un interrupteur K.

Dans une première expérience, on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. A l'aide d'une méthode expérimentale appropriée, on suit l'évolution au cours du temps de l'intensité instantanée i du courant électrique qui circule dans le circuit. On obtient la courbe de la **figure 3** ; où la droite (Δ) représente la tangente à cette courbe à l'instant $t = 0$.

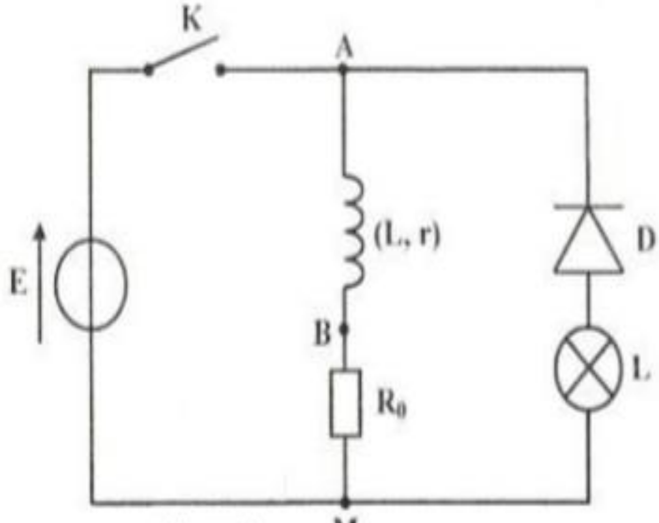


Figure 2

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de i en fonction du temps s'écrit :
$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de L, r et R_0.

2) Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R_0 + r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

3) a- Déterminer graphiquement :
   - la valeur I_0 de l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi ;
   - la valeur de la constante de temps τ.

   b- Déduire les valeurs de r et L.

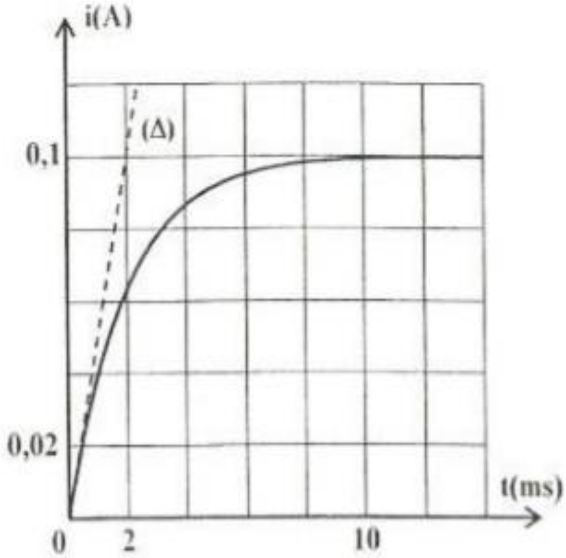


Figure 3

4) Tracer l'allure de la courbe traduisant l'évolution au cours du temps de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine tout en précisant les valeurs que prend $u_{AB}(t)$ respectivement à la fermeture de l'interrupteur K et lorsque le régime permanent est établi.

5) Dans une deuxième expérience et lorsque le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur K. On constate que la lampe L s'allume pendant une courte durée avant de s'éteindre.

   a- Enoncer la loi de Lenz.

   b- Nommer le phénomène physique responsable de l'annulation progressive de l'intensité du courant électrique dans le circuit.

   c- Préciser sur un schéma, le sens du courant électrique circulant dans le circuit juste après l'ouverture de K.

Exercice n°8

On réalise un circuit électrique en série comportant un résistor de résistance R_i variable, une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**, un ampèremètre et un interrupteur K **(Figure 1)**. L'ensemble est alimenté par un générateur de tension de force électromotrice (fem) **E**.

Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser l'évolution au cours du temps des tensions u_{AM}, aux bornes de la branche du circuit AM et $u_{R_1} = u_{DM} = R_1.i$, la tension aux bornes du dipôle résistor lorsque sa résistance est réglée à une valeur R_1.

A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K, les courbes traduisant l'évolution au cours du temps de u_{AM} et u_{DM} sont données par la **figure 2**.

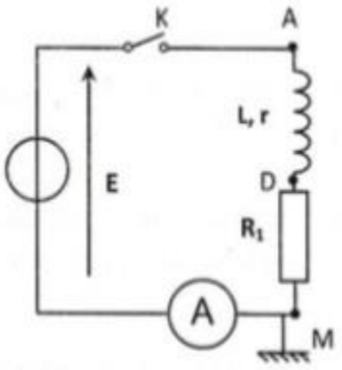
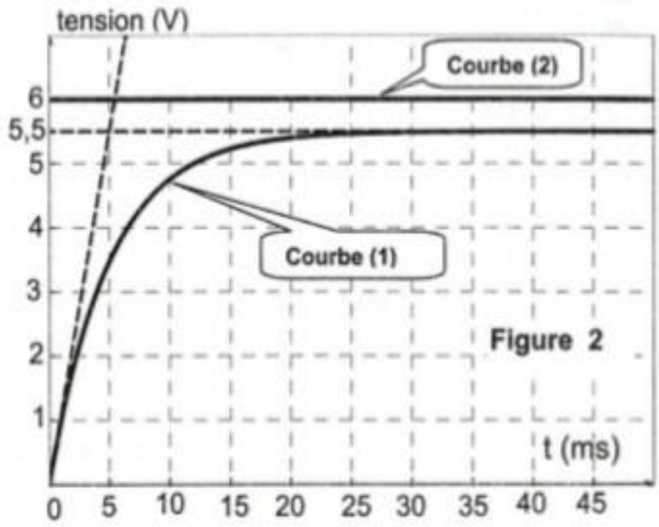


Figure 1



1) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension u_{R_1} au cours du temps s'écrit :

$$\tau_1 \frac{du_{R_1}}{dt} + u_{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + r}\right) E \; ; \; \text{avec} \quad \tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$$. Nommer τ_1.

2) La solution de l'équation différentielle établie précédemment s'écrit : $u_{R_1}(t) = U_{01}(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$;

avec U_{01} la valeur de $u_{R_1}(t)$ en régime permanent.

a- Montrer que la courbe (1) correspond à $u_{R_1}(t)$.

b- Donner la valeur de la fem **E** du générateur.

3) Lorsque le régime permanent est établi, l'ampèremètre indique la valeur $I_{01} = 50$ mA.

a- Déterminer la valeur de la résistance R_1 du résistor.

b- Montrer que l'expression de la résistance **r** de la bobine s'écrit : $r = \left(\frac{E}{U_{01}} - 1\right)R_1$. Calculer la valeur de **r**.

c- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ_1 et en déduire la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

4) Maintenant, on règle la résistance R_i à une valeur R_2.

a- Dans le but d'atteindre plus lentement le régime permanent, dire en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de la résistance par rapport à la valeur R_1.

b- Pour cette valeur R_2 de la résistance R_i, la constante de temps τ_2 est alors $\tau_2 = 2\,\tau_1$. Déterminer, dans ce cas, la valeur de l'intensité du courant I_{02} en régime permanent.

Correction

Exercice 1

1- Loi des mailles : $u_{AD} + u_{DM} + u_{MA} = 0$ d'où $u_b + u_{R1} - E = 0$ (équation 1)

Avec $u_b = u_{AD} = L\frac{di}{dt} + ri$ et $u_{R1} = u_{DM} = R_1.i$ et $u_{MA} = -E$

(équation 1) s'écrit : $L\frac{di}{dt} + ri + R_1.i - E = 0$

$\Rightarrow E = L\frac{di}{dt} + (r + R_1).i$

On remplace $i = \frac{u_{R1}}{R_1}$; on obtient : $\frac{L}{R_1}\frac{du_{R1}}{dt} + \frac{R_1 + r}{R_1}u_{R1} = E$

On multiplie l'égalité par $\frac{R_1}{R_1 + r}$

on trouve : $\tau_1.\frac{du_{R1}}{dt} + u_{R1} = E.\frac{R_1}{R_1 + r}$, avec $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$

τ_1 est la constante de temps

2- a- $u_{R1}(t) = U_{01}.(1 - e^{\frac{-t}{\tau_1}})$ ⇒ courbe(1) correspond à $u_{R1}(t)$

b- $E = 6\ V$

3- a – En régime permanent $u_{R1} = U_{01} = R_1.\ I_{01}$

$\Rightarrow R_1 = \frac{U_{01}}{I_{01}} = 110\ \Omega$

b- En régime permanent $(r + R_1)\ I_{01} = E$, $U_{01} = R_1.\ I_{01}$

$\Rightarrow r = \left(\frac{E}{U_{02}} - 1\right) R_1 = 10\ \Omega$

c- $\tau_1 = 5\ ms \Rightarrow L = \tau_1(R_1 + r) = 0{,}6\ H$

4- **a-** Pour atteindre plus lentement le régime permanent, on doit augmenter $\tau_1 = \frac{L}{r + R_1}$; donc on doit diminuer la valeur de R_1.

b- $\tau_2 = \frac{L}{r + R_2} = \frac{L}{r + \frac{R_1 - r}{2}} = \frac{2L}{r + R_1} = 2\ \tau_1$.

En régime permanent : $I_{02} = \frac{E}{r + R_2} = 100\ mA$ avec

$R_2 = 50\ \Omega$

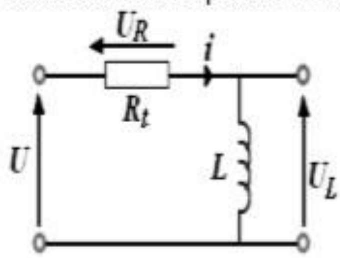
Commentaires

Pour l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle d'une grandeur électrique dans un circuit série, les éléments de réponse exigibles sont:

- Schéma du circuit série,
- Représentation du sens positif du courant,
- Représentation des tensions le long du circuit,

Ecriture de l'équation traduisant la loi des mailles ($u = u_R + u_L$)

- Déduction de l'équation différentielle.



La réponse d'un dipôle RL en courant est constituée de deux régimes : un régime transitoire au cours duquel l'intensité augmente en exponentielle à partir de la valeur zéro en tendant vers la valeur

$I_0 = \frac{E}{R_{total}}$ et un régime permanent caractérisé par un courant continu d'intensité I_0.

La constante de temps τ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle renseigne sur le retard avec lequel s'établit le régime permanent ou la rupture du courant dans le dipôle.

τ ayant la dimension d'un temps, elle s'exprime en seconde.

Le régime permanent intervient dès que le régime transitoire est considéré comme terminé.

En régime permanent: les grandeurs physiques telles que la tension **u** sont indépendantes du temps $\frac{du}{dt} = 0$

Exercice n°9

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves décide de retrouver expérimentalement les valeurs de la capacité **C** d'un condensateur, de l'inductance **L** et de la résistance **r** d'une bobine pour les comparer à celles données par le fabricant.
Le matériel disponible pour cette étude est le suivant :

- une bobine dont les indications du fabricant sont : **L = 1 H** et **r = 10 Ω**,
- un condensateur dont l'indication est : **C = 0,2 μF**,
- un générateur de tension constante **E = 10 V**,
- un conducteur ohmique de résistance **R = 90 Ω**,
- un interrupteur K et un commutateur bipolaire,
- des fils de connexion.

I- Vérification des valeurs de r et L

Dans cette partie, les élèves cherchent à déterminer les valeurs de la résistance r et de l'inductance **L** de la bobine. Ils réalisent alors le montage de la **figure 3**.
A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K et on suit avec un oscilloscope à mémoire l'évolution au cours du temps de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique. On obtient l'enregistrement de la **figure 4**.

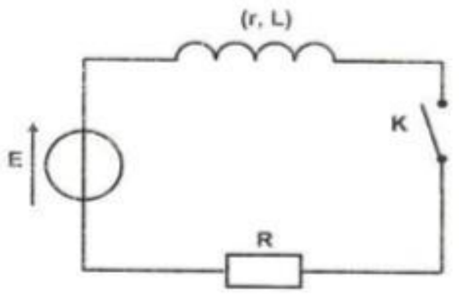
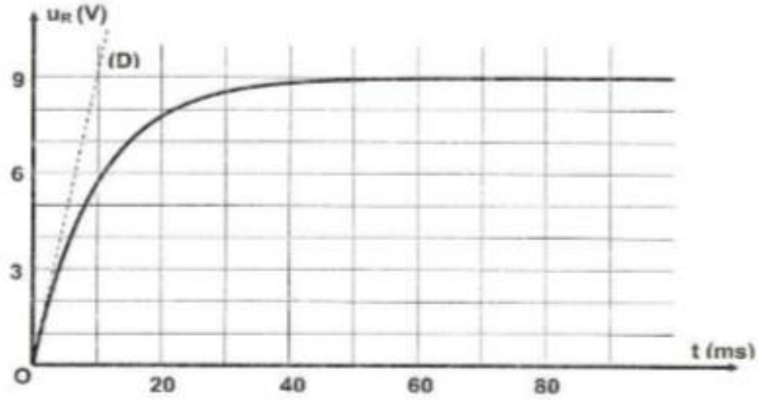


Figure 3



La droite (D) est tangente à la courbe à t = 0 s

Figure 4

1) a- Justifier que cet enregistrement permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant au cours du temps.
b- Quelle est l'influence de la bobine sur l'établissement du courant lors de la fermeture du circuit ?

2) L'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ s'écrit:

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R(t) = \frac{R}{L}E \quad , \text{ avec } \quad \tau = \frac{L}{R+r}$$

a- Nommer τ puis déterminer graphiquement sa valeur.
b- Soit U_0 la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent. A partir de la **figure 4**, déterminer la valeur de U_0.
c- Montrer que la résistance r de la bobine est donnée par la relation : $r = \frac{E - U_0}{U_0}R$.
d- Calculer la valeur de **r**, puis celle de **L**. Comparer ces valeurs à celles données par le fabricant.

Correction

I-1- a- L'enregistrement permet de suivre aussi l'évolution de i(t), car $u_R(t) = R\,i(t)$.

b- la bobine s'oppose par ses effets à l'établissement du courant dans le circuit.

2- a- τ : constante de temps ; $\tau = 10$ ms
b- $U_0 = 9$ V
c- En régime permanant $\frac{du_R}{dt} = 0$ et d'après l'équation différentielle :

$$\frac{1}{\tau}u_R = \frac{R}{L}E \quad \Rightarrow \frac{(R+r)}{L}U_0 = \frac{R}{L}E \quad \Rightarrow r = \frac{(E - U_0)}{U_0}R$$

d- A.N : $r = 10\,\Omega$; $L = (R + r)\,\tau$, $L = 1$ H
Les valeurs de r et L sont donc compatibles avec celles données par le fabricant

Exercice n°10

Le montage de la **Figure 1** comporte en série, un générateur idéal de tension continue de **fem E**, un interrupteur **K**, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** et un conducteur ohmique de résistance **R**. Les valeurs de **R**, **L** et **E** sont réglables.

Un dispositif approprié permet de suivre au cours du temps, l'évolution de l'intensité **i** du courant traversant le circuit.

I- On réalise une première expérience (**Expérience-1**) pour laquelle les réglages sont les suivants :

E = 10 V ; R = 190 Ω

A un instant de date **t = 0**, on ferme l'interrupteur (**K**). On obtient la courbe représentée par la **Figure 2**.

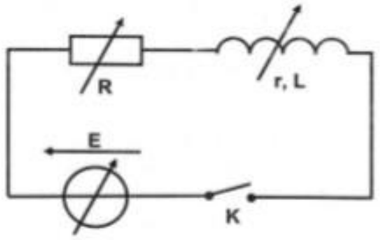


Figure 1

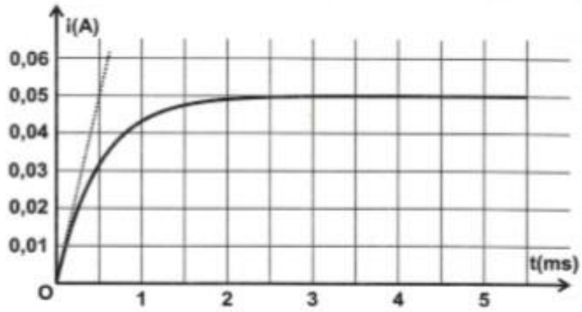


Figure 2

1) a- Quel est le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit ?

b- Déterminer graphiquement la valeur de l'intensité **I** du courant électrique traversant le circuit en régime permanent.

2) a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité **i(t)** du courant s'écrit :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L} \qquad \text{avec} \qquad \tau = \frac{L}{R + r}$$

b- Que devient cette équation différentielle en régime permanent ?

c- En déduire l'expression de **I** en fonction de **E**, **R** et **r**. Déterminer alors la valeur de **r**.

3) a- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps **τ**.

b- En déduire que la valeur de l'inductance est : **L = 0,1 H**.

II- On réalise maintenant trois autres expériences en modifiant à chaque fois la valeur de l'une des grandeurs **E**, **R** et **L**.

Le tableau suivant récapitule les valeurs de ces grandeurs lors des quatre expériences.

	E (V)	R (Ω)	L (H)
Expérience-1	10	190	0,1
Expérience-2	20	190	0,1
Expérience-3	10	90	0,1
Expérience-4	10	190	0,2

Les courbes traduisant l'évolution au cours du temps de l'intensité **i** du courant traversant le circuit sont données par la **Figure 3**. La courbe (**a**) est associée à l'expérience-1.

1) Montrer que la courbe (**b**) correspond à l'expérience-4.

2) Attribuer, en le justifiant, chacune des courbes (**c**) et (**d**) à l'expérience correspondante.

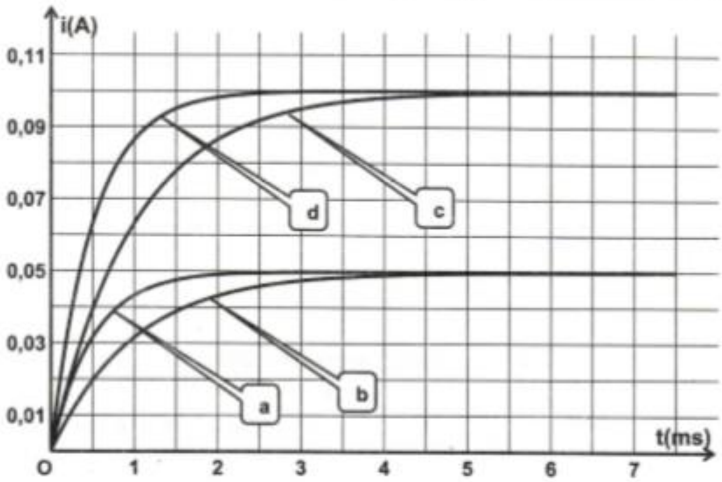


Figure 3

Correction

1-a- Le phénomène d'auto-induction

b- En régime permanent $I = 0,05A$

2-a- D'après l'additivité des tensions $u_B(t) + u_R(t) + Ri = E$, $ri + L\frac{di}{dt} + Ri = E$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L}, \frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = \frac{E}{L}, \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}$$

b- En régime permanent $i = I = \text{constante} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$, $\frac{1}{\tau}I = \frac{E}{L}$.

c- $\frac{1}{\tau}I = \frac{E}{L} \Rightarrow I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow r = \frac{E}{I} - R = 10\Omega$.

3-a- Pour déterminer graphiquement τ, on projette le point d'intersection, de la tangente à la courbe $i(t)$ avec l'asymptote $i = I$, sur l'axe des temps, $\tau = 0,5$ ms $= 0,5.10^{-3}$s.

b- L'expression du $\tau = \frac{L}{R+r}$, $L = (R+r)\tau$. A.N: $L = 0,1$ H.

II-

1- La courbe (b) correspond à l'expérience – 4: même force électromotrice E, même résistance totale, donc l'intensité du courant en régime permanent est la même.

2- Δt (c) $>$ Δt (d) $\Rightarrow \tau$ (c) $>$ τ (d), or L est la même, donc (R+r) (c) $<$ (R+r) (d), par conséquent (c) correspond à l'expérience-2.

Exercice n°11

On récupère, dans un poste de télévision usagé, un condensateur de capacité **C** et une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**. Pour déterminer les valeurs de **r**, **L** et **C**, on réalise trois expériences :

Expérience 1 : détermination de la résistance r de la bobine.

On alimente la bobine à l'aide d'un générateur de tension constante, puis on insère des multimètres dans le circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui la traverse ainsi que la tension entre ses bornes. Les indications des appareils de mesure, en régime permanent, sont les suivantes: **250 mA** et **3,5 V**.

1- Donner l'expression de la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine lorsque celle-ci est traversée de sa borne **A** vers sa borne **B** par un courant électrique d'intensité **i(t)**. Que devient cette expression quand le régime permanent est atteint ?

2- En déduire la valeur de la résistance **r** de la bobine.

Expérience 2 : détermination de l'inductance L de la bobine.

On réalise le montage schématisé sur la **figure 3**. Il comporte, montés en série, la bobine, un générateur de tension continue de force électromotrice **E**, un conducteur ohmique de résistance $R = 26\ \Omega$ et un interrupteur (**K**).

Un système approprié, permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps, de l'intensité **i(t)** du courant traversant le circuit. L'origine des temps est prise à l'instant où l'on ferme l'interrupteur (**K**).

La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4 de l'annexe (page 6/6)**.

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité **i(t)** du courant traversant le circuit s'écrit : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{R+r}{L}i(t) = \frac{E}{L}$.

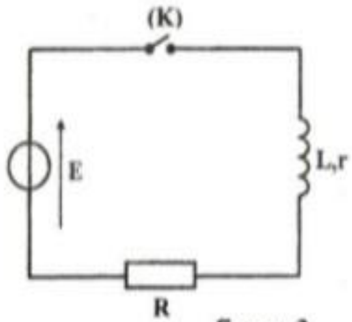


figure 3

1- Indiquer, sur la courbe de la **figure 4**, les domaines qui correspondent respectivement aux régimes transitoire et permanent.

2- **a-** Déterminer graphiquement, la valeur de la constante de temps τ du circuit.

b- Vérifier que **L = 20 mH**.

3- Déterminer la valeur de E.

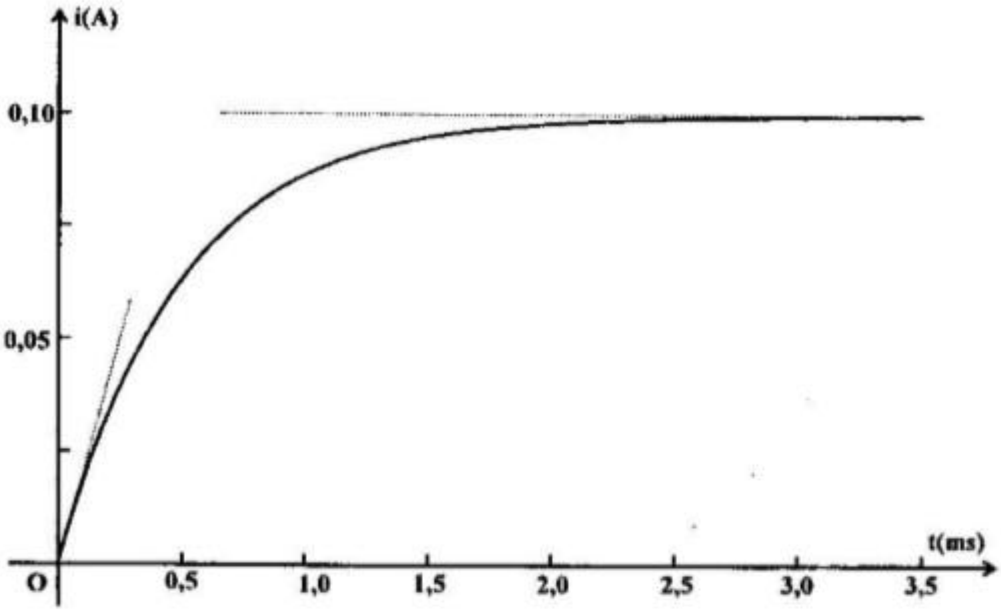
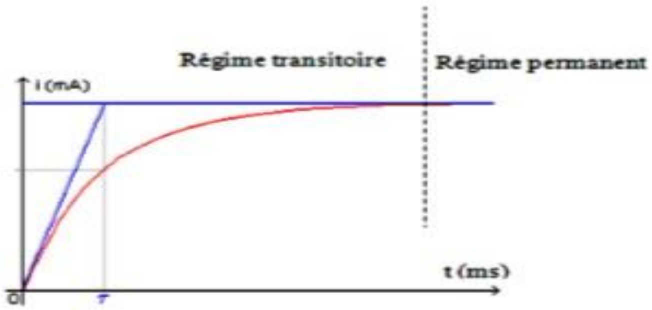
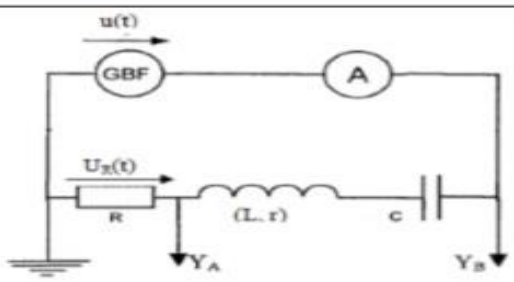


figure 4

Correction

	Corrigé
1-	**Expérience1** $u_{AB}(t) = r.i + L\dfrac{di}{dt}$. En régime permanent, $U_{AB} = R.I$.
2-	$r = \dfrac{U_{AB}}{I}$. A.N : $r = 14\,\Omega$.
1-	**Expérience2** 
2-a-	$\tau = 0{,}5$ ms.
2-b-	$\tau = \dfrac{L}{R+r}$, donc $L = \tau(R+r)$. A.N : $L = 20$mH.
3-	En régime permanent on a : $E = (R + r).I_0$. A.N : $E = 40 \times 0{,}1 = 4$V.
1-	**Expérience3** 
2-a-	La courbe correspondante à $u_R(t)$ et celle correspondante à u(t) sont en phase.
2-b-	Résonance d'intensité : $N_1 = N_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ d'où $C = \dfrac{1}{4\pi^2 L N_1^2}$ A.N : $C = 0{,}48\mu F$.
2-c-	$I = \dfrac{U_m}{(R+r)\sqrt{2}}$ A.N : $I = 0{,}07$A.

Exercice n°12

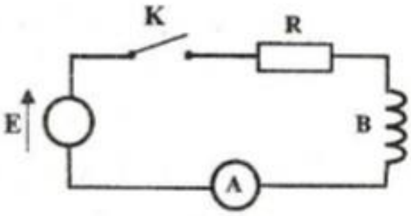


figure 3

Pour déterminer la résistance **r** et l'inductance **L** d'une bobine **B**, on réalise les expériences suivantes:

Expérience 1

Le circuit électrique de la **figure 3** comporte, montés en série :

- un générateur idéal de tension continue de fem **E = 10V**;
- la bobine **B** d'inductance **L** et de résistance **r** ;
- un ampèremètre **A** de résistance négligeable ;
- un interrupteur **K** et un résistor de résistance **R = 90 Ω**.

Un système approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions **u(t)** aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Les courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la **figure 4** représentent respectivement, les variations de **u(t)** et $u_R(t)$.

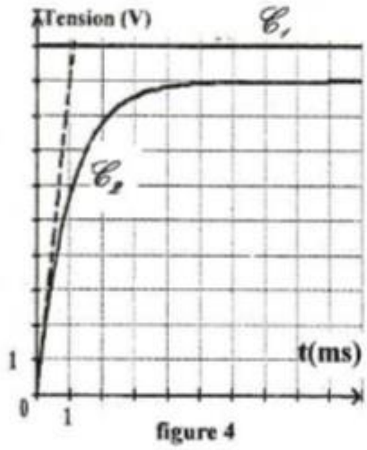


figure 4

1- Nommer, en le justifiant, les régimes qui constituent la réponse du dipôle **RL** à un échelon de tension pour $t \le 5ms$ et $t \ge 6ms$.

2-a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant **i(t)** traversant le circuit électrique.

b-Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de cette équation différentielle ; avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.

c- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer les valeurs de :

c_1-l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanant et en déduire celle de **r** ;

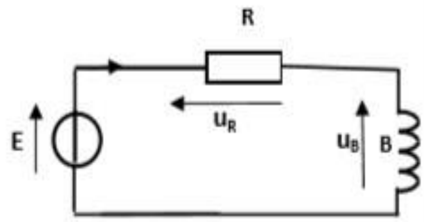
c_2-l'inductance **L** de la bobine.

Correction

1)

- $t \le 5ms$, u_R varie au cours du temps :le régime est transitoire
- $t \ge 6ms$,u_R est constante : le régime est permanent

2)



a-La loi des mailles s'écrit : $u_R+u_B-E=0$ donc $(R+r)i+L\frac{di}{dt}=E$

$\frac{di}{dt}+\frac{R+r}{L}i=\frac{E}{L}$ (1)

b- On remplace $i=\frac{E}{R+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$ et $\frac{di}{dt}=\frac{E}{L}e^{\frac{-t}{\tau}}$ dans l'équation (1), $\tau=\frac{L}{R+r}$

$\frac{di}{dt}+\frac{R+r}{L}i=\frac{-E}{L}e^{\frac{-t}{\tau}}+\frac{R+r}{L}\frac{E}{R+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})=\frac{E}{L}$ donc $i=\frac{E}{R+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle.

c- D'après la courbe $\mathscr{C}_2$:

c_1-$U_0=9V=RI_0$; $I_0=\frac{U_0}{R}=\frac{9}{90}=0,1$ A; $I_0=\frac{E}{R+r}=0,1A$ d'où $r=\frac{E}{I_0}-R=100-90=10\Omega$

c_2- $\tau=\frac{L}{R+r}=10^{-3}$ s alors $L=\tau.(R+r)=0,1H$.

Commentaires: Pour l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle d'une grandeur électrique dans un circuit série, les éléments de réponse exigibles sont:

- Schéma du circuit série,
- Représentation du sens positif du courant,
- Représentation des tensions le long du circuit,

Ecriture de l'équation traduisant la loi des mailles ($u=u_R + u_L$)

- Déduction de l'équation différentielle.

La réponse d'un dipôle RL en courant est constituée de deux régimes : un régime transitoire au cours duquel l'intensité augmente en exponentielle à partir de la valeur zéro en tendant vers la valeur

$I_0=\dfrac{E}{R_{total}}$ et un régime permanent caractérisé par un courant continu d'intensité I_0.

La constante de temps □ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle renseigne sur le retard avec lequel s'établit le régime permanent ou la rupture du courant dans le dipôle. □ ayant la dimension d'un temps, elle s'exprime en seconde.

Le régime permanent intervient dès que le régime transitoire est considéré comme terminé. En régime permanent: les grandeurs physiques telles que la tension **u** sont indépendantes du temps $\dfrac{du}{dt}=0$

Exercice n°13

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série :

- une bobine **(B)** ;
- un résistor de résistance $R_0 = 20\ \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un interrupteur **K**.

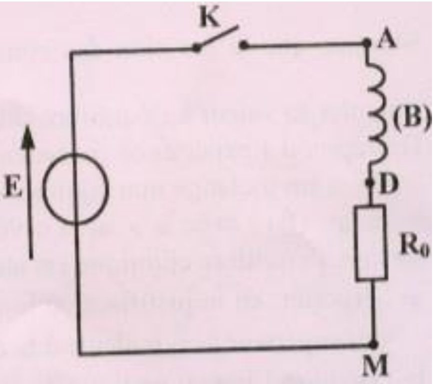


Figure 2

On branche un voltmètre aux bornes de la bobine **(B)** et à l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K**. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante $U_1 = 2$ V.

2 / 5

1) Justifier que la bobine **(B)** possède une résistance **r** non nulle.
2) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$, respectivement sur ses voies **X** et **Y**. La courbe représentée sur la **figure 3** correspond à l'une des tensions visualisées.

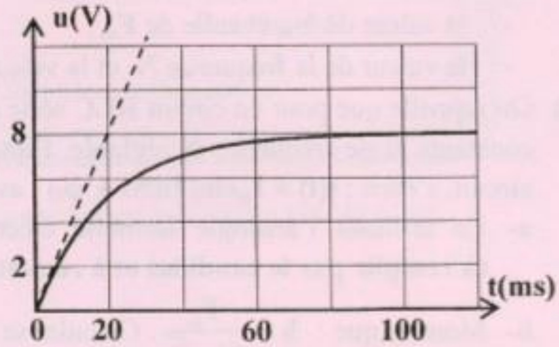


Figure 3

   a- Compléter, sur la **figure 4** de la **page 5/5** (**à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie**), le schéma du montage en indiquant les connexions nécessaires à l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$.
   b- Identifier, en le justifiant, la courbe de la **figure 3**.
   c- On désigne par U_0, la valeur de $u_{DM}(t)$ lorsque le régime permanent est atteint.
   Etablir la relation reliant U_0, U_1 et E.
   d- Déterminer graphiquement U_0 et déduire la valeur de E.
3) La bobine **(B)** est d'inductance **L** et de résistance **r**.
   a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de u_{DM} au cours du temps s'écrit :

$$\tau\frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0 \ ;\ \text{où } \tau = \frac{L}{R_0 + r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

   b- Montrer que $r = 5\ \Omega$.
   c- Déterminer graphiquement la valeur de τ. En déduire la valeur de L.

Exercice n°14

II- Les élèves du deuxième groupe, quant-à eux, réalisent le circuit électrique de la **figure 3**. Puis, ils visualisent simultanément sur l'écran de l'oscilloscope les courbes traduisant l'évolution au cours du temps des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$, respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine. Ces courbes sont représentées sur la **figure 4** ; l'origine des temps étant l'instant de la fermeture de **(K)**.

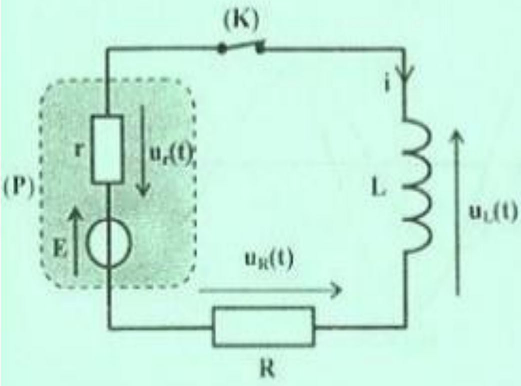


figure 3

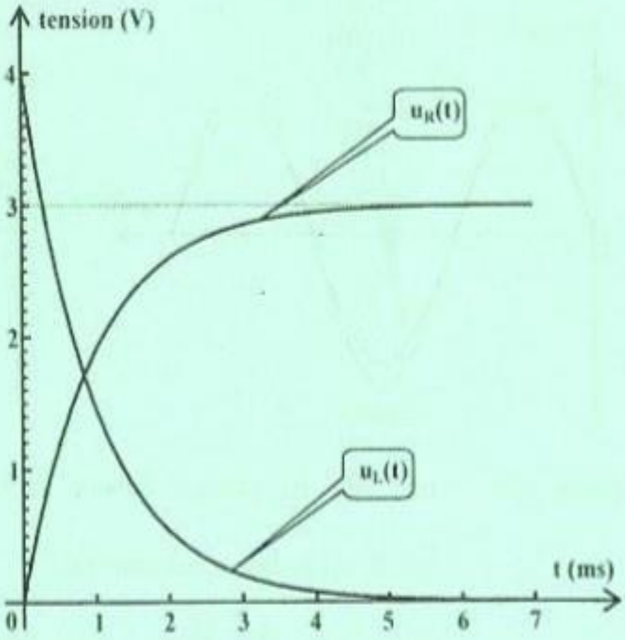


figure 4

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit est:

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1} i(t) = \frac{E}{L} \quad ; \text{ avec } \quad \tau_1 = \frac{L}{R_0} \quad \text{et} \quad R_0 = R + r.$$

1- L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme: $i(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)$.

a- Déterminer l'expression de A en fonction de E et R_0.

b- En déduire l'expression de chacune des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$.

2- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer:

- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur U_{Rp} de la tension $u_R(t)$ en régime permanent ;
- la valeur de la constante de temps τ_1 ; τ_1 étant la durée au bout de laquelle la tension aux bornes du conducteur ohmique atteint **63%** de sa valeur maximale.

3- Déduire de ce qui précède, les valeurs de R_0, A, R et r.

Exercice n°15

Avec un générateur de tension idéal de **fem E = 6 V**, un résistor de résistance **R = 100 Ω**, deux dipôles D_1 et D_2 et un commutateur **K**, on réalise le montage schématisé sur la **figure 3**.

L'un des dipôles D_1 ou D_2 est un condensateur de capacité **C** initialement déchargé, alors que l'autre est une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** non nulle.

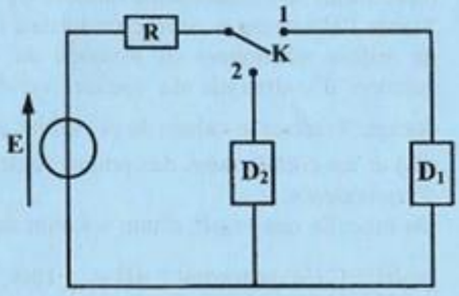


Figure 3

Dans le but d'identifier D_1 et D_2 et de déterminer les valeurs de leurs grandeurs caractéristiques, on réalise les deux expériences suivantes :

__expérience (1)__ : à l'instant **t = 0**, on place le commutateur **K** en position **(1)**. La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{D1}(t)$ aux bornes de D_1 et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 4** ;

__expérience (2)__ : à l'instant **t = 0**, on place le commutateur **K** en position **(2)**. La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{2R}(t)$ aux bornes du résistor et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 5**.

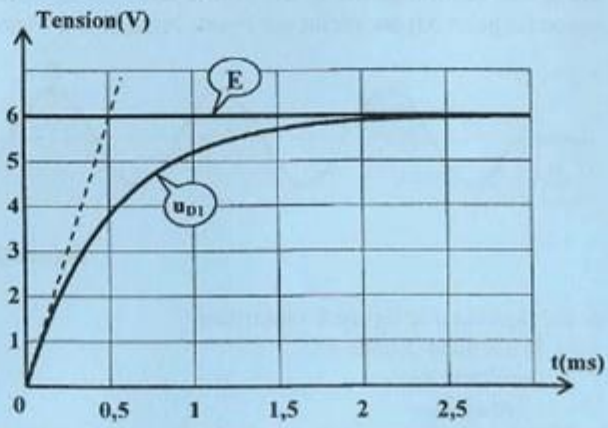


Figure 4

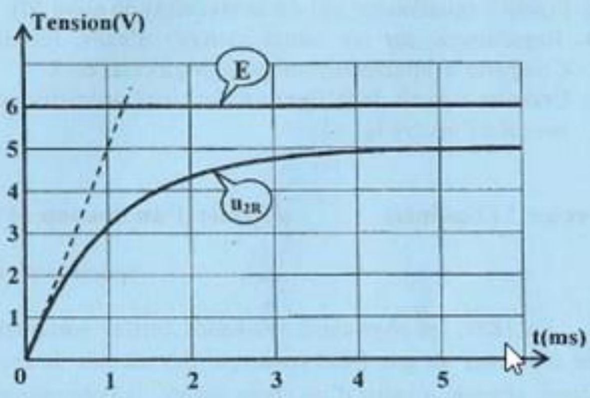


Figure 5

1) a- En appliquant la loi des mailles au circuit correspondant à **l'expérience (1)**, exprimer la tension $u_{1R}(t)$ aux bornes du résistor en fonction de E et de $u_{D1}(t)$.

b- En déduire, par exploitation des courbes de la **figure 4**, que l'intensité du courant circulant dans le circuit s'annule lorsque le régime permanent est atteint.

c- Déduire, en le justifiant, que le dipôle D_1 est le condensateur.

2) On rappelle que la constante de temps τ_1 d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, s'écrit : $\tau_1 = RC$.

a- Déterminer graphiquement la valeur de τ_1.

b- En déduire la valeur de la capacité C.

3) Dans le circuit correspondant à **l'expérience (2)**, on désigne par I_2 et U_{D2}, respectivement les valeurs de l'intensité du courant électrique et de la tension aux bornes de D_2 lorsque le régime permanent est atteint.

a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de $u_{2R}(t)$ s'écrit :

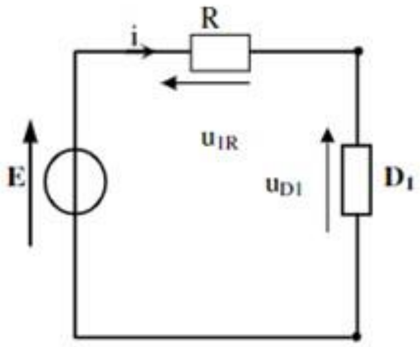
$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2}u_{2R}(t) = \frac{R}{L}E \; ; \text{où } \tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

b- En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer les valeurs de I_2, U_{D2} et τ_2.

c- En déduire les valeurs de r et L.

Correction

1- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow$ $E - u_{D1}(t) = u_{1R}(t)$



b- En régime permanent : $U_{D1} = E$

$U_{1R} = R.I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 0$

c- Un condensateur complètement chargé

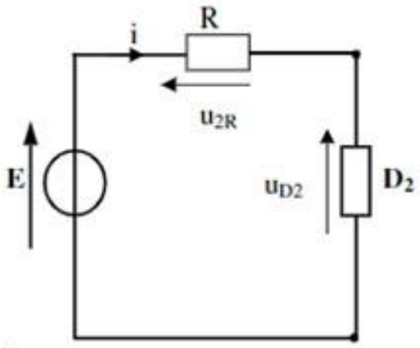
$\Leftrightarrow$ $U_c = E$ et $I = 0$

$U_{D1} = E$ et $I_1 = 0$ donc D_1 est un condensateur

2- a- $\tau_1 = 0,5ms$

b- $C = \dfrac{\tau_1}{R} = 5\mu F$

3- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow$ $E - u_{D2}(t) - u_{1R}(t)$



$$L\frac{di}{dt} + (r + R)i = E \text{ avec } i = \frac{u_{2R}(t)}{R}$$

$$\frac{L}{R+r}\frac{du_{2R}(t)}{dt} + u_{2R}(t) = E\frac{R}{r+R}$$

$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2}u_{2R}(t) = E\frac{R}{L} \text{ ;avec } \tau_2 = \frac{L}{R+r}$$

b- En régime permanent $U_{2R} = R.I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{2R}}{R} = 50mA \\ U_{D2} = E - U_{2R} = 1V \\ \tau_2 = 1ms \end{cases}$

c-

$$r = \frac{U_{D2}}{I_2} = 20\Omega$$

$$\tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ donc } L = \tau_2(r+R) = 0,12\ H.$$