

Mr Hayouni	Lycée Ibn Charaf Thala	12/11/2020
Sciences physiques	La bobine et le dipôle RL	4 ^{ème} toutes les sections

Exercice n°1 :

Dans le circuit représenté ci-contre $r=R$ et L_1 et L_2 sont deux lampes identiques.

1/On ferme l'interrupteur K à l'instant de date $t=0$ et nous constatons que la lampe L_1 s'allume instantanément alors que la lampe L_2 s'allume avec un retard Δt .

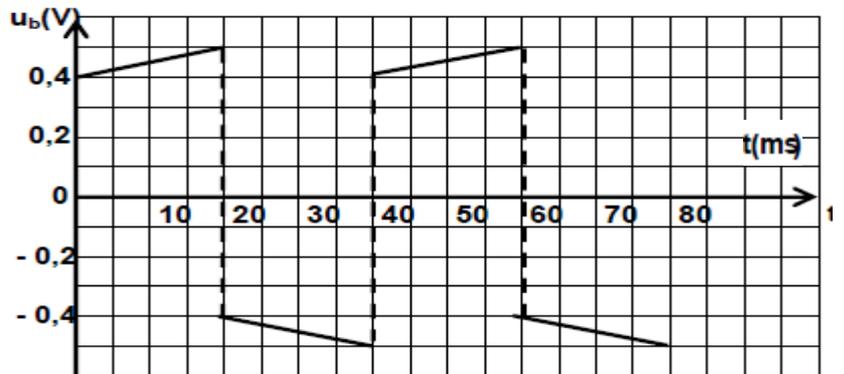
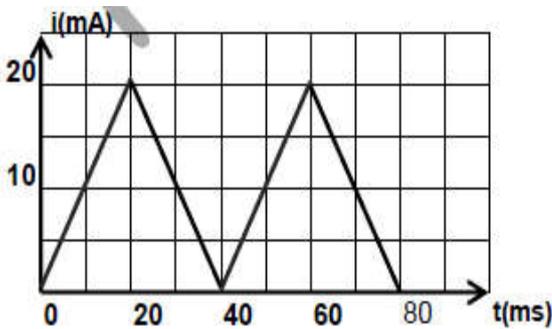
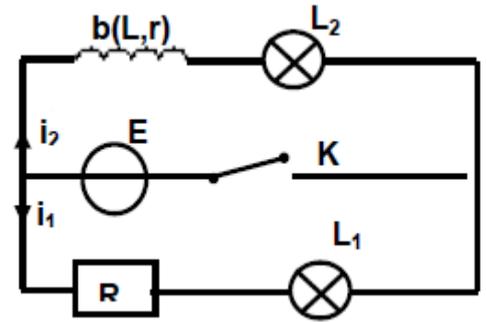
a-Comparer en justifiant la réponse les valeurs de i_1 et i_2 pour $t < \Delta t$.

b-Expliquer le phénomène physique mis en évidence par cette expérience.

c-Comparer en justifiant la réponse les valeurs de i_1 et i_2 pour $t > \Delta t$.

2) Dans cette partie la bobine d'inductance L et de résistance r en série avec un résistor de résistance $R=95\Omega$ est branchée aux bornes d'un

G.B.F délivrant une tension triangulaire .Un système d'acquisition convenablement branché permet de tracer les courbes $i=f(t)$ et $U_b = g(t)$ avec U_b : tension au bornes de la bobine.



a – En exploitant les 2 courbes sur

l'intervalle $[0,20 \text{ ms}]$, trouver la valeur de l'inductance L et la résistance r .

b – Représenter la courbe $e = f(t)$ sur $[0,40 \text{ ms}]$,

Exercice n°2 :

On dispose au laboratoire d'un lycée du matériel suivant :

- un générateur de basses fréquences (GBF), à masse flottante.
- un conducteur ohmique de résistance $R= 1K\Omega$.
- une bobine d'inductance L et de résistance r négligeable par rapport à R .
- un oscilloscope à mémoire ;
- un interrupteur et des fils de connexion.

On se propose de déterminer l'inductance L de la bobine par deux méthodes expérimentales différentes.

Le montage utilisé pour les deux expériences est donné par la figure 1 ci-dessus et l'acquisition à l'oscilloscope commence à un instant choisit comme origine des temps ($t=0$).

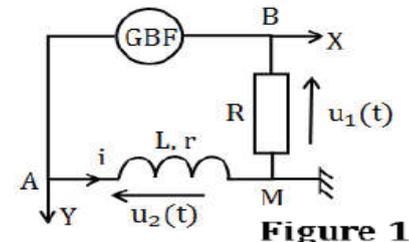


Figure 1

A. Première expérience

En actionnant le mode « triangulaire » du GBF et pour une fréquence $N=781.25 \text{ Hz}$, l'oscilloscope affiche les oscillogrammes (1) et (2) de la figure 2 ci-contre.

1) Choisir, en le justifiant, parmi les oscillogrammes (1) et (2), celui qui représente l'évolution de la tension $u_1(t)$.

2) Montrer que les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ vérifient la relation :

$$u_2(t) = - \frac{L}{R} \frac{du_1(t)}{dt}$$

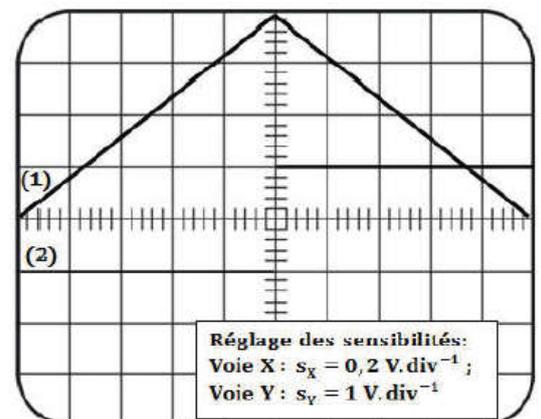
3) En exploitant les oscillogrammes (1) et (2), déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

4) Sachant que l'acquisition a commencée à $t=0s$, calculer à l'instant $t_1=0.32ms$ la valeur de :

- a) l'énergie emmagasinée par la bobine.
- b) La fém d'auto-induction e .

B. Deuxième expérience

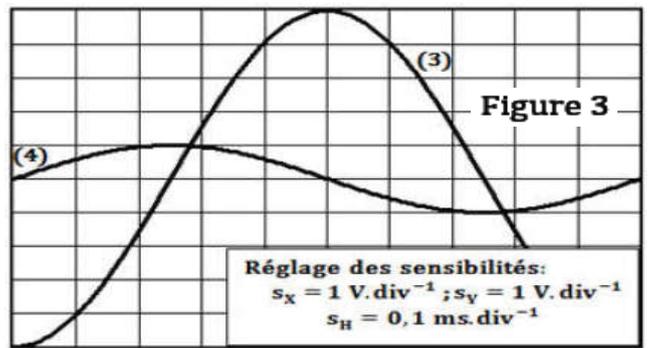
Le GBF délivre maintenant une tension sinusoïdale. On obtient les oscillogrammes (3) et (4) de la figure 3 ci-dessous.



On notera :

$$u_1(t) = U_{1m} \sin(2\pi Nt) \text{ et } u_2(t) = U_{2m} \sin(2\pi Nt + \varphi)$$

- 1) Justifier que la courbe (3) représente la tension $u_2(t)$
- 2) En exploitant les oscillogrammes (3) et (4), retrouver la valeur de l'inductance L .
- 3) Déterminer pour $t \in [0 ; 0,5 \text{ ms}]$, le sens du courant induit.



Exercice n°3 :

I- On dispose d'un générateur de tension de fem E , de deux lampes L_1 et L_2 identiques, d'une bobine (B) d'inductance L et de résistance interne r , d'un conducteur ohmique de résistance R réglable, d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un interrupteur (K).

Les différents dipôles et multimètres sont associés comme l'indique le schéma de la **figure-6**.

On ajuste la valeur de la résistance R du conducteur ohmique de façon à la rendre égale à celle de la bobine (B).

A la fermeture de l'interrupteur (K), on constate que la lampe L_1 atteint son éclat maximal en retard par rapport à la lampe L_2 .

1°) Préciser la cause de ce retard et le phénomène mis en évidence.

2°) a) Prévoir ce qu'on peut observer, au niveau des deux lampes, une fois que le régime permanent s'établit. Justifier.

b) En régime permanent, l'ampèremètre indique une intensité de courant $I=100\text{mA}$ et le voltmètre une tension $U = 1,2 \text{ V}$.

En déduire la valeur de la résistance interne r de la bobine.

II- Dans le but de déterminer l'inductance L de la bobine (B)

de résistance supposée nulle, on réalise le circuit électrique schématisé par la **figure-7-** comportant un générateur délivrant une tension alternative triangulaire, un conducteur ohmique de résistance $R=300\Omega$ et la bobine (B).

On ferme l'interrupteur K et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes de résistor R sur la voie Y_1 et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_2 .

pour une valeur N_1 de la fréquence de la tension délivrée par le générateur G et en faisant les réglages nécessaires, on obtient les chronogrammes représentés sur la **figure-8-** avec :

- sensibilité verticale de la voie Y_1 : $1\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$;
- sensibilité verticale de la voie Y_2 : $0,2\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$;
- balayage horizontal: $4\text{ms}\cdot\text{div}^{-1}$.

1°) a) Identifier, parmi les chronogrammes (C_1) et (C_2) celui qui correspond à la tension visualisée sur la voie Y_2 . Justifier la réponse.

b) Déterminer la fréquence N_1 du GBF.

2°) Montrer, qu'à tout instant, la bobine est le siège d'un phénomène d'auto-induction électromagnétique.

3°) Donner les expressions des tensions u_{AM} et u_{BM} en fonction de l'intensité i du courant et des caractéristiques du dipôle AB .

4°) a) Exprimer u_{BM} en fonction de u_{AM} , L et R .

b) Déterminer les valeurs de u_{BM} et $\frac{du_{AM}}{dt}$ sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_1}{2}\right]$.

c) Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

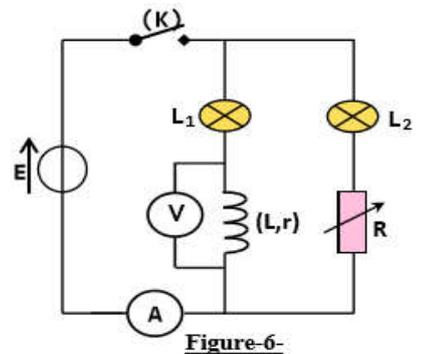


Figure-6-

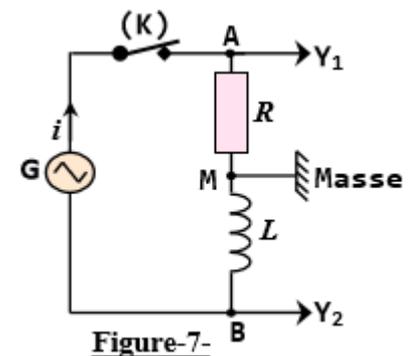


Figure-7-

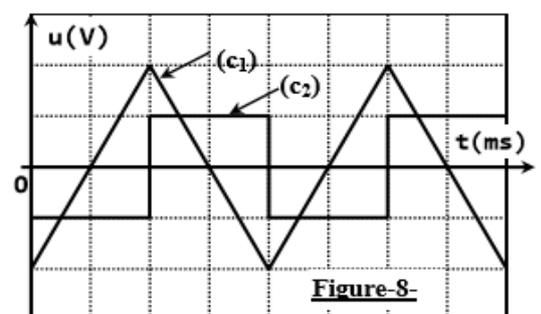


Figure-8-

Exercice n°4 :

A l'aide d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un résistor de résistance $R_1=80\Omega$, d'un interrupteur K et d'un générateur idéal de tension de f.é.m. E , on réalise le circuit électrique de la figure 2.

A $t=0$, on ferme l'interrupteur K . Un oscilloscope à mémoire convenablement branché au circuit représenté sur la figure 2, donne les chronogrammes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 représentés sur la figure 3.

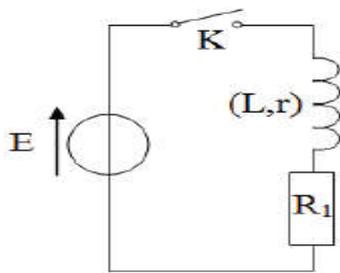


Figure 2

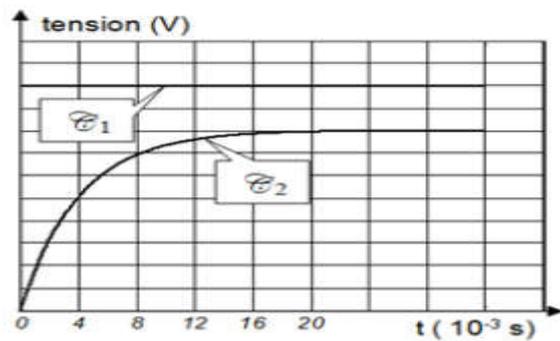


Figure 3

- 1) Préciser, en le justifiant, le phénomène qui se produit dans la bobine à la fermeture de K.
- 2) a- Montrer que le chronogramme \mathcal{E}_2 correspond au dipôle résistor.
b- A quel dipôle correspond le chronogramme \mathcal{E}_1 ? Justifier la réponse.
- 3) L'équation différentielle qui régit les variations au cours du temps de l'intensité i du courant qui s'établit dans le circuit s'écrit : $\tau \frac{di(t)}{dt} + i(t) = \frac{E}{R_1+r}$ où $\tau = \frac{L}{R_1+r}$
a- Vérifier que : $i(t) = \frac{E}{R_1+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.
b- En déduire, en régime permanent, l'expression de la tension U aux bornes du résistor.
- 4) a- Montrer qu'à la date $t_1 = \tau$ on a : $u_{R1} = 0,63 U$. En déduire graphiquement la valeur τ .
b- Etablir que $L = \tau R_1 \frac{E}{U}$ et calculer sa valeur. En déduire la valeur de r .
- 5) En régime permanent, la bobine emmagasine l'énergie magnétique $\mathcal{E} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. Déterminer E . En déduire la valeur de U .

Exercice n°5 :

A l'aide d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r , d'un conducteur ohmique de résistance R , d'un dipôle générateur idéal de tension de f.é.m. E et d'un interrupteur K , on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure-4-. A l'instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

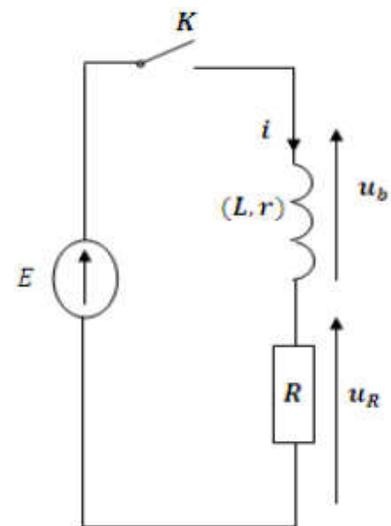


Figure-4-

- 1°/ Préciser le phénomène physique qui se produit dans le circuit électrique du document-2- page 5/5.
- 2°/ En appliquant la loi des mailles, montrer qu'en régime permanent l'intensité du courant est $I = \frac{E}{R+r}$ et la tension aux bornes de la bobine est $U_b = \frac{r E}{R+r}$.
- 3°/ L'équation différentielle qui régit les variations au cours du temps de l'intensité i du courant électrique peut s'écrire sous la forme : $\alpha \frac{di(t)}{dt} + i = \beta$ avec α et β sont des constantes positives.
a°/ Exprimer α et β en fonction des données de l'exercice. Que représente α pour le circuit RL étudié.

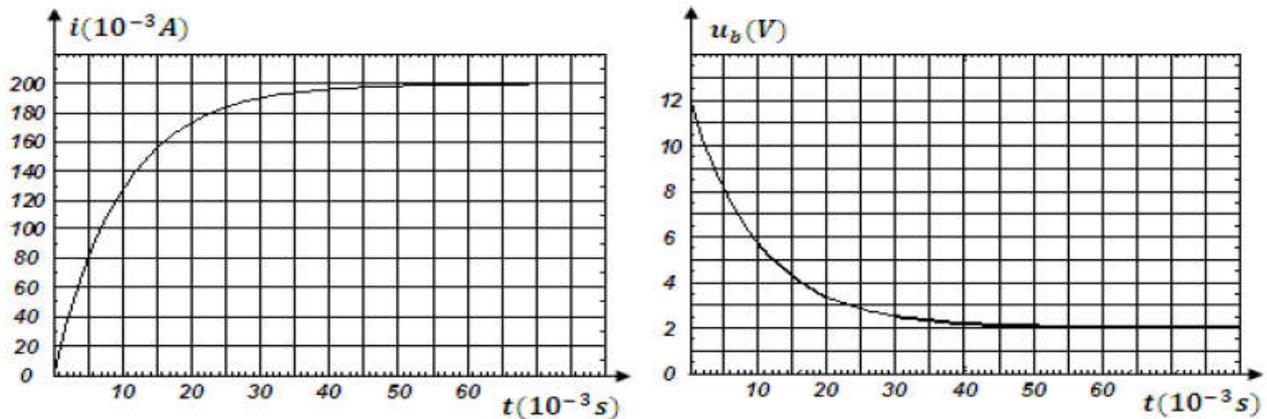
b°/ Quelle est parmi les fonctions suivantes $i(t) = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t})$ et $i(t) = \frac{E}{R+r} e^{-\frac{R+r}{L}t}$ celle qui constitue une solution de l'équation différentielle trouvée ? Justifier la réponse.

4°/ Un système d'acquisition non représenté sur la figure-4- suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine et de l'intensité i du courant électrique. On obtient les courbes du document-2- page 5/5

a°/ Déterminer, graphiquement, les valeurs I, U_b, E et la constante de temps τ du dipôle RL.

b°/ En déduire $r, R,$ et L

5°/ Donner, en fonction du temps, l'expression de la tension u_R aux bornes du résistor et représenter son allure sur le document-2- de la page 5/5



Document-2-

Exercice n°6 :

Le circuit électrique de la figure ci-contre compte , branchés en série, un résistor de résistance R variable, une bobine d'inductance L et de résistance interne r , un générateur idéal de tension de fem E et un interrupteur K .

A l'instant $t=0$, on ferme K

1) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit la tension u_R aux bornes du résistor s'écrit : $\frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{\tau} = E \frac{R}{L}$; 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.

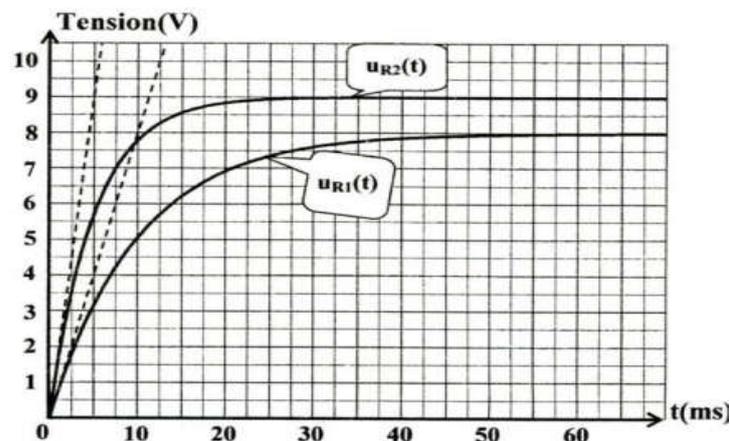
2) Pour deux valeurs $R_1=40\Omega$ et R_2 de R , on suit au cours du temps les tensions instantanées $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$, on obtient les courbes ci-dessous

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 , montrer que

$$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{8}{9}$$

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 alors les valeurs de E et L

Exercice n°7 :

On réalise le circuit électrique de la **figure 1** ci-dessous qui comporte, montés en série, un générateur supposé idéal de tension continue de fem E , une bobine (**B**) d'inductance L et de résistance r , un résistor de résistance $R_1 = 100\Omega$, un ampèremètre (**A**) et un interrupteur K .

Un oscilloscope à mémoire permet de suivre l'évolution temporelle de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine (**B**) sur la voie Y_1 . A un instant $t = 0$, on ferme le circuit. Le chronogramme de la **figure 2** ci-dessous est la courbe (**C**) des variations de la tension $u_B(t)$.

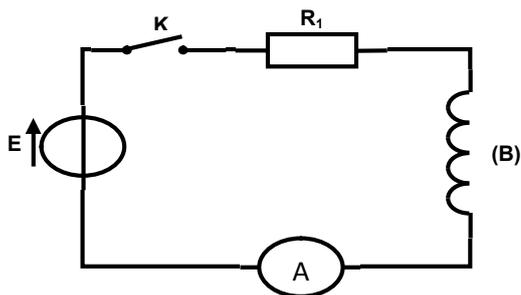
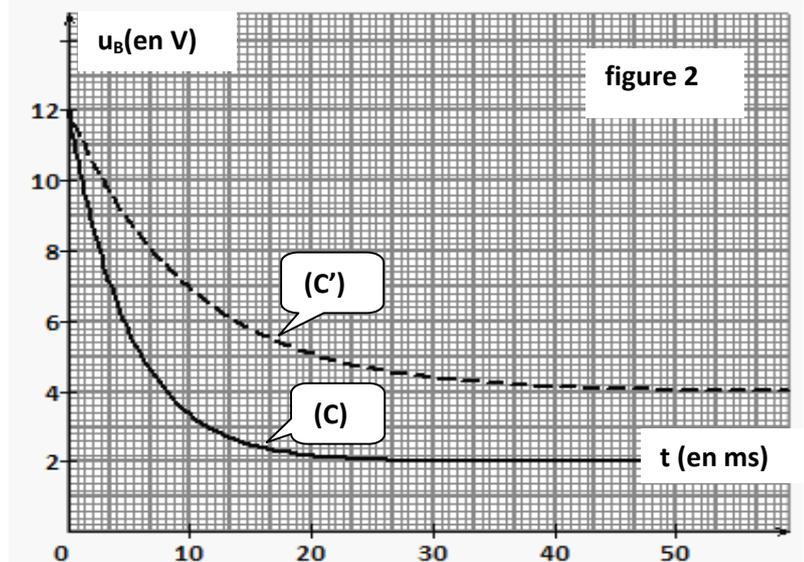


figure 1



- 1) a- Reproduire le schéma de la **figure 1** et représenter les connexions à faire avec l'oscilloscope.
b- Quelle serait l'allure du chronogramme obtenu sur la voie Y_1 si on remplace la bobine par un résistor de résistance r ? Expliquer.
- 2) a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du résistor.
b- En déduire que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_B(t)$ au cours du temps peut s'écrire sous la forme:
$$\frac{du_B(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_B(t) = \frac{r.E}{L} \quad \text{où } \tau = \frac{L}{R_1 + r} = \frac{L}{R}$$
 désigne la constante de temps du dipôle RL .
c- Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_B(t) = K + U_0 e^{-\alpha t}$, déterminer les expressions de K , U_0 et α en fonction de E , r , R_1 et L .
- 3) Déterminer à l'aide de l'oscillogramme la valeur de :
a- la fem E ainsi que celle de U_0 ;
b- la résistance r de la bobine (**B**) ;
c- la constante de temps τ et en déduire celle de l'inductance L . On expliquera la méthode utilisée.
- 4) Dans le circuit précédent, on modifie l'une des grandeurs caractéristiques du circuit R_1 , L ou E . Le nouveau chronogramme de la tension $u_B(t)$ est la courbe (**C'**) de la **figure 2**.
a- Identifier la grandeur dont la valeur a été modifiée et comparer sa nouvelle valeur à sa valeur initiale.
b- Quelle est la valeur maximale I_0' de l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre ?
Déduire celle de la grandeur modifiée.

Exercice n°8 :

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 : $E = 10 \text{ V}$; $R = 190\Omega$

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

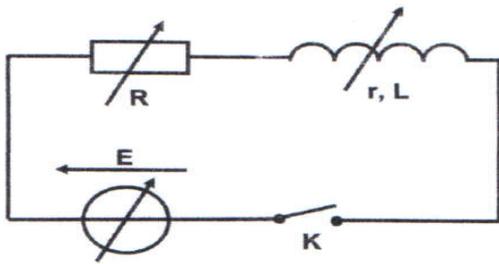


Figure 1

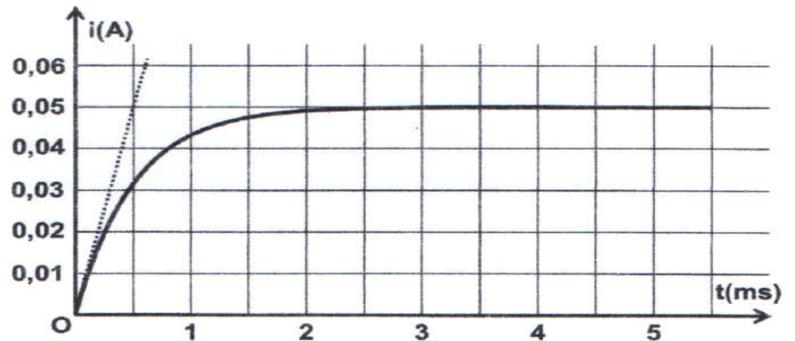


Figure 2

- 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 du courant $i(t)$ s'écrit :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L} \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{L}{R+r}.$$
 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 : $L = 0,1 \text{ H}$.
- II- On réalise maintenant trois autres expériences en modifiant à chaque fois la valeur de l'une des

	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

grandeurs E , R et L . Le tableau suivant récapitule les valeurs de ces grandeurs lors des quatre expériences.

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.

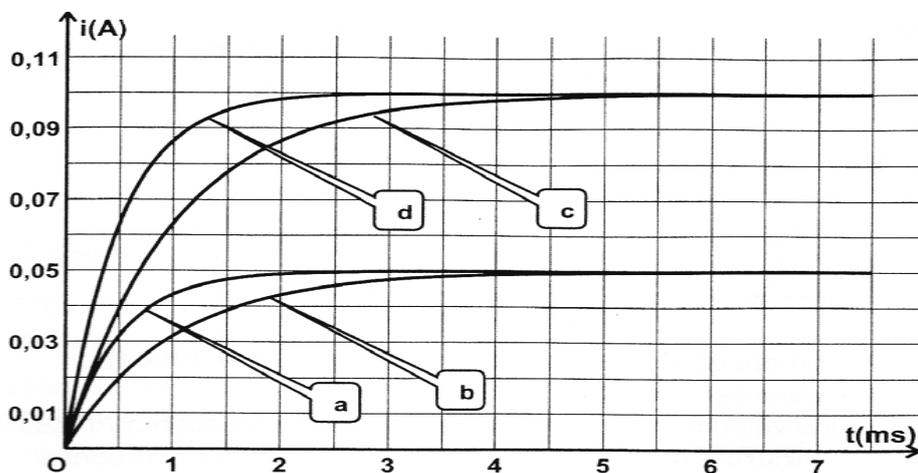


Figure 3