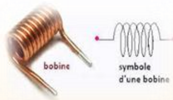
FASCICULE
PHYSIQUE
BACALAURIAT

NEW BAC
2022

PHYSIQUE

CHAPITRE-II



BOBINE
DIPOLE RL

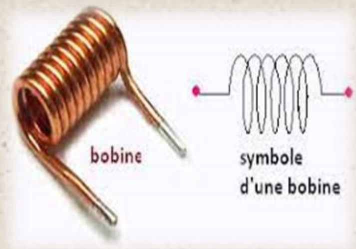
❖ COURS

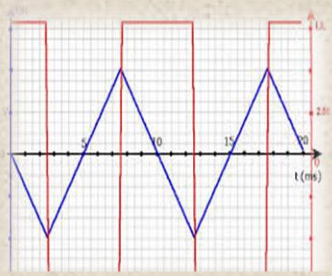
❖ EXERCICES RESOLUS

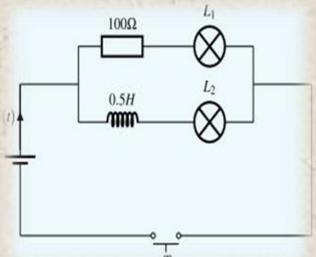
BAC :
M + Sc.Exp+ Sc.Inf + Sc.T

BARHOUMI MOURAD

PARTIE
Cours







BOBINE & LE DIPOLE (R,L)

PARTIE-I : LA BOBINE

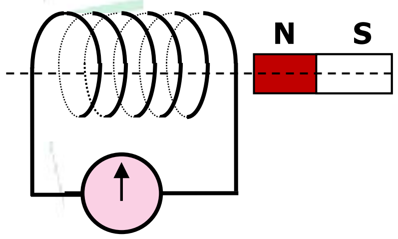
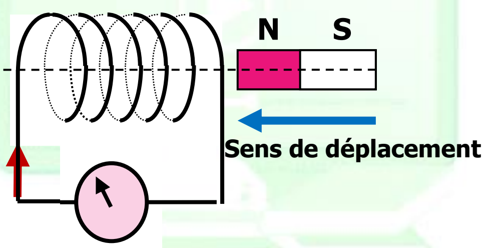
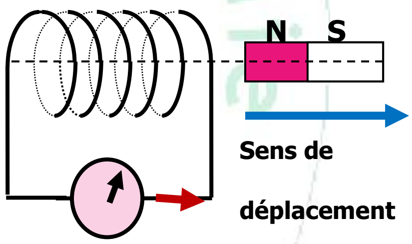
Une bobine est un dipôle électrocinétique constitué d'un enroulement dans le même sens, de fil conducteur recouvert d’un vernis isolant. De ce fait, elle a une résistance électrique interne. Un tel dipôle placé dans un circuit électrique, se comporte-t-il alors comme un résistor vis à vis du courant électrique ?
La bobine est-elle, comme le condensateur, un réservoir d'énergie ?

I - LE PHÉNOMÈNE D’INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

1- PRODUCTION D’UN COURANT INDUIT PAR DÉPLACEMENT RELATIF D’UN AIMANT ET D’UNE BOBINE

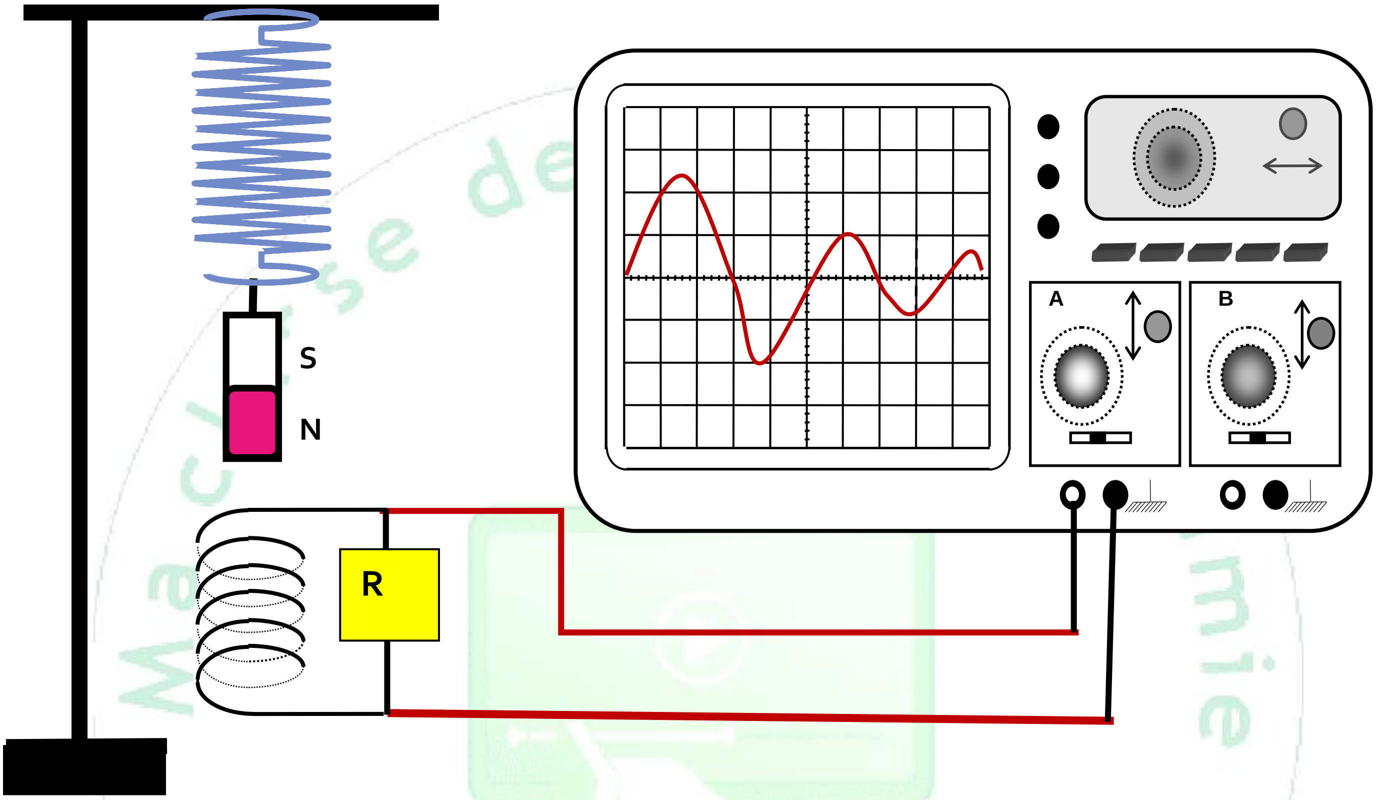
Expérience 1

On réalise le montage de la figure ci-dessous, comportant une bobine reliée à un milliampèremètre à zéro central, sensible aux courants très brefs.

		
On relie une bobine à un appareil qui mesure l'intensité du courant électrique (galvanomètre). Le circuit ne comporte pas de générateur électrique, l'intensité I du courant électrique est nulle	En approchant l'un des pôles d’un barreau aimanté de l'une des faces de la bobine, l'aiguille du galvanomètre dévie dans un sens. Puis revient à zéro dès qu’on cesse le déplacement de l'aimant.	En éloignant l'aimant de la bobine, l'aiguille du galvanomètre dévie de nouveau, mais dans le sens contraire
	On obtient les mêmes résultats quand, au lieu de déplacer l'aimant, on le maintien fixe et on déplace la bobine suivant son axe disposé parallèlement au grand axe de l'aimant	

Expérience 2

On réalise le circuit fermé, comportant une bobine (B1) et un résistor de résistance R.
Les deux bornes du dipôle sont reliées à l'entrée Y1 d'un oscilloscope à mémoire. On peut visualiser ainsi l'évolution temporelle de la tension uR aux bornes du résistor.



On comprime le ressort puis on le lâche, l'aimant se met en mouvement, On observe l'oscillogramme ci-dessus

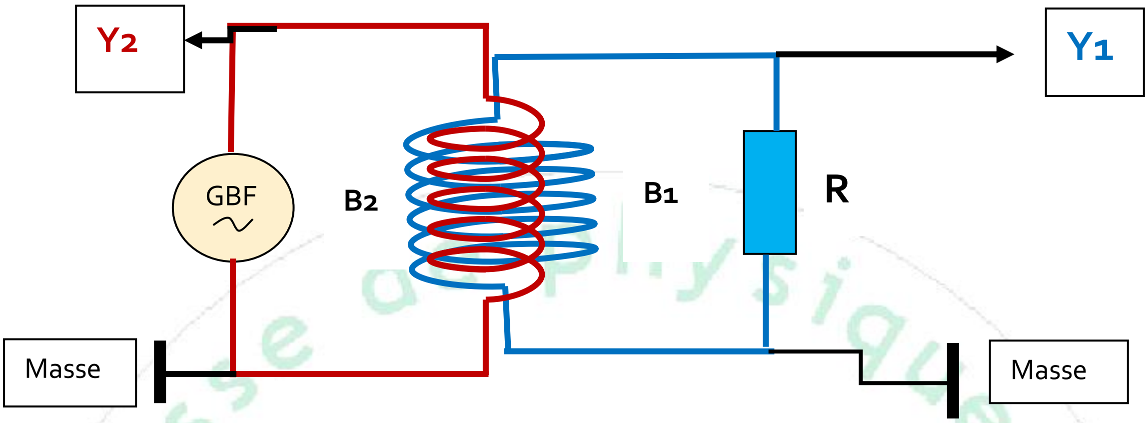
➔ Production d'un courant induit variable

Conclusion :

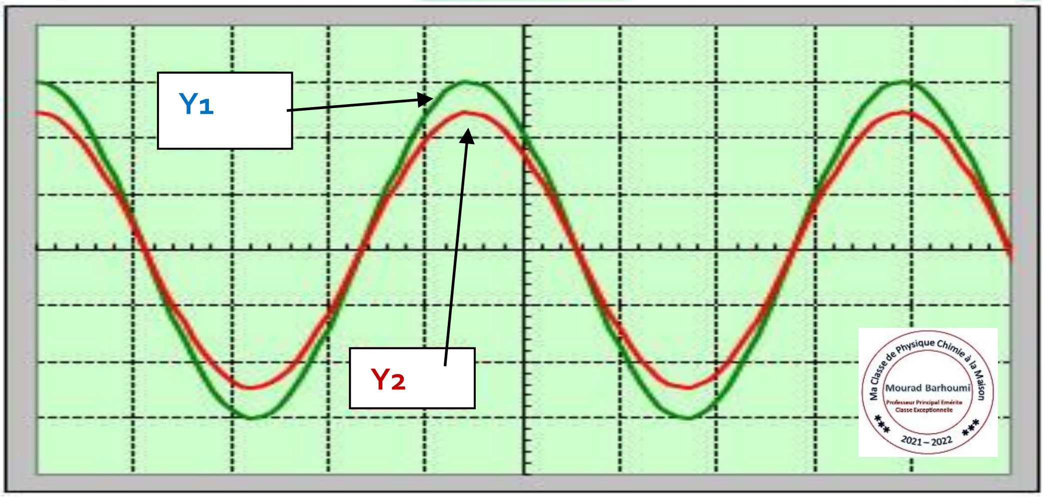
Avec un déplacement relatif bobine-aimant, on peut produire un courant électrique dans la bobine en circuit fermé. un tel courant est appelé **courant induit,** alors que l'aimant est appelé **inducteur.** L'intensité du courant induit est d'autant plus grande que le déplacement relatif bobine-aimant est plus rapide

2- AUTRE MODE DE PRODUCTION DU COURANT INDUIT

Expérience



En appliquant, aux bornes du solénoïde (B2) une tension sinusoïdale, on observe aux bornes de la bobine (B1) une tension de forme semblable



Constatation

La variation de l'intensité du courant électrique dans une bobine produit un courant induit dans une autre bobine en circuit fermé à proximité de la première. Le courant électrique variable, qui est à l'origine du courant induit, est appelé **courant inducteur**, tandis que le circuit dans lequel il circule est **appelé circuit inducteur**

Interprétation

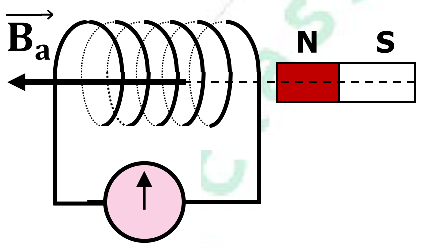
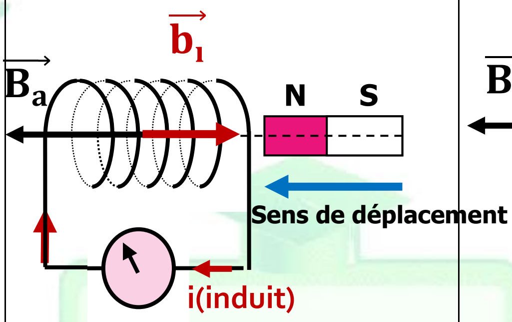
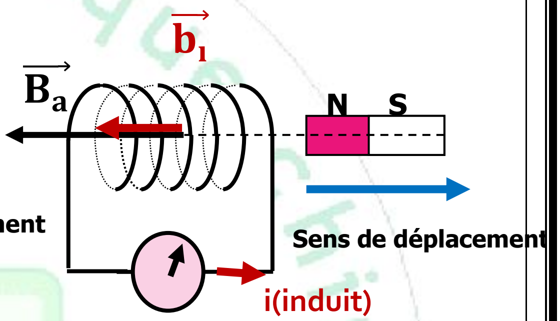
Lorsqu'une bobine est à proximité d'un aimant, elle est évidemment dans le champ magnétique de l'aimant. Par suite, tout déplacement relatif bobine-aimant fait varier les caractéristiques du champ où se trouve instantanément la bobine Lorsque la même bobine est placée dans une autre bobine parcourue par un courant électrique variable, elle se trouve aussi dans un champ magnétique variable. Il s'avère alors que, dans les deux cas étudiés expérimentalement, le courant induit produit dans le circuit fermé de la bobine est dû à une variation des caractéristiques du champ magnétique où baigne cette bobine, d'où la dénomination du champ magnétique variable comme étant le champ magnétique inducteur.

Conclusion

Toute variation de champ magnétique crée dans un circuit électrique fermé situé à proximité du champ, un courant électrique appelé courant induit : c'est le phénomène d'induction électromagnétique. Le courant induit est d'autant plus intense que la variation locale des caractéristiques du champ inducteur est plus rapide. Le sens du vecteur champ magnétique inducteur est un facteur dont dépend le sens du courant induit

3- LOI DE LENZ

Manipulation

		
Aimant au repos : la valeur de champ magnétique $\Vert\vec{B}_a\Vert$ est constante	**Approche l'aimant : la valeur de champ magnétique $\Vert\vec{B}_a\Vert$ augmente, la bobine s'oppose à l'augmentation de champ magnétique par un champ induit $\vec{b}_{induit}$:** **$\vec{B}_a$ et $\vec{b}_{induit}$ sont de sens contraires**	**Eloignement de l'aimant : la valeur de champ magnétique $\Vert\vec{B}_a\Vert$ diminue, la bobine s'oppose à la diminution de champ magnétique par un champ induit $\vec{b}_{induit}$:** **$\vec{B}_a$ et $\vec{b}_{induit}$ sont de même sens**

Loi de Lenz :

Le courant induit à un sens tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance

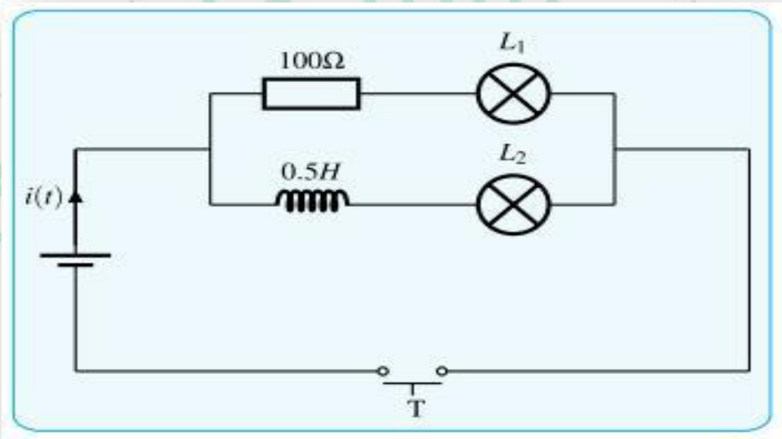
3- La force électromotrice d'induction :

Le courant induit est produit dans l dans le circuit fermé, sans aucun générateur. Donc il est dû à une f.é.m. délocalisé ; elle la ; partout dans le circuit . Elle prend naissance dans le circuit avec la cause et cesse avec la cause cette f.e.m est appelé **f.e.m d'induction** ou **f.é.m. induite**

4- L'AUTO-INDUCTION

Mise en évidence expérimentale

On réalise le montage ci-dessous, comportant deux dérivations ; la première est constituée d'un conducteur ohmique de résistance ajustable R et d'une lampe L1 ; la seconde est constituée d'une bobine à noyau de fer doux et d'une lampe L2. Les deux lampes sont identiques ; le conducteur ohmique et la bobine ont la même résistance R.



Observation
En fermant l'interrupteur K, on constate que :
- la lampe L1 brille tout de suite,
- la lampe L2 n'atteint son éclat maximal (identique à celui deL1) qu'avec un retard de quelques millièmes de secondes.

Interprétation

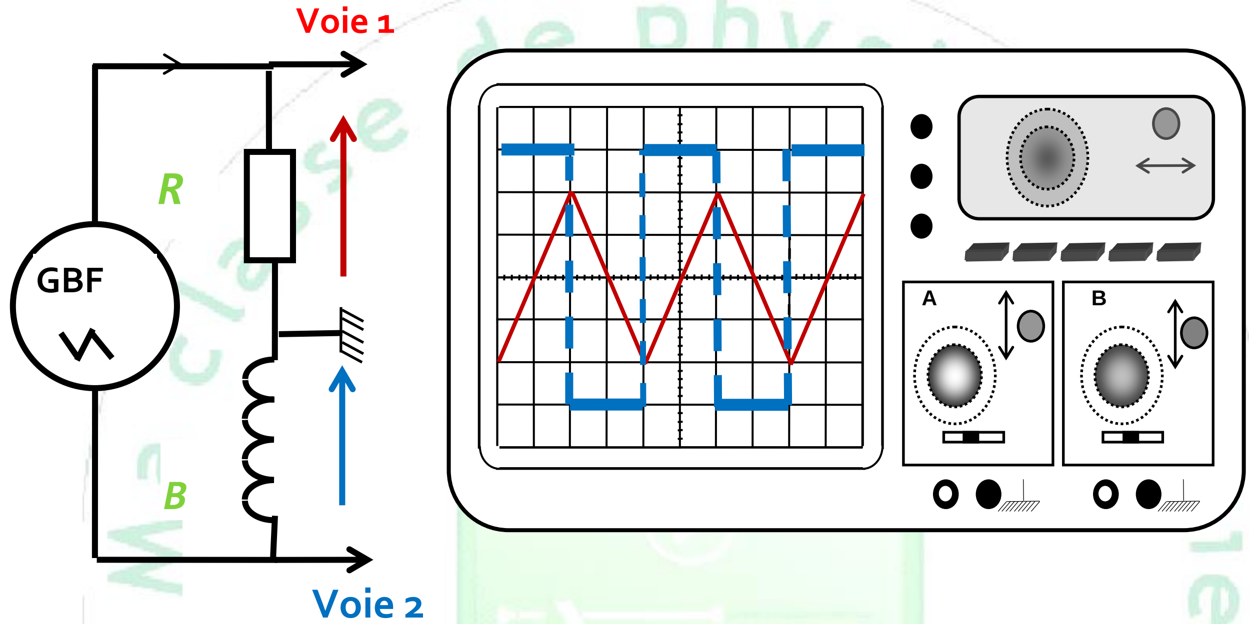
Lors de la fermeture de l'interrupteur K, il y a variation de l'intensité du courant électrique dans la bobine de zéro à une valeur **I** non nulle , et par suite, variation du vecteur champ magnétique propre de la bobine, celle-ci produit un courant induit qui, conformément à la loi de Lenz, s'oppose à la variation de l'intensité du courant dans la branche AB. Une telle induction électromagnétique due à une variation du vecteur champ magnétique propre de la bobine (le circuit induitest lui même le circuit inducteur) est appelée auto-induction. Dans ce cas particulier, la f.e.m. qui est à l'origine du courant induit est appelée f.e.m. d'auto-induction (ou f.e.m. auto-induite)

Conclusion
Une bobine ne se comporte pas comme un conducteur ohmique. Placée dans un circuit fermé, elle s'oppose aux variations de l'intensité du courant électrique qui y circule.

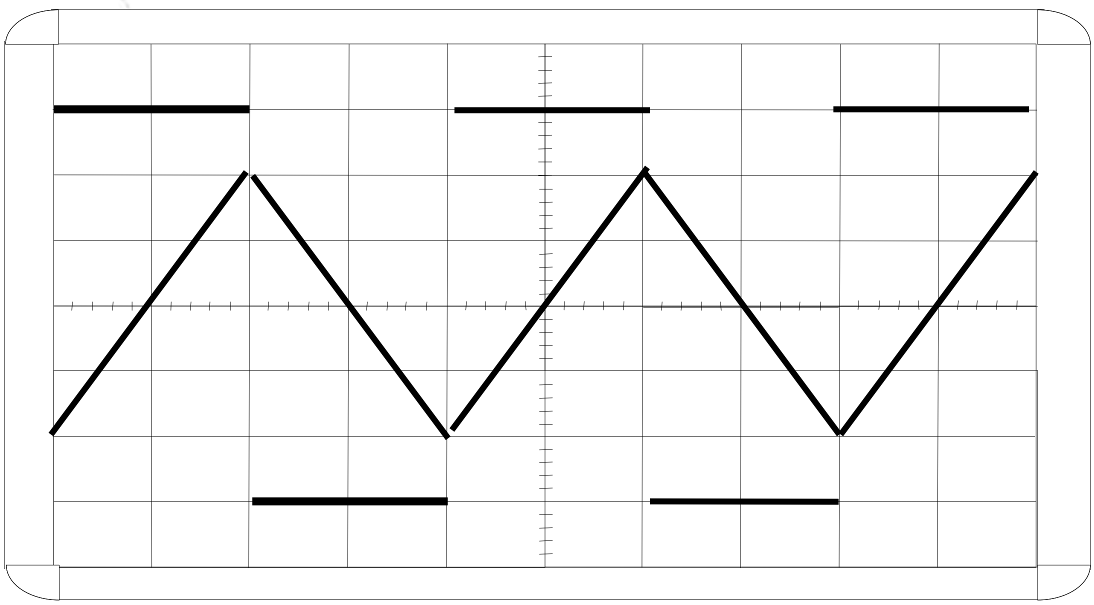
.....TP PHYSIQUE.....

FORCE ÉLOCTROMOTRICE D'AUTO- INDUCTION

On réalise le montage de la figure ci-dessous, comportant en série, Un résistor de résistance R, une bobine longue (B) de résistance r négligeable devant R et un générateur de tension variable (GBF) dont la masse est isolée de la terre (masse flottante) délivrant une tension triangulaire.



On visualise simultanément la tension uR aux bornes du résistor sur la voie Y1et la tension uB aux bornes de la bobine (B) sur la voie Y2 de l'oscilloscope



Remarque

On visualise la tension uL aux bornes de la bobine (B) sur la voie Y2 de l'oscilloscope au lieu de - uL , et ce en appuyant sur le bouton de Y2 INV .

On trouves les Oscillogrammes ci-dessus

Questions

1°) Donner les expressions des tensions uAB et uBC .

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

2°) Par exploitation des oscillogrammes, exprimer les tensions uAB et uBC , entre les instants t1 = 0 et t2= T/2 , en fonction du temps.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

3°) En déduire l'expression de la f.e.m. d'auto-induction en fonction de l'intensité i du courant parcourant la bobine.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

Conclusion

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

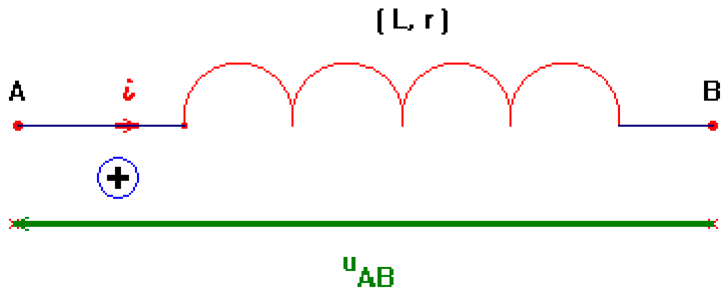
……………………………………………………………………………………………………

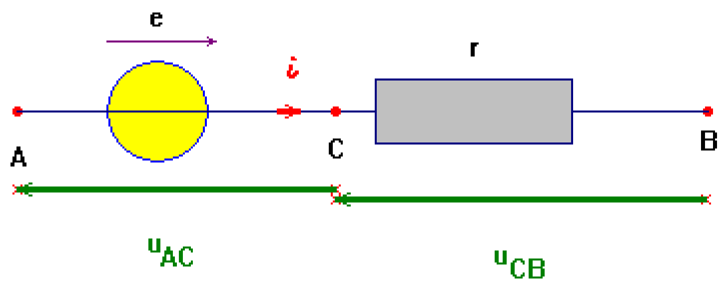
……………………………………………………………………………………………………

<u>3- RELATION ENTRE LA TENSION AUX BORNES D'UNE BOBINEET L'INTENSITÉ DU COURANT QUI Y CIRULE</u>

Symbole d'une bobine

La bobine, étant caractérisée par une inductance **L** et unerésistance interne r on lui attribue comme symbole





- Une bobine est caractérisée par son inductance L et sa résistance r.

- Tant que i varie, la bobine se comporte comme un électromoteur, elle est donc équivalente à l'association série d'une générateur de tension de f.e.m : e (grandeur algébrique) et d'un conducteur ohmique de résistance r.

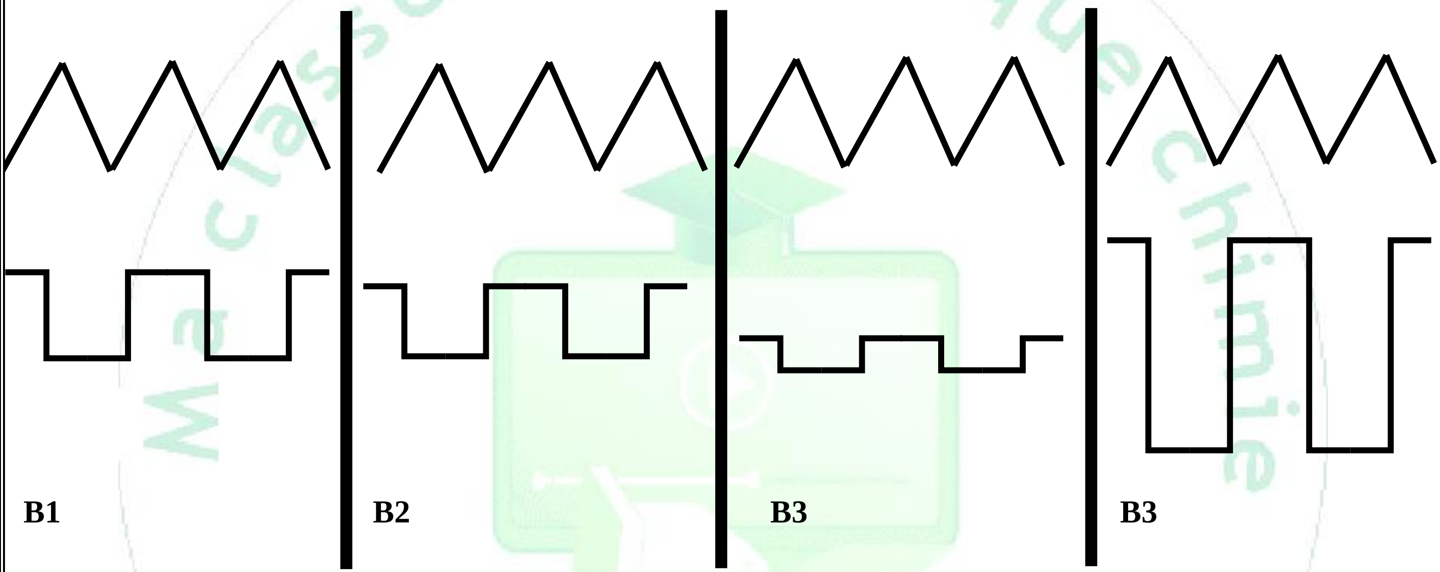
$$\boxed{e = -L.\frac{di}{dt},}$$

$$u_{AB} = u_{AC} + u_{CB}$$
$$u_{AB} = -e + r \cdot i$$
$$u_{AB} = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i$$

4- FACTEURS DONT DÉPEND L'INDUCTANCE D'UNE BOBINE

On refait l'expérience du TP, mais en fixant la fréquence de la tension d'alimentation à une autre valeur et en utilisant respectivement les bobines (B1), (B2), (B3) et (B4) :
N : nombre total de spires,
l : longueur de la bobine,
D : diamètre moyen de la bobine.
En gardant les mêmes sensibilités de l'oscilloscope, on obtient les oscillogrammes ci-dessous

Bobine	(B1)	(B2)	(B3)	(B4)
N	500	500	500	250
l (cm)	20	30	20	20
D (cm)	10	10	15	10



Conclusion

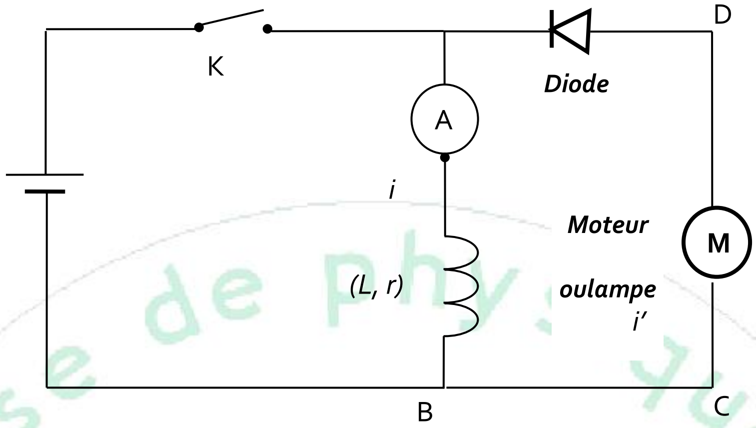
L'inductance d'une bobine ne dépend que de ses caractéristiques géométriques, à savoir le nombre total de spires, la longueur et la section moyenne, d'où sa qualification d'inductance propre.

Remarque
Pour une bobine idéale ou purement inductive **(r=0)**, la tension aux bornes de la bobine est.

$$u_{AB} = -e = L.\frac{di}{dt}$$

5-ÉNERGIE MAGNÉTIQUE EMMAGASINÉE DANS UNE BOBINE

Mise en évidence expérimentale



On ferme l’interrupteur K. L’ampèremètre détecte un courant $i$non nul Le moteur ne tourne pas (la lampe ne s’allume pas) car la diode est bloquée

On ouvre l’interrupteur K : le moteur tourne (la lampe s’allume) un instant.

⇨ **La bobine avait donc emmagasiné de l’énergie** qu’elle a restituée au moteur (lampe)

Conclusion

Tant qu’elle est parcourue par un courant électrique, la bobine inductive est un réservoir d’énergie dite magnétique

On montre que l’énergie magnétique emmagasinée dansune bobine d’inductance L s’écrit

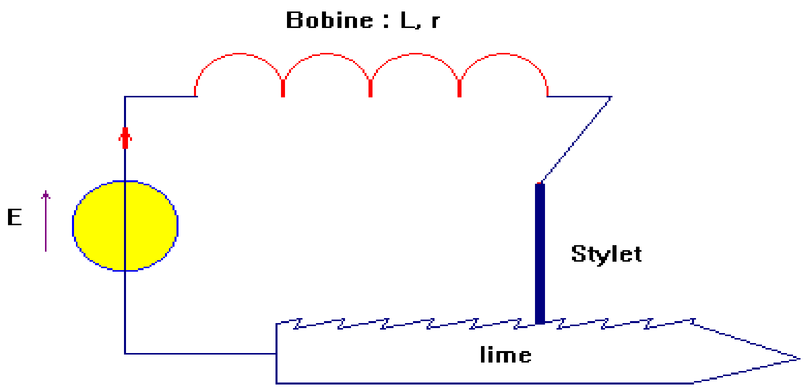
	E_L énergie en joule (J)
$E_L = \frac{1}{2} L \cdot i^2$	**L** inductance en henry (H)
	I intensité en ampère (A)

Remarque

L’énergie magnétique ne peut rester stockée dans une bobine en l’absence de courant. Par contre, l’énergie potentielle électrique reste stockée dans le condensateur même hors circuit. Donc, le condensateur est un réservoir <u>permanent d’énergie</u>, tandis que la bobine en est un <u>réservoir temporaire</u>

Étincelle de rupture

a)- Montage :



L = 0,1 H et r = 4 Ω

b)- Observations :

- Les étincelles de rupture montrent que l'énergie emmagasinée dans la bobine est libérée brutalement lors de l'ouverture du circuit.

- L'étincelle correspond à la conduction de l'air

Si le stylet est distant de 0,1 mm, alors, $|\mathbf{e}| \approx 300$ V

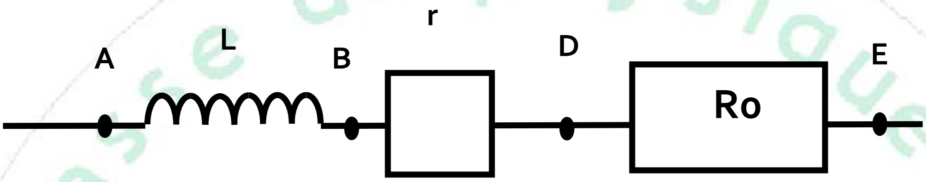
PARTIE-II : LE DIPOLE RL

ETUDE DE LA REPONSE D'UN DIPOLE RL A UN ECHELON DE TENSION

Le dipôle RL

Un dipôle RL est constitué de l'association d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine de résistance interne r et d'inductance L

.



Un dipôle RL a donc pour résistance totale : R = R0 + r

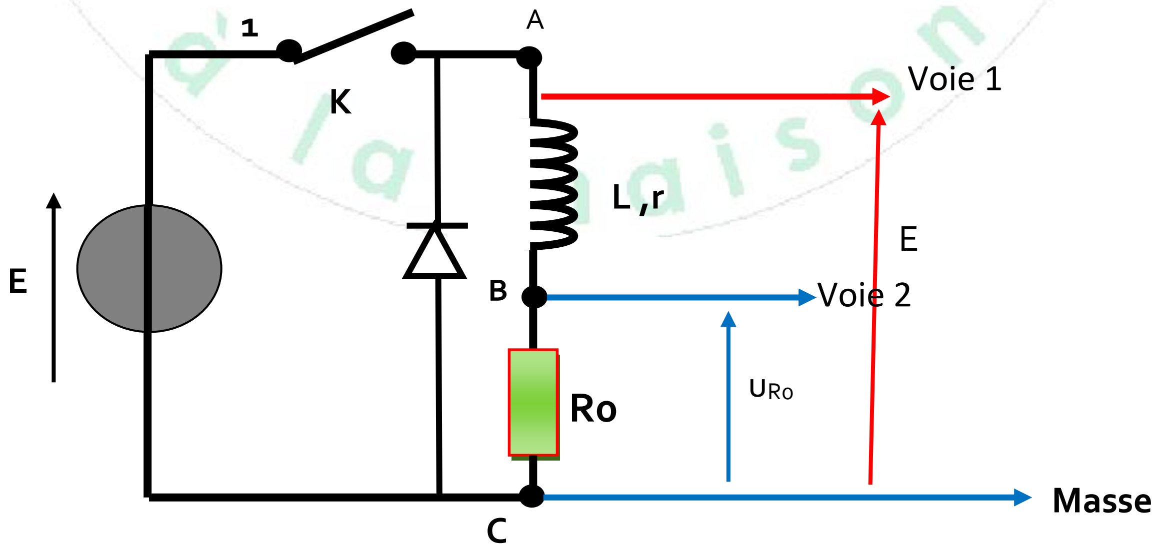
A- RÉPONSE D'UN DIPÔLE RL À UN ÉCHELON DE TENSION

1- ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

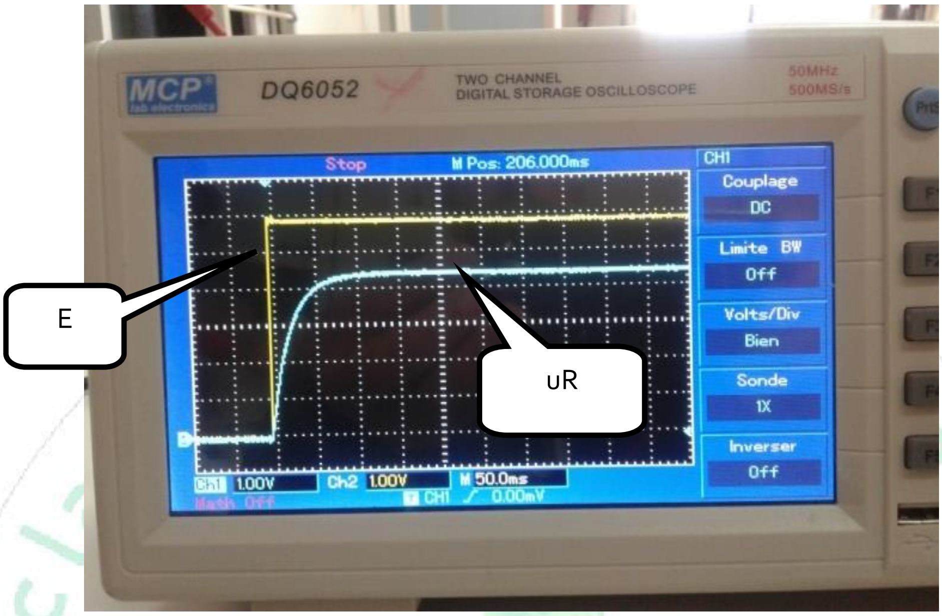
Avec un générateur de tension idéal de f.e.m**. E = 5V**, une bobine d'inductance **L = 0,1 H** et de résistance **r = 10 Ω,** un résistor de résistance **Ro = 40 Ω** , une diode D et un interrupteur K, on réalise le montage schématisé sur la figure ci-dessous. Puis, on relie les points A et B du circuit respectivement aux entrées Y1 et Y2 d'un oscilloscope à mémoire, (ou à une interface d'acquisition informatique de données). En fermant l'interrupteur K,

Montage expérimental

E = **6V**, **R** variable **10 à 1000 Ω , L=1H**



On obtient sur l'écran de l'oscilloscope les chronogrammes (1) et (2).



Interprétation

Dès que l'on ferme l'interrupteur K, il s'établit instantanément aux bornes A et C du dipôle RL une tension UAC = E, tandis que la tension uRo (chronogramme 2) augmente progressivement à partir de zéro jusqu'à atteindre, au bout d'une fraction de seconde, une valeur Uo inférieure à E : c'est le régime transitoire.

Une fois, uRo devient égale à Uo, elle reste constante : c'est le régime permanent

On a uBC = uRo = Ro.i, ce qui signifie i = U Ro /R o

Donc, la courbe représentant uBC(t) traduit bien l'évolution de l'intensité i du courant parcourant la bobine. On déduit alors de son allure que le courant continu ne s'établit pas instantanément dans la bobine. Le retard (ou le régime transitoire) est dû à la bobine qui s'oppose à la variation de i de zéro à la valeur Io, grâce à la f.e.m. auto-induite qui y naît avec la fermeture du circuit.

Conclusion

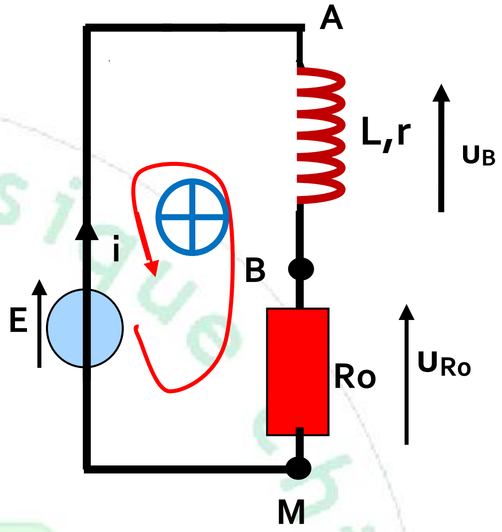
La réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension E est un courant continu d'intensité I=E/R avec R=Ro+r . Celui-ci ne s'établit pas instantanément à cause de l'inductance L de la bobine. Autrement dit, la bobine s'oppose à l'établissement du courant électrique dans la portion de circuit où elle se trouve insérée.

Remarque

En l'absence de la diode, il apparaîtra aux bornes du dipôle RL une tension élevée qui provoquera au niveau de l'interrupteur K une étincelle de rupture

2- Etude théorique

a L'équation différentielle



A la date t=0, on ferme l'interrupteur K.

d'après la loi des mailles :

$u_{R0} + u_B = E$ avec $u_{R0} = R0.i$

$R_0 i + L\frac{di}{dt} + ri = E$ $L\frac{di}{dt} + (R_0 + r)i = E$, on pose $R = R_0 + r$

$L\frac{di}{dt} + Ri = E$ on divise l'équation par R $\frac{L}{R}\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}$ on pose

$\tau = \frac{L}{R} = \frac{L}{R_0 + r}$ $\Longrightarrow$ $\boxed{\tau\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}}$

Remarque :

On peut avoir l'équation différentielle régissant les variations de

- u_{R0} en remplaçant i par $\frac{u_{R0}}{R_0}$, on trouve $\tau\frac{d(\frac{u_{R0}}{R_0})}{dt} + \frac{u_{R0}}{R_0} = \frac{E}{R}$
- $\frac{\tau}{R_0}\frac{du_{R0}}{dt} + \frac{u_{R0}}{R_0} = \frac{E}{R}$ en multipliant l'équation par R_0 $\boxed{\tau\frac{du_{R0}}{dt} + u_{R0} = \frac{R_0 E}{R}}$

b Solution de l'équation différentielle

La solution de l'équation différentielle $L\frac{di}{dt} + Ri = E$ s'écrit sous la forme $i(t) = A + Be^{-\alpha t}$

avec A, B et α sont des constantes positives qui dépendent des caractéristiques du circuit.

Déterminons A, B et α :

•A t=0, on ferme le circuit donc à cette date l'intensité du courant est nulle d'où i(0) = 0

$A + Be^0 = 0$ A + B = 0 A = - B. $i(t) = A - Ae^{-\alpha t}$.

• Cette solution vérifie l’équation différentielle :

$$L\frac{d(A-Ae^{-\alpha t})}{dt}+R(A-Ae^{-\alpha t})=E$$

$$L(0+A\alpha e^{-\alpha t})+RA-RAe^{-\alpha t}=E \;\; LA\alpha e^{-\alpha t}\Rightarrow +RA-RAe^{-\alpha t}=E$$

$(L\alpha-R)Ae^{-\alpha t}+RA=E$ cette égalité est valable quelque soit t.

Lorsque $t\longrightarrow+\infty$; $Ae^{-\alpha t}\longrightarrow 0$ d’où 0 + RA = E donc $\boxed{A=\frac{E}{R}=\frac{E}{R_0+r}}$ En remplaçant A par son expression, on aura :

$$(L\alpha-R)\frac{E}{R}e^{-\alpha t}+R\frac{E}{R}=E \Leftrightarrow (L\alpha-R)\frac{E}{R}e^{-\alpha t}+E=E \text{ d'ou } (L\alpha-R)\frac{E}{R}e^{-\alpha t}=0$$

$$\frac{E}{R}e^{-\alpha t}\neq 0 \text{ d'ou } L\alpha-R=0 \quad\Longrightarrow\quad \boxed{\alpha=\frac{R}{L}=\frac{R_0+r}{L}=\frac{1}{\tau}}$$

Donc $\boxed{i(t)=\frac{E}{R}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})=\frac{E}{R_0+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})}$ avec $\tau=\frac{L}{R}=\frac{L}{R_0+r}$

c Expression de $u_{R0}(t)$ et de $u_B(t)$

a- Expression de $u_{R0}(t)$:

$U_{R0}(t)=R_0 i(t)=\boxed{\frac{R_0E}{R}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})=\frac{R_0E}{R_0+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})}$ avec $U_{Ro_{max}}=\frac{R_0E}{R_0+r}<E$

b- Expression de $u_B(t)$:

$u_B=E-u_{R0}=E-\frac{R_0E}{R_0+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$ on va mettre les deux quantités au même dénominateur

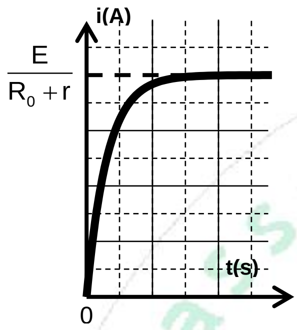
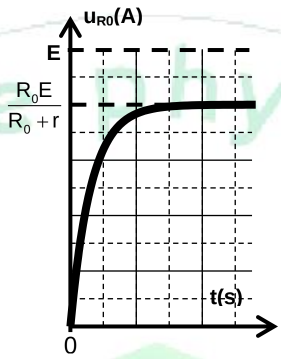
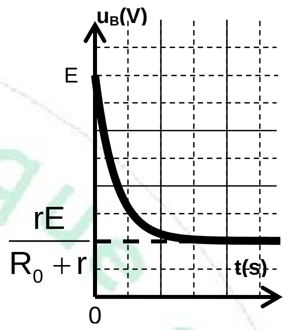
$$=\frac{(R_0+r)E}{R_0+r}-\frac{R_0E}{R_0+r}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$$

$$=\frac{R_0E+rE-R_0E(1-e^{\frac{-t}{\tau}})}{R_0+r}=\frac{R_0E+rE-R_0E+R_0Ee^{\frac{-t}{\tau}})}{R_0+r}=\frac{rE+R_0Ee^{\frac{-t}{\tau}}}{R_0+r}$$

$$\boxed{u_B(t)=\frac{rE}{R_0+r}+\frac{R_0}{R_0+r}Ee^{\frac{-t}{\tau}}}$$

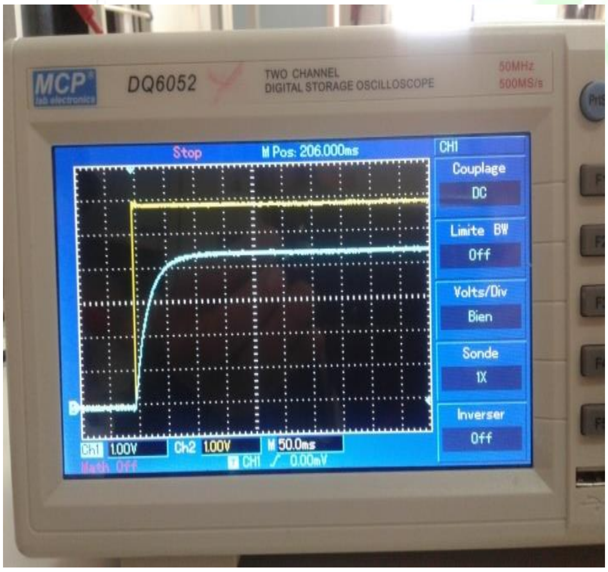
Ma Classe de Physique Chimie à la Maison — Mourad Barhoumi — Professeur Principal Emérite Classe Exceptionnelle — 2021 – 2022

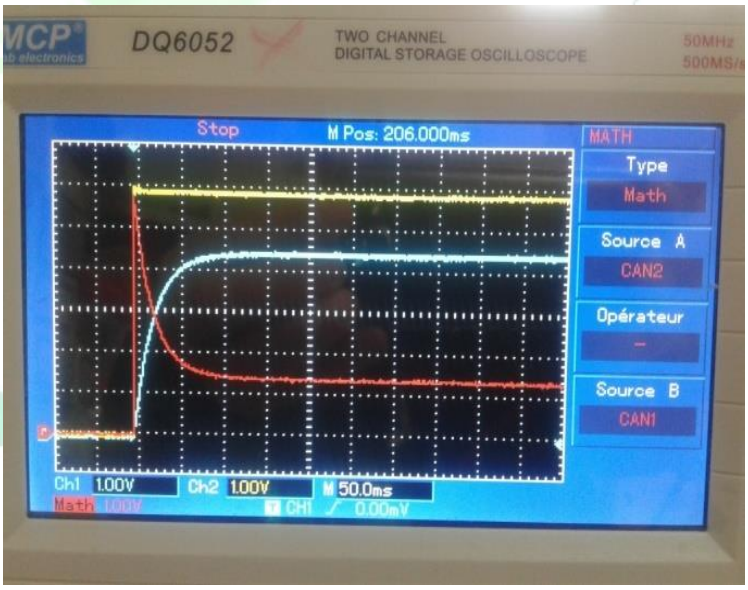
e Graphes de i(t), u_{R0}(t) et de u_B(t)

$i = \dfrac{E}{R_0 + r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$	$u_{R0} = \dfrac{R_0 E}{R_0 + r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$	$u_B(t) = \dfrac{rE}{R_0 + r} + \dfrac{R_0}{R_0 + r}Ee^{\frac{-t}{\tau}}$
		

t(s)	0	$+\infty$	t(s)	0	$+\infty$	t(s)	0	$+\infty$
i(A)	0	$\dfrac{E}{R_0 + r}$	u_{R0}(V)	0	$\dfrac{R_0 E}{R_0 + r}$	u_B (A)	E	$\dfrac{rE}{R_0 + r}$

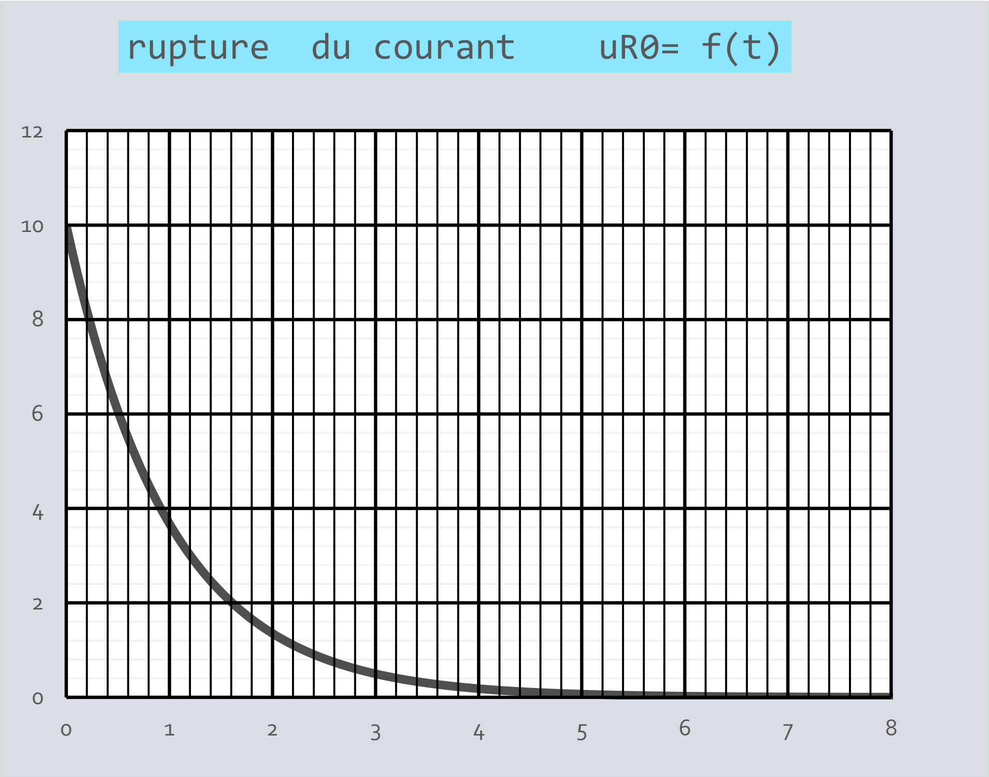
GRAPHES DES TENSIONS E , uR0, uB





3- LA RUPTURE DU COURANT DANS UN DIPOLE RL

Lorsque le courant électrique s'établit dans le circuit on ouvre l'interrupteur K. L'oscilloscope Enregistre alors le seul chronogramme de la figure ci-dessous



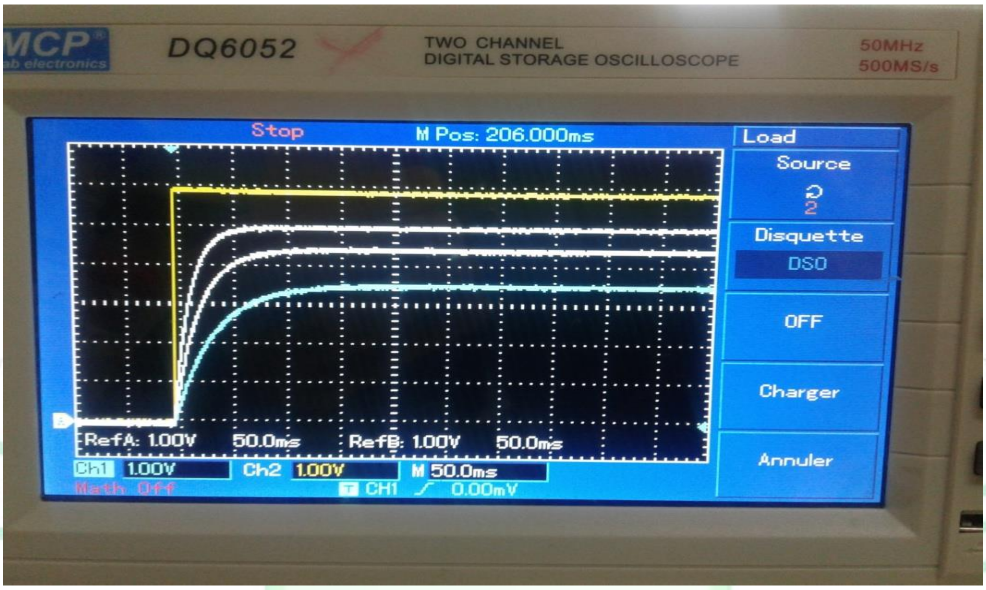
Lorsque le circuit est ferme, en régime permanent, la tension aux bornes du dipôle RL est uAM = E = R I, uBM = RoI et la diode n'est pas passante. Lorsqu'on ouvre K, le courant ne s'annule pas instantanément a cause de la bobine qui s'oppose a toute variation de l'intensité du courant avec la f.e.m. auto-induite dont elle est le siège. Celle-ci produit dans le circuit forme par la bobine, le résistor et la diode, un courant transitoire qui, d'après la loi de Lenz, va circuler dans le même sens que celui établi avant la rupture.

Remarque

En l'absence de la diode, il apparaitra aux bornes du dipôle RL une tension élevée qui provoquera au niveau de l'interrupteur K une étincelle de rupture. Par conséquent, comme il a été Signale précédemment (paragraphe 5 de la première partie du présent chapitre, page 54) il faut absolument éviter de réaliser de telles expériences sans la diode

4- Influence des grandeurs caracteristiques du dipole RL sur l'établissement du courant

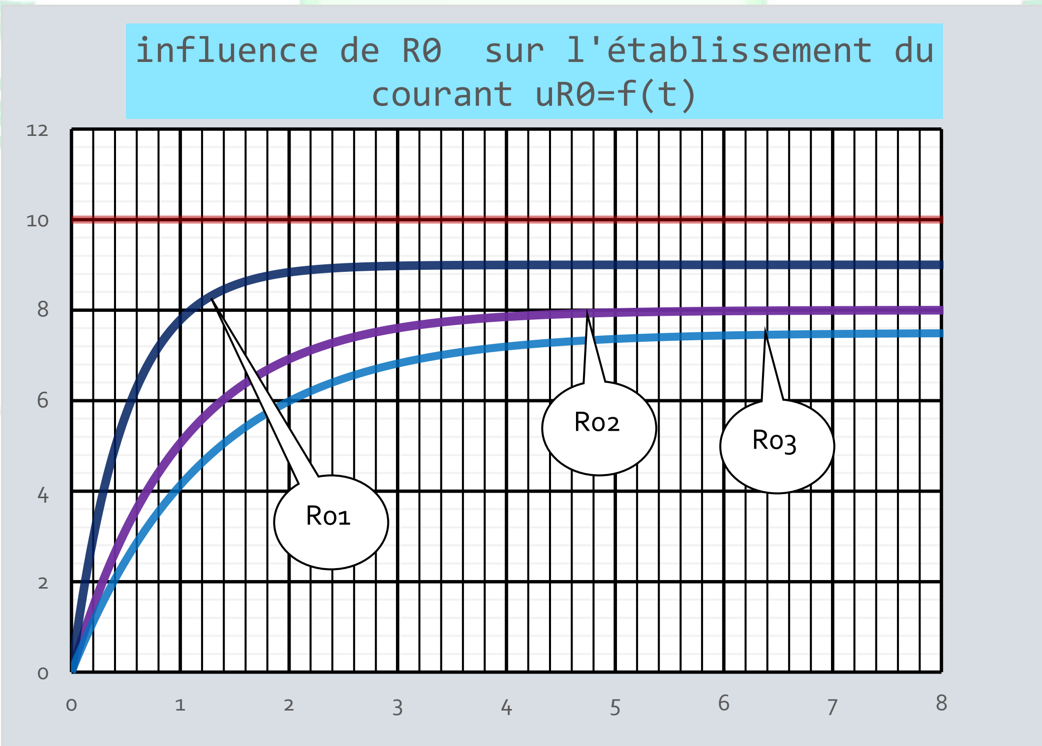
a- Influence de R0



E=10 V

L=0.1 H

r = 20 Ω

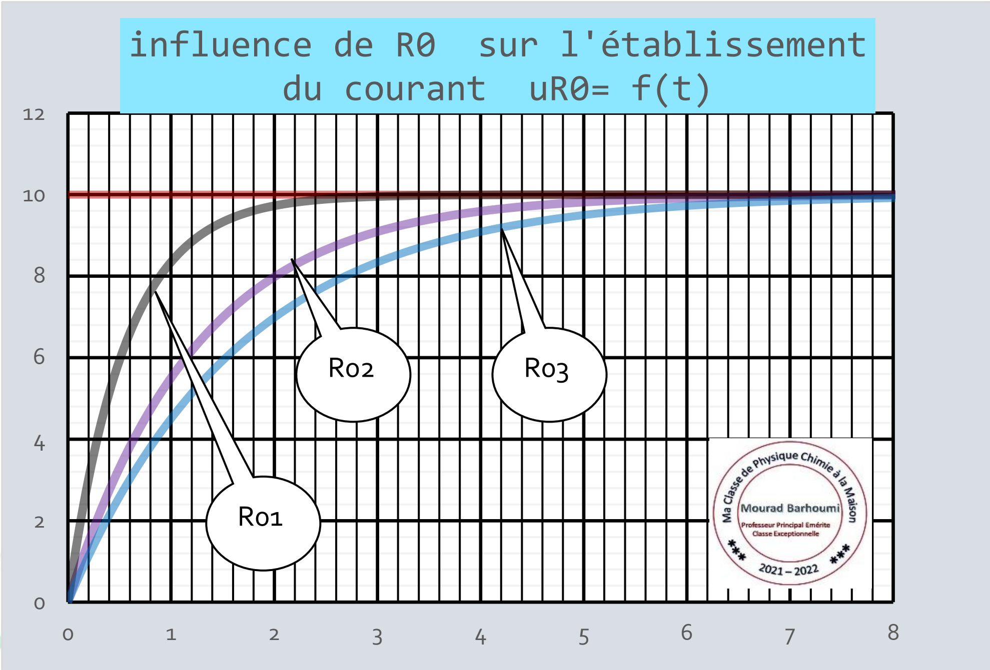


R01= 180 Ω ; R02= 80 Ω ; R03= 60 Ω

E=10 V

L=0.1 H

r = 0 Ω



R01= 180 Ω ; R02= 80 Ω ; R03= 60 Ω

La duréé de l'établissement du courant diminue lorsque R0 augmente

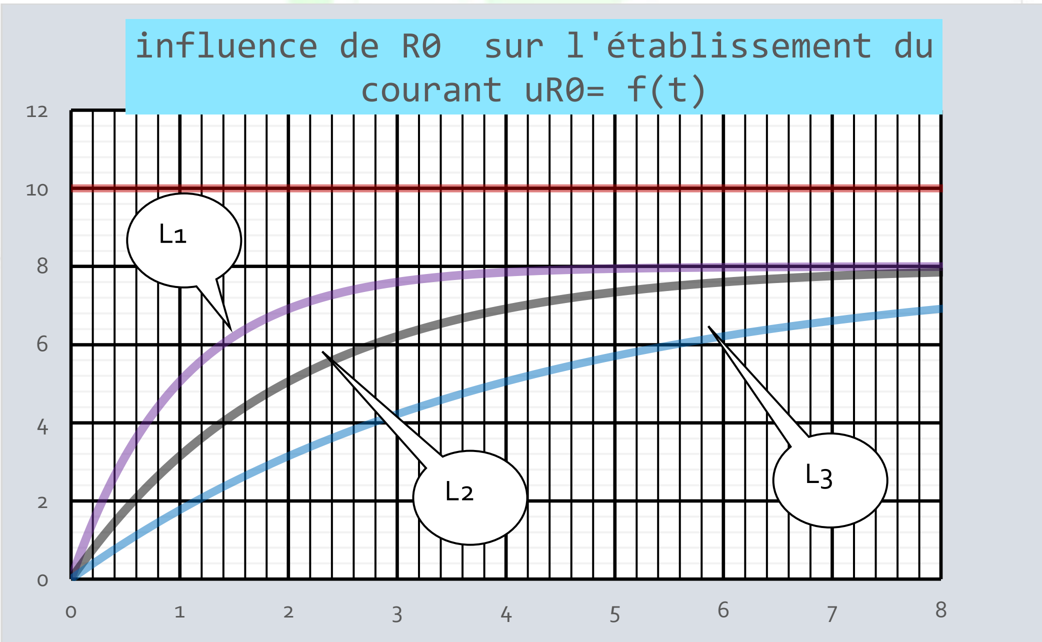
$$\Delta t = k.\frac{1}{R}$$

b- Influence de l'inductance L

E=10 v

Ro=80 Ω

r = 20 Ω

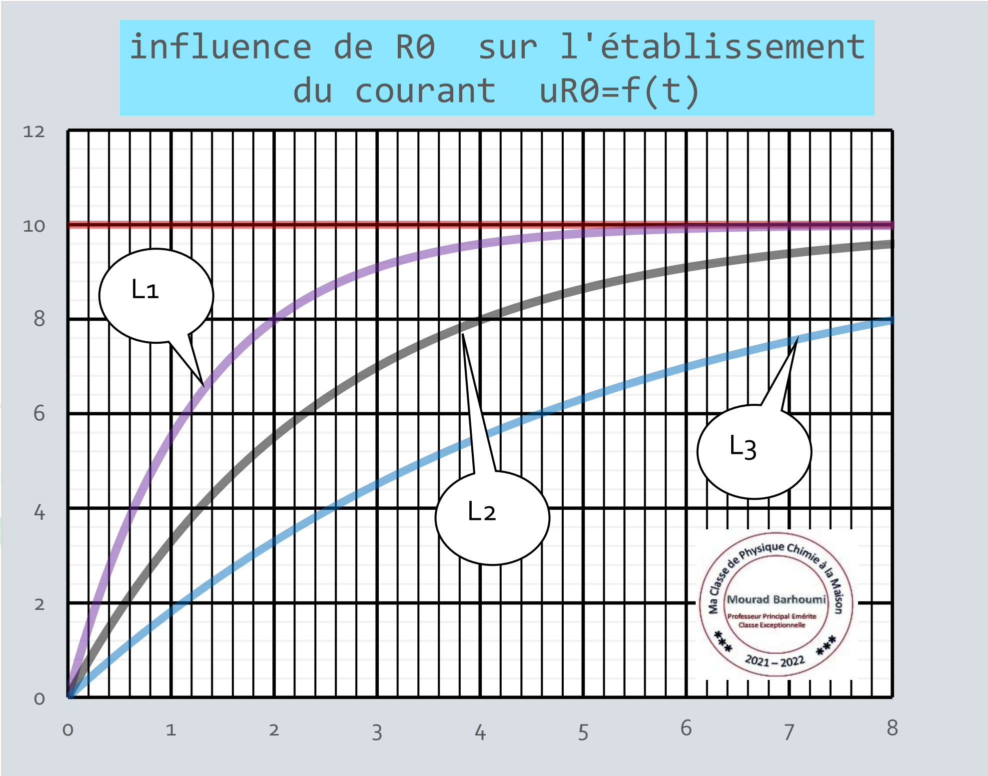


L1=0.1 H ; L1=0.2 H L1=0.4 H

E=10 v

Ro=80 Ω

r = 0 Ω



L1=0.1 H ; L1=0.2 H L1=0.4 H

La duréé **Δt** de l'établissement du courant augmente lorsque L augmente

Δt= k. L

La duréé **Δt** de l'établissement du courant proportinnelle à L et inversement proportionnelle à R

$$\Delta t = k.\frac{L}{R} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R}$$ **appellé constante de temps**

f **La constante de temps τ**

a- Définition :

La constante de temps τ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle nous renseigne sur la rapidité avec laquelle s'effectue l'établissement du courant dans le circuit.

b- Unité de τ :

$$\tau = \frac{L}{R} \text{ avec } \begin{cases} {}^*R = \dfrac{u_R}{i} \text{ donc } R \text{ est en } \dfrac{V}{A} \\ {}^*L = \dfrac{u_B}{\dfrac{di}{dt}} = \dfrac{u_B dt}{di} \text{ donc } L \text{ est en } \dfrac{V.s}{A} \end{cases} \text{ d'où } \tau \text{ est en } \dfrac{\dfrac{Vs}{A}}{\dfrac{V}{A}} = s \text{ (Seconde) donc } \tau \text{ est un temps.}$$

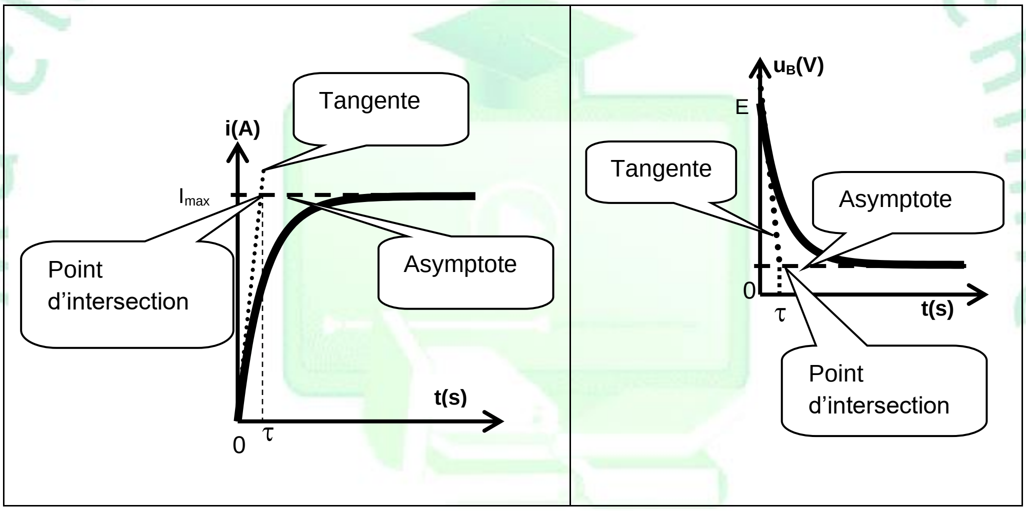
c- Détermination de τ :

• **Par calcul :**

Ayant les valeurs de R(en Ω) et de L(en H), on peut calculer directement τ(en s).

• **Graphiquement** :

- **<u>1ère méthode</u> (utilisation de la tangente à l'origine)** : on peut montrer que τ est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à la courbe de i(t)[de même pour $u_R(t)$ et $u_B(t)$] à la date t=0 avec l'asymptote (lorsque $t \to +\infty$).



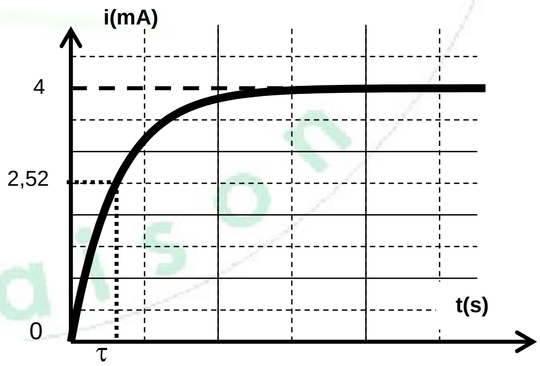
- **<u>2ème méthode (lecture graphique)</u>** :

à partir du graphe de i(t)

Pour t=τ, quelle est la valeur de i=0.63xImax

Exemple :

On a I_{max}= 4 mA d'où 0,63.4 =2,52 mA donc l'abscisse du point d'ordonnée 2,52 mA est égale à τ



7 Durée de l'établissement du courant dans le dipôle RL

On peut considérer que le courant s'établit dans le dipôle RL lorsque i= $0{,}99 I_{max}$

$$= 0{,}99 \frac{E}{R_0 + r} \text{ ce qui donne une durée } t \approx 5\tau = = 5 \frac{L}{R_0 + r}$$

La durée de l'établissement de courant augmente :

- R_0 ou r diminue.
- L augmente.

Pour $t < 5\tau$, on a le régime transitoire.

Pour $t \geq 5\tau$, on a le régime permanent.

Remarque :

- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension E est un courant continu d'intensité $I_{max} = \frac{E}{R}$ qui ne s'établit pas instantanément à cause de l'inductance L de la bobine(la bobine s'oppose à l'établissement du courant dans le circuit). Avant d'atteindre le régime permanent, on passe par un régime transitoire.
- On peut déterminer l'expression de I_{max} en utilisant l'équation différentielle en régime permanent :

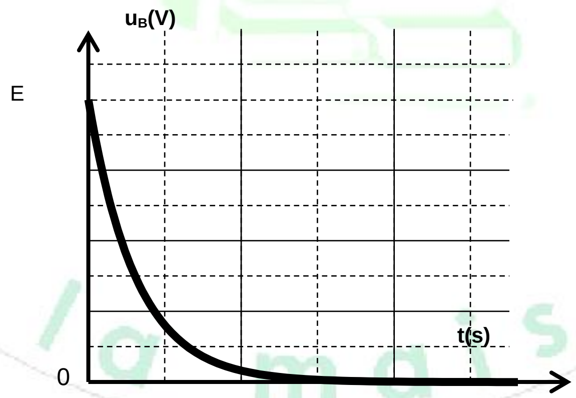
en régime permanent $i=I_{max}$ =constante et l'équation différentielle est

$$L\frac{dI_{max}}{dt} + RI_{max} = E \text{ or } \frac{dI_{max}}{dt} = 0 \text{ car } I_{max} \text{ est constante}, \text{ d'où : } \boxed{I_{max} = \frac{E}{R}}$$

- Dans le cas où la bobine est une inductance pure (on remplace dans les expressions précédentes r par 0).

$$\boxed{\tau = \frac{L}{R_0}} \quad \boxed{i = \frac{E}{R_0}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})} \quad \boxed{u_{R_0} = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})} \boxed{u_B = E e^{-\frac{t}{\tau}}}$$

et le graphe de $u_B(t)$ est :



Ma Classe de Physique Chimie à la Maison

Mourad Barhoumi

Professeur Principal Emérite
Classe Exceptionnelle

*** 2021 – 2022 ***

PARTIE EXERCICES

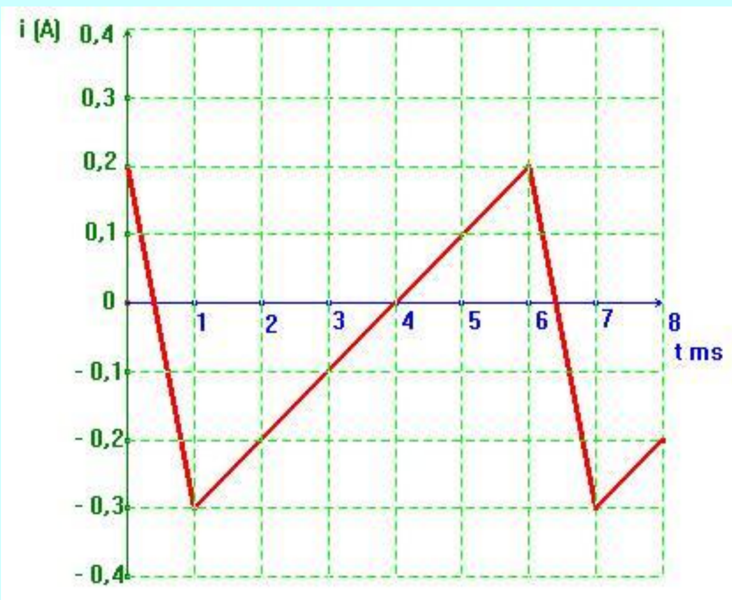
Ma Classe de Physique Chimie à la Maison

Mourad Barhoumi

Professeur Principal Emérite
Classe Exceptionnelle

*** 2021 – 2022 ***

Exercice-1



L'intensité du courant traversant une bobine idéale d'inductance **L** = 10 mH a l'allure représentée ci-contre. La bobine est étudiée en convention récepteur.

Représenter l'allure de la tension u aux bornes de la bobine

prendre :

1 cm ↔ 1 V

et

1 cm ↔ 1 ms)

Réponse

$$u = L \cdot \frac{di}{dt}$$

- Première phase : Pour **t** ∈[0, 1 ms], l'intensité **i = a . t + b**. En conséquence,

$$\frac{di}{dt} = a$$

- Il faut trouver la valeur du coefficient directeur :

$$a = \frac{-0.3-0.2}{1x10^{-3}} = -5x10^{2}\ A.S^{-1}$$

- **Pour [0. 1ms]** **$u = (10x\,10^{-3})\,(-5 \times 10^{2}) = -5\ V$**

- Deuxième phase : Pour **t** ∈[1 ms, 6 ms], l'intensité **i = a' . t + b'**. En conséquence,

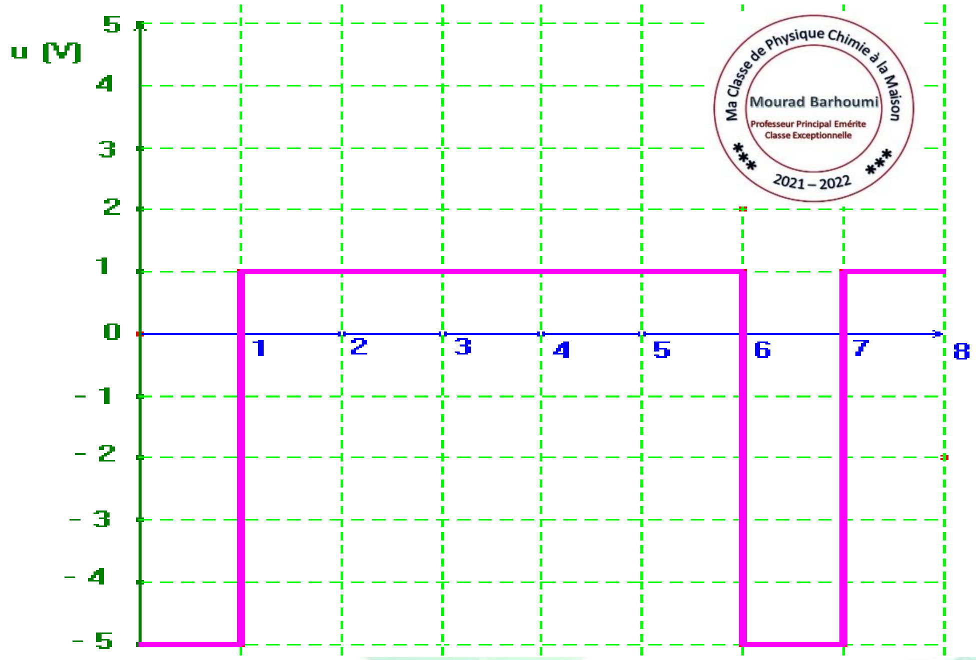
$$\frac{di}{dt} = a'$$

- Il faut trouver la valeur du coefficient directeur :

$$a' = \frac{0.2-(-0.3)}{(6-1)x10^{-3}} = 1x10^{2}\ A.S^{-1}$$

- Pour **t** ∈[1 ms, 6 ms], **$u = (10x\,10^{-3})\,(-1 \times 10^{2}) = 1\ V$**

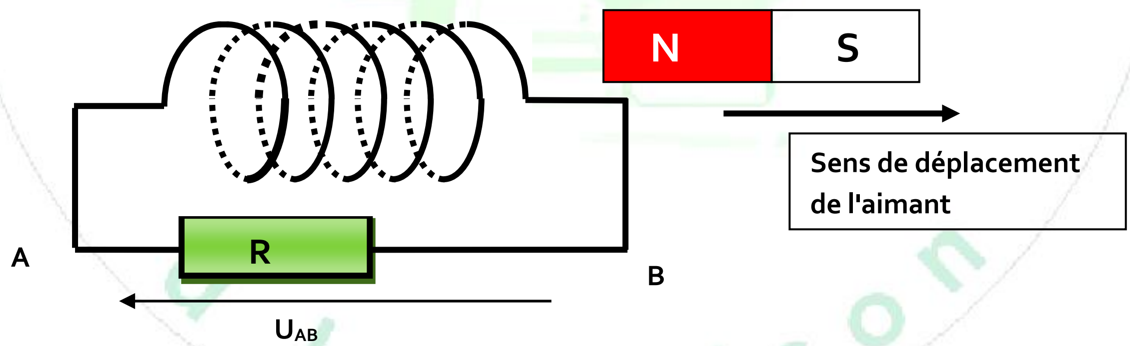
Allure de la tension :



Exercice N° 2

PARTIE -1

Une bobine (B) de résistance négligeable et d'inductance **L** fermée sur un résistor de résistance **R** est placée dans le champ magnétique crée par un aimant droit comme l'indique la figure ci- dessous



Reproduire le schéma ci-dessus sur ton copie puis répondre à questions suivantes

1- Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ crée par l'aimant au centre de la bobine

2- Enoncer la loi de **Lenz.**

3- Représenter le champ magnétique induit $\vec{b}$.

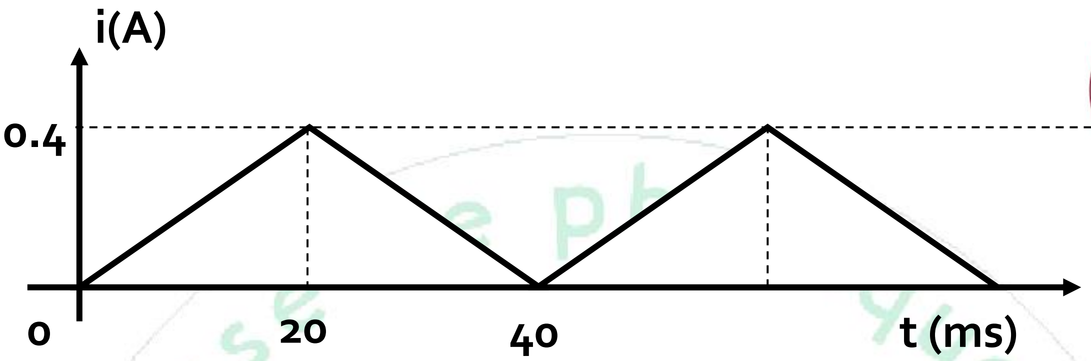
4- Déduire le sens du courant induit **i** crée dans la bobine(B) et le nom de chaque face de la bobine

5- Quel est le phénomène qui engendre l'apparition de ce courant induit i ?

6- Donner le signe de la tension U_{AB}

PARTIE -2

La bobine (B) est maintenant insérée dans un circuit électrique comportant un interrupteur et un générateur de courant variable dont les variations sont données par la figure ci-dessous :



Sachant que cette bobine est purement inductive et d'inductance **L=0,15H.**

1-Rappeler l'expression de la tension $\mathbf{u_L}$ aux bornes de la bobine en fonction de **i(t)** et **L.**

2-Donner l'expression de l'intensité de courant **i(t)** au cours des deux intervalles $[0s: 20ms]$ **et** $[20ms: 40ms]$**.**

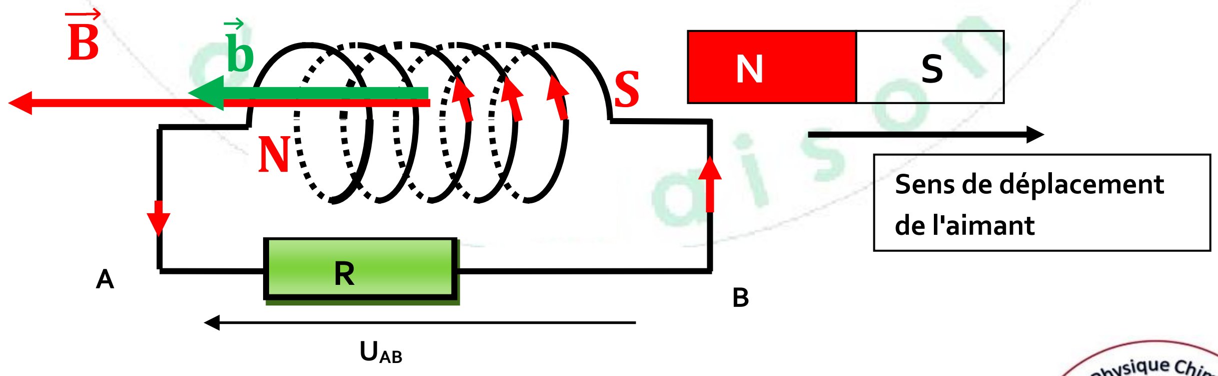
3-Donner alors la valeur de $\mathbf{u_L}$ dans chacun des intervalles cités.

4-En précisant l'échelle utilisé, représenter graphiquement $\mathbf{u_L}$ en fonction du temps.

CORRECTION

PARTIE -1

1- Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ crée par l'aimant au centre de la bobine



2- Loi de **Lenz.**

Le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose par ses effets a la cause qui lui donne naissance

3- Représenter le champ magnétique induit $\vec{b}$.

La diminution du champ magnétique $\vec{B}$ crée un champ magnétique induit $\vec{b}$ crée par le courant induit s'oppose a la diminution de $\vec{B}$.

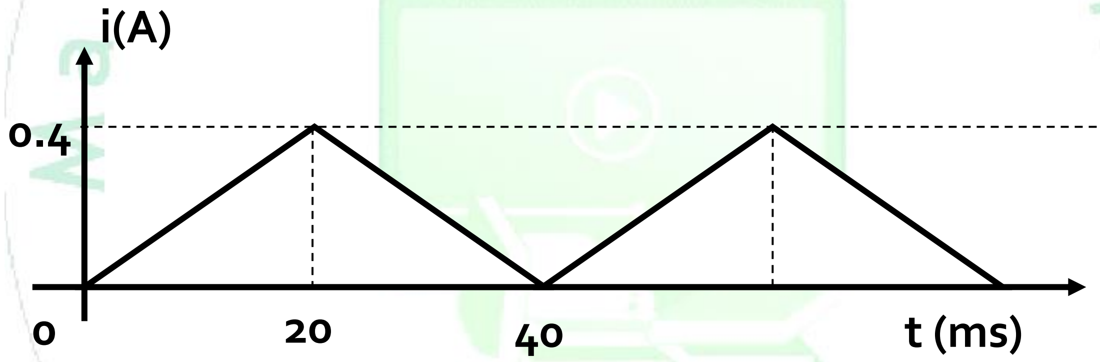
Donc $\vec{B}$ et $\vec{b}$ de même sens

4- En utilisant la règle de la main droite on détermine le sens du courant induit

5- Le phénomène d'induction magnétique

6- En convention récepteur **UAB** >0

PARTIE -2



Sachant que cette bobine est purement inductive et d'inductance **L=0,15H.**

1- $u_L = L\dfrac{di(t)}{dt}$

2-dans l'intervalle $[0s : 20ms]$

i(t) =a.t

a= $\dfrac{0.4-0}{0.02-0}$ = **20** ➔ **i(t) =20.t**

Dans l'intervalle $[20ms : 40ms]$.

i(t) =a'.t + b

a'= $\dfrac{0.4-0}{0.02-0.04}$ = **-20** ➔ **i(t) =-20.t +b**

3-Donner alors la valeur de u_L dans chacun des intervalles cités.

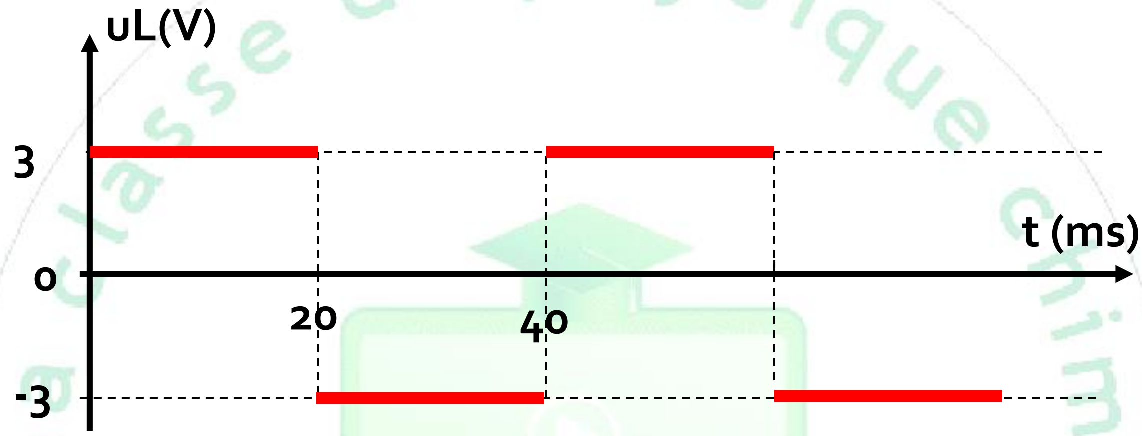
Dans l'intervalle $[0s : 20ms]$

$$u_L = L\frac{di(t)}{dt} = L.a = 0.15 \times 20 = 3V$$

Dans l'intervalle $[20s : 40ms]$

$$u_L = L\frac{di(t)}{dt} = L.a' = 0.15 \times (-20) = -3V$$

4-



Exercice N°3

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 -1- .** Comportant un générateur délivrant un courant sinusoïdal d'intensité

$$i(t) = I_0 \sin(2\pi N\, t)$$

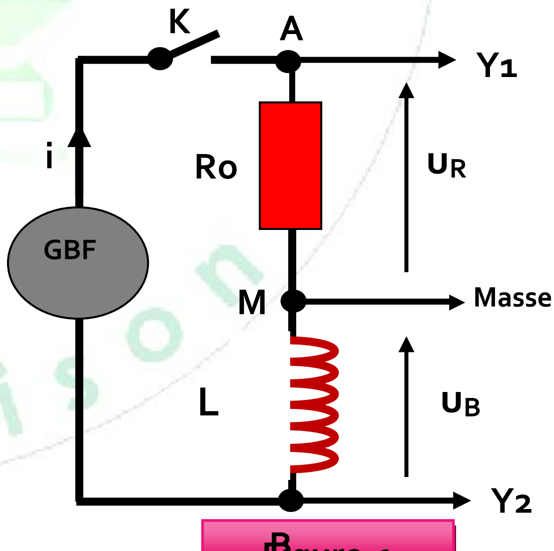


Figure-1

I_0 : Amplitude de l'intensité du courant (en Ampère)
N : Fréquence du courant (en Hertz)
T : temps en secondes
π= 3.14 rad
Un conducteur ohmique de résistance **R = 500 Ω** et la bobine **(B).**

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

Pour une valeur **N** de la fréquence du courant délivré par le GBF, on obtient les chronogrammes représentés sur la **figure-2-**

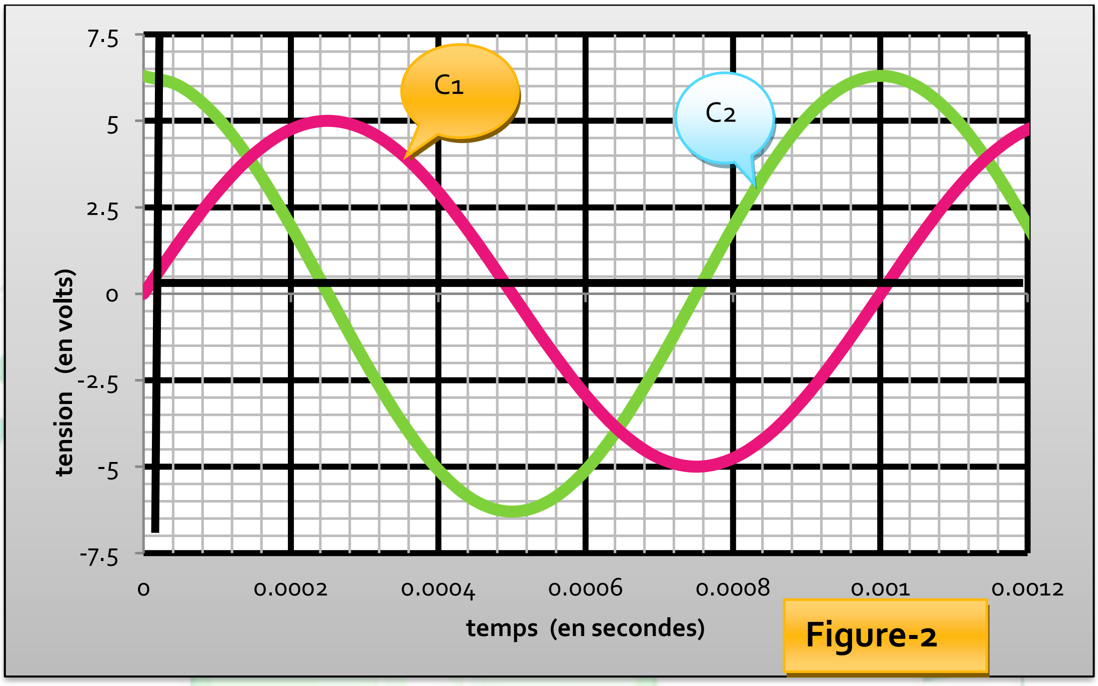


Figure-2

1°) a) Donner l'expression de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor R en fonction de l'intensité du courant **i(t)**

b) Identifier, parmi les chronogrammes (C_1) et (C_2) celui qui correspond à la tension $u_R(t)$. Justifier la réponse.

c) Déterminer la fréquence **N** du **GBF**.

d) Déterminer l'amplitude I_0 de l'intensité du courant i(t)

2°) a) Donner l'expression de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine B en fonction de l'intensité du courant **i (t)** et l'inductance **L** .

b) Montrer que la tension aux bornes de la bobine est donnée

$$u_B(t) = 2\pi.N.L.I_0.\sin\left(2\pi N.t + \frac{\pi}{2}\right)$$

c) En utilisant les chronogrammes de la figure -2- Déterminer l'amplitude U_{Bmax} de tension $u_B(t)$

d) En déduire la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

3°) Calculer la valeur de l'énergie maximale emmagasinée dans la bobine

On donne $$\frac{d}{dt}(\sin(a.t)) = a.\cos(a.t) = a.\sin\left(a.t + \frac{\pi}{2}\right)$$

CORRECTION

$i(t) = I_0 \sin(2\pi N t)$

I_0 : Amplitude de l'intensité du courant (en Ampère)

N : Fréquence du courant (en Hertz)

T : temps en secondes

π= 3.14 rad

Un conducteur ohmique de résistance **R = 500 Ω** et la bobine **(B).**

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

Pour une valeur **N** de la fréquence du courant délivré par le GBF, on obtient les chronogrammes représentés sur la **figure-2-**

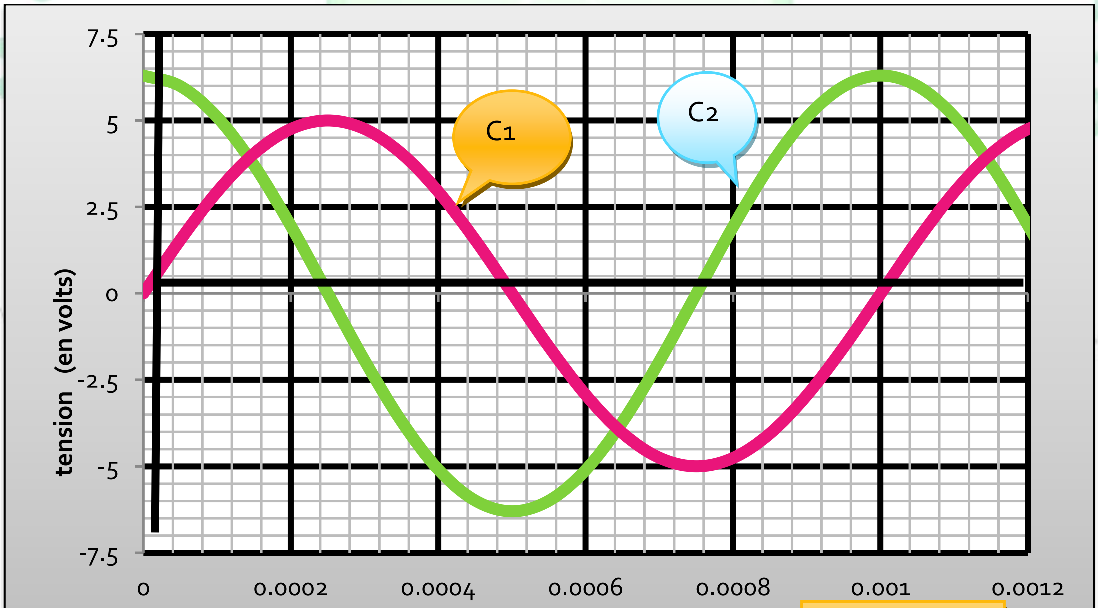


Figure-2

1°) a) $u_R(t)$ = R.i(t)= $I_0 \sin(2\pi N t)$

b) à t=0s **$u_R(0)=0$ donc la courbe C1 correspond à $u_R(t)$**. Et la courbe **(C_2)** correspond à la tension **$u_B(t)$**.

c) Déterminer la fréquence **N**

La période **T=0.001 s ➔** **$N=\frac{1}{T}$ =1000Hz**

d- $I_o = \frac{u_{R0max}}{R_0} = \frac{5}{500}$ **=0.01 A**

2°) a) $u_B(t) = L\frac{di}{dt}$

b) $u_B(t) = L\frac{di}{dt}$ = L. **2π.N.L.I₀. Cos (2πN.t)** $\left(\frac{d}{dt}(\text{Sin}(a.t)) = a.\text{Cos}(a.t)\right)$

$$\text{Cos}(a.t) = \text{Sin}(a.t + \frac{\pi}{2})$$

➔ $u_B(t) = 2\pi.N.L.I_0.\text{Sin}(2\pi N.t + \frac{\pi}{2})$

c) l'amplitude U_{Bmax} = 7.5 V

d) $U_{Bmax} = 2\pi.N.L.I_0$

➔ $L = \frac{U_{Bmax}}{2\pi.N.I_o} = \frac{7.5}{2\pi.1000\text{x}0.01}$ **= 0.1H**

3°) $E_L = \frac{1}{2} L\, I_o^2 = \frac{1}{2}\text{x}0.1 \text{ x}(0.01)^2 = 5\text{x}10^{-6}$J

Exercice N°4:

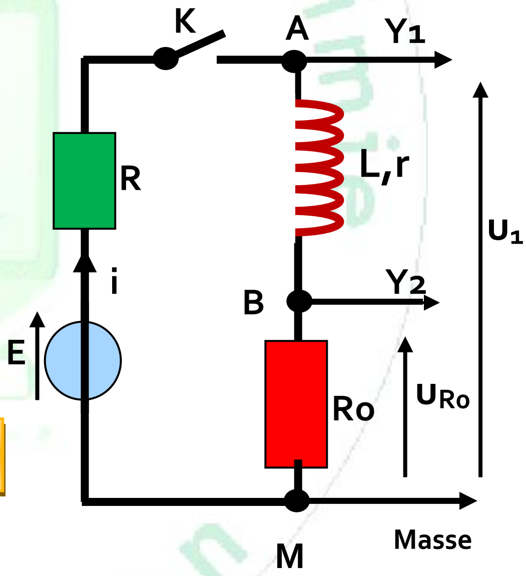


Figure-3

On réalise le circuit de la **figure -3** qui contient :

- Un générateur de tension de f.e.m **E**.
- Deux résistors **R0 =50Ω** et **R.**
- Une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**
- Un interrupteur **K.**
- Un oscilloscope bicourbe.

On ferme l'interrupteur à un instant choisi comme origine des dates **(t=0).** Les courbes (**C1**) et (**C2**) de la **figure -4- (page-5/5)** représentent les tensions visualisés sure les voie **Y1** et **Y2** de l'oscilloscope bicourbe

1) Identifier en justifiant les deux courbes (C**1**) et (C**2**) .

2) Montrer que l'équation différentielle qui vérifie $u_{R0}(t)$ peut se mettre sous la forme suivante

$$\tau \frac{du_{R0}}{dt} + u_{R0} = \frac{E\text{x}\, R_0}{R_T}$$

avec $\tau = \frac{L}{R_T}$ et $R_T = R_o + R + r$.

3) La solution de l'équation différentielle est : $u_{R0}(t)=A(1-e^{-\alpha t})$. Ou **A** et α sont des constantes positives. Déterminer les expressions de **A** et α.

4) a- Déterminer l'expression de l'intensité du courant **Ip** en régime permanent en fonction de **R, R0, r** et **E.**

b- En exploitant la courbe(C**1**), montrer que **Ip=0,1A.**

5) a-Montrer que **$u1= R.Ip.(e^{-\alpha t}-1)+E$**

b- En déduire la valeur de la f.é.m. **E** ; la résistance **R** et la résistance **r**

6) Déterminer la constante du temps τ. En déduire la valeur de l'inductance **L**

7) a-Déterminer l'expression de la tension **u_{AB} (t)** aux bornes de la bobine.

b-Tracer l'allure de la courbe **u_{AB}(t)** en indiquant les valeurs initiale et finale

8) Dans le circuit précédent (figure-3), on modifie l'une des grandeurs caractéristiques du circuit (**L** ou bien **Ro**). Le nouveau chronogramme de la tension **u_{R0}** est la courbe **C3** de la **figure-4.**

a- Identifier la grandeur dont la valeur a été modifiée et comparer sa nouvelle valeur à sa valeur initiale.

b- déterminer sa nouvelle valeur

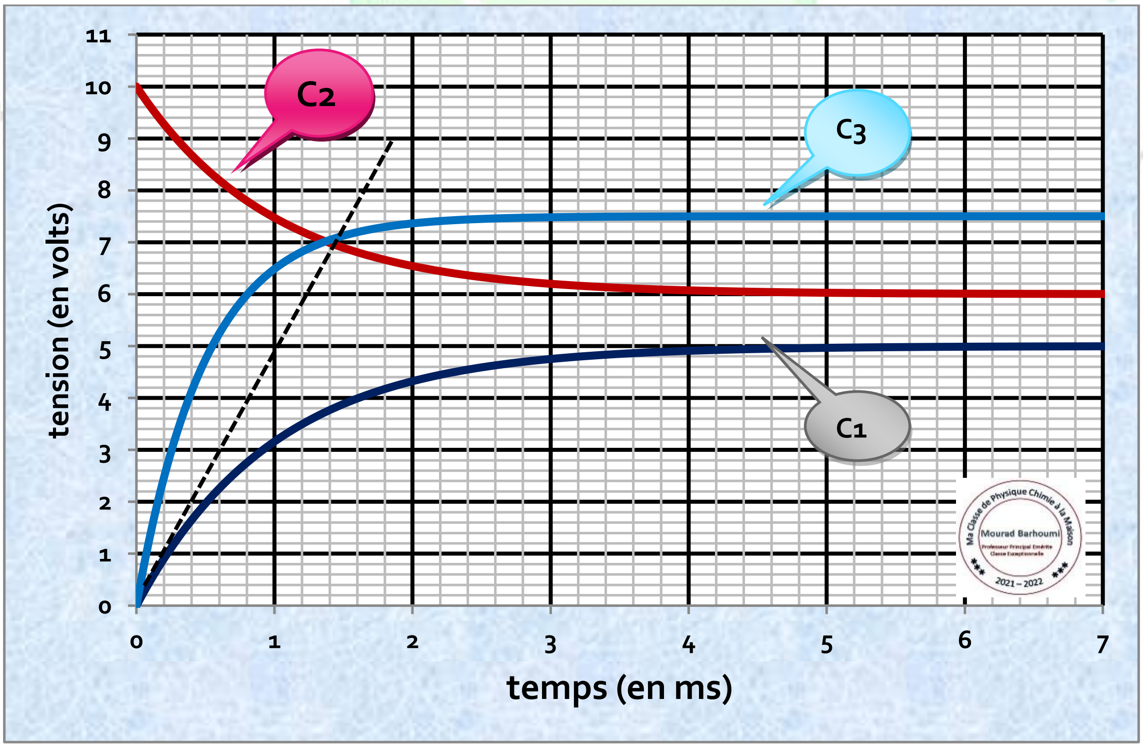


Figure-4

CORRECTION

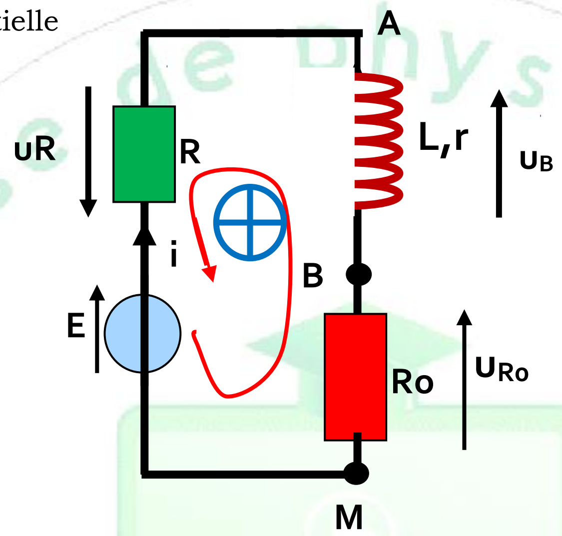
1- Identification des courbes

A $t=0$ ➔ l'intensité du courant est nulle ➔ $u_{R0}(0)=0$

Donc la courbe C1 correspond à $u_{R0}(t)$

Et la courbe C2 correspond à $u_1(t)$

2- Equation différentielle



Loi des mailles : $u_B + u_{R0} + u_R - E = 0$

$$E = u_B + u_{R0} + u_R$$

$$E = L\frac{di}{dt} + u_{R0} + r \times i + R \times i$$

$$E = L\frac{di}{dt} + u_{R0} + (r + R) \times i$$

or $i = \frac{u_{R0}}{R0}$ ➔

$$E = \frac{L}{R0}\frac{du_{R0}}{dt} + u_{R0} + (r + R) \times \frac{u_{R0}}{R0}$$

$$E = \frac{L}{R0}\frac{du_{R0}}{dt} + \frac{(R0+R+r)}{R0}\, u_{R0}$$

$$\Rightarrow u_{R0} + \frac{L}{(R0+R+r)}\frac{du_{R0}}{dt} = \frac{R0}{R0+R+r}\, E$$

On pose $R_T = R0+R+r$ $\quad \tau = \frac{L}{(R0+R+r)}$ ➔ $\boxed{u_{R0} + \tau\frac{du_{R0}}{dt} = \frac{R0}{R_T}\, E}$

3- Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme

$u_{R0}(t) = A(1-e^{-\alpha t})$.

$$\frac{du_{R0}}{dt} = A\,\alpha\, e^{-\alpha t}$$

$$A - Ae^{-\alpha t} + \tau.\, A\,\alpha\, e^{-\alpha t} = \frac{R0}{RT}\,E$$

$$A + Ae^{-\alpha t}\,(\tau.\,\alpha - 1) = \frac{R0}{RT}\,E$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = \frac{R0}{RT}\,E \\ (\tau.\,\alpha - 1) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = E \\ \alpha = \frac{1}{\tau} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{u_{R0}(t) = \frac{R0}{RT}\,E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})} \quad \text{avec } \tau = \frac{L}{(R0+R+r)}$$

4-

a- $u_{R0}(t) = R0 \times i(t)$

En régime permanent $(t \rightarrow +\infty)$ $u_{R0p} = R0 \times I_p$

$$(t \rightarrow +\infty) \Rightarrow u_{R0}p = \frac{R0}{RT}\,E$$

$$\Rightarrow I_p = \frac{u_{R0P}}{R0} = \frac{E}{RT} = \frac{E}{R0+R+r}$$

b- En régime permanent $(t \rightarrow +\infty)$ $u_{R0p} = 5$ V

$$I_p = \frac{5}{50} = 0.1\ \text{A}$$

5-

a- $u_1 = E - u_R = E - R \times i$

$$\text{or } i = \frac{u_{R0}}{R0} = \frac{1}{RT}\,E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = I_p.\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$u_1 = E - R \times I_p.\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E + R \times I_p.\,(e^{-\frac{t}{\tau}} - 1)$$

b-

- à t=0 s u1=E d'après la courbe ➔ **E =10 V**
- à t➔ +∞ u1= E – RxIp d'après la courbe u1= 6V

➔ RxIp = E – u1 ➔ $R = \frac{E-u1}{I_p} = \frac{10-6}{0.1}$ **= 40 Ω**

- $Ip = \frac{E}{RT}$ ➔ $R_T = \frac{E}{I_p} = \frac{10}{0.1}$ **=100 Ω**

R_T=R0+R+r ➔ r= R_T- (R0+R) =100-(50+40)=10 Ω

6- D'après la courbe (tangente à l'origine)

τ = 1 ms = 0.001 s

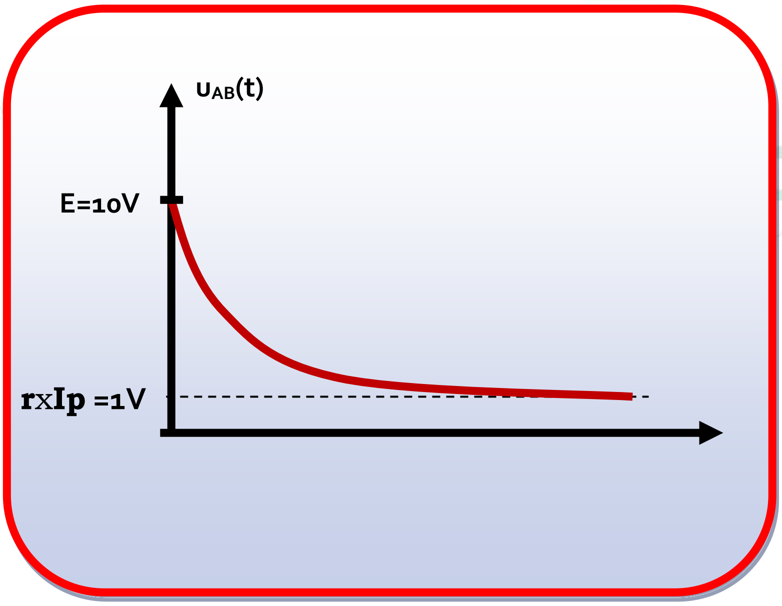
$\tau = \frac{L}{R_T}$ ➔ **L = τ x R_T =0.001x100=0.1 H**

7 -

a- $u_{AB}(t) = L\frac{di}{dt} + r \times i = R_T x Ip x e^{-\frac{t}{\tau}}$ rxIp. (1- $e^{-\frac{t}{\tau}}$) = rxIp + (R_T – r)xIpx$e^{-\frac{t}{\tau}}$

b- t=0s ➔ u_{AB} (0) = rxIp + (R_T – r)xIp = R_T xIp= $\frac{E}{RT}$ =E =10V

t➔ +∞ ➔ u_{AB} (+∞) = rxIp=10x0.1=1V



8)

a-) **$u_{R0}(t)$ =R_0i =** $\frac{R_0E}{RT}$(1- $e^{\frac{-t}{\tau}}$)

Puisque la valeur de $u_{R0}(t)$ au régime permanant a augmentée donc c'est R_0 qui est modifié

Or $u_{R0}(+\infty)$ = $\frac{R_0E}{RT}$ **(régime permanent)**

D'apres la courbe

$u_{R0}(+\infty)$ augmente donc R0 augmente

b - d'après la courbe **$u_{R0}(+\infty)$= 7.5 V**

$\frac{R'_0E}{R'T}$ **= 7.5**

➔ R'_0E **= 7.5x** $R'T$

➔ R'_0E **= 7.5x** $(R'0) + 7.5(R + r)$

➔ R'_0E **- 7.5x** $(R'0)$ **=** $7.5(R + r)$

➔ $R'_0(E$ **- 7.5) =** $7.5(40 + 10)$

➔ $R'_0(10$ **- 7.5) =** $7.5(50)$

➔ $R'_0(2.5$ **) =** 375

➔ **R'_0= 150Ω**

Exercice N°5

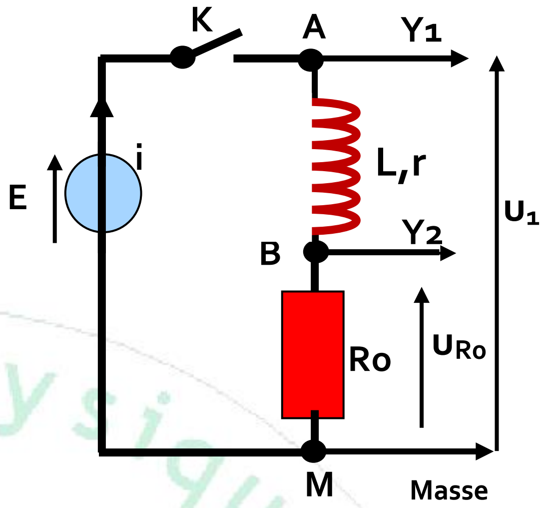


Figure-1

On réalise le circuit de la **figure -1** qui contient :

- Un générateur de tension de f.e.m **E**.
- un résistor **R0 =80 Ω**
- Une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**
- Un interrupteur **K.**
- Un oscilloscope bicourbe.

On ferme l'interrupteur à un instant choisi comme origine des dates **(t=0).** Les courbes (**C1**) et (**C2**) de la **figure -2- (page-2/4)** représentent les tensions visualisés sure les voie **Y1** et **Y2** de l'oscilloscope bicourbe

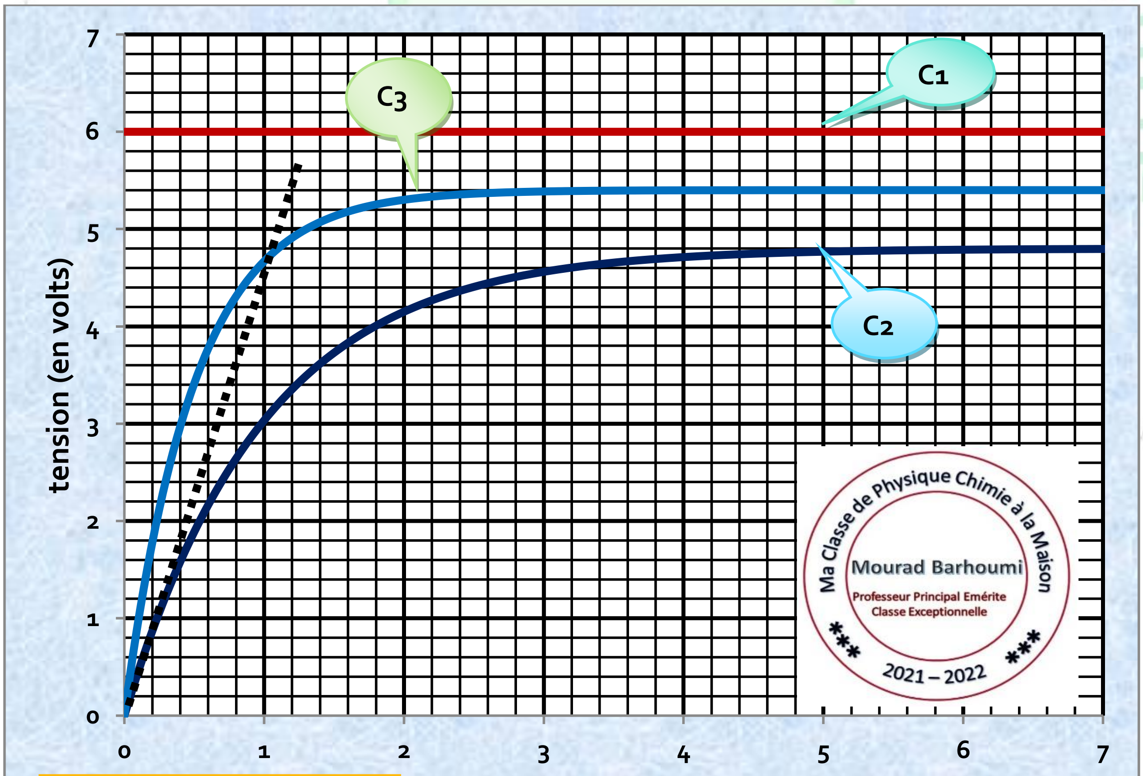


Figure-2

1) Identifier en justifiant les deux courbes (C**1**) et (C**2**) .

2) Montrer que l'équation différentielle qui vérifie $\mathbf{u_{R0}(t)}$ peut se mettre sous la forme suivante

$$\tau \frac{du_{R0}}{dt} + u_{R0} = \frac{E \times R_0}{R_T}$$

Avec $\tau = \frac{L}{R_T}$ et $R_T = Ro + r$.

3) La solution de l'équation différentielle est : $u_{R0}(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$. Ou **A** et α sont des constantes positives. Déterminer les expressions de **A** et α.

4) a- Déterminer l'expression de l'intensité du courant **Ip** en régime permanent en fonction de **R0, r** et **E.**

b- En exploitant les courbes (C1) et (C**2**) de la figure-2

- Déterminer la valeur de **E**
- Déterminer la valeur de **la résistance interne r de la bobine**
- Montrer que **Ip=0,048A.**

5) Déterminer la constante du temps τ. En déduire la valeur de l'inductance **L**

6) a-Déterminer l'expression de la tension $\mathbf{u_{AB}(t)}$ aux bornes de la bobine.

b-Tracer l'allure de la courbe $\mathbf{u_{AB}(t)}$ en indiquant les valeurs initiale et finale

7) Dans le circuit précédent (figure-3), on modifie l'une des grandeurs caractéristiques du circuit (**L** ou bien **Ro**). Le nouveau chronogramme de la tension $\mathbf{u_{R0}}$ est la courbe **C3** de la **figure-2.**

a- Identifier la grandeur dont la valeur a été modifiée et comparer sa nouvelle valeur à sa valeur initiale.

b- Déterminer sa nouvelle valeur

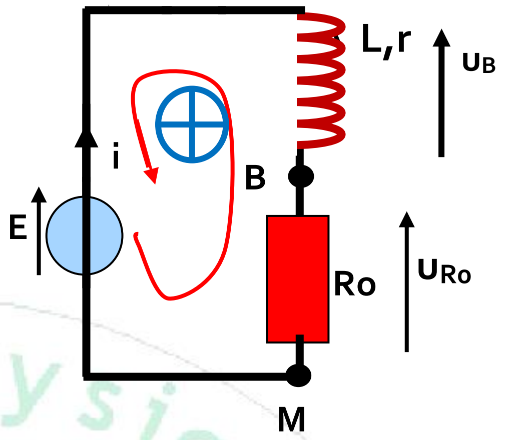
CORRECTION

1-Identification des courbes

A t =0 ➔ l'intensité du courant est nulle ➔ $u_{R0}(0) = 0$
Donc la courbe C2 correspond à $u_{R0}(t)$
Et la courbe C1 correspond à **u1(t)=E**

2- Equation différentielle

Loi des malles : $u_B + u_{R0} - E = 0$



$$E = u_B + u_{R0}$$

$$E = L\frac{di}{dt} + u_{R0} + r \times i$$

$$E = L\frac{di}{dt} + u_{R0} + r \times i$$

or $i = \frac{uR0}{R0}$ ➔

$$E = \frac{L}{R0}\frac{duR0}{dt} + u_{R0} + r \times \frac{uR0}{R0}$$

$$E = \frac{L}{R0}\frac{duR0}{dt} + \frac{(R0+r)}{R0}\, uR0$$

➔ $uR0 + \frac{L}{(R0+r)}\frac{duR0}{dt} = \frac{R0}{R0+r} E$

On pose $R_T = R0+r$

$$\tau = \frac{L}{(R0+r)}$$

➔ $uR0 + \tau\frac{duR0}{dt} = \frac{R0}{RT} E$

3- Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme

$u_{R0}(t) = A(1-e^{-\alpha t})$.

$$\frac{du_{R0}}{dt} = A\,\alpha\, e^{-\alpha t}$$

$$A - Ae^{-\alpha t} + \tau.\, A\,\alpha\, e^{-\alpha t} = \frac{R0}{RT} E$$

$$A + Ae^{-\alpha t}(\tau.\,\alpha - 1) = \frac{R0}{RT} E$$

➔ $\begin{cases} A = \frac{R0}{RT} E \\ (\tau.\alpha - 1) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = E \\ \alpha = \frac{1}{\tau} \end{cases}$

➔ $\boxed{u_{R0}(t) = \frac{R0}{RT} E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}$ avec $\tau = \frac{L}{(R0+r)}$

4-

a- $u_{R0}(t) = R_0 \times i(t)$

En régime permanent $(t \rightarrow +\infty)$ $u_{R0p} = R_0 \times I_p$

$(t \rightarrow +\infty) \rightarrow u_{R0p} = \frac{R_0}{R_T} E$

$\rightarrow I_p = \frac{u_{R0P}}{R_0} = \frac{E}{R_T} = \frac{E}{R_0 + r}$

b-

- **D'après la courbe C1 ; E=6V**
- $u_{R0p} = \frac{R_0}{R_T} E \rightarrow R_T = \frac{R_0}{u_{R0p}} E = \frac{80}{4.8} \times 6 = 100\ \Omega$

$\rightarrow R_T = R_0 + r \rightarrow r = R_T - R_0 = 100 - 80 = 20\ \Omega$

- **En régime permanent** $(t \rightarrow +\infty)$ $u_{R0p} = 4.8\ V$

$\rightarrow I_p = \frac{4.8}{100} = 0.048\ A$

5- D'après la tangente à l'origine de la courbe C2

$\tau = 1\ ms = 0.001\ s$

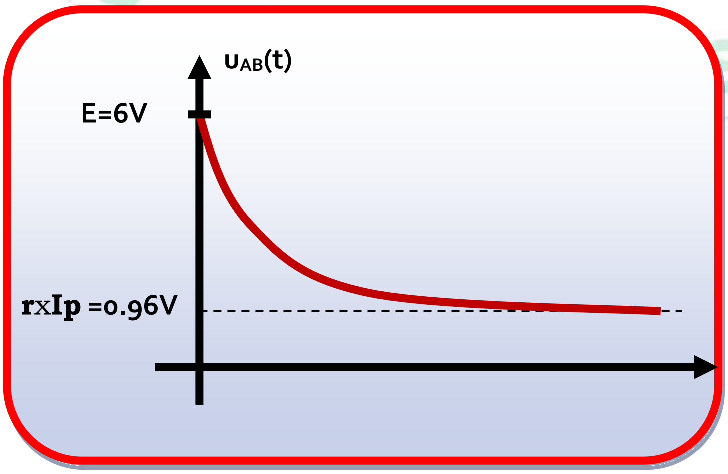
$\tau = \frac{L}{R_T} \rightarrow L = \tau \times R_T = 0.001 \times 100 = 0.1\ H$

6 -

a- $u_{AB}(t) = L\frac{di}{dt} + r \times i = R_T \times I_p \times e^{-\frac{t}{\tau}} + r \times I_p.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = r \times I_p + (R_T - r) \times I_p \times e^{-\frac{t}{\tau}}$

b- $t = 0s \rightarrow u_{AB}(0) = r \times I_p + (R_T - r) \times I_p = R_T \times I_p = R_T \frac{E}{R_T} = E = 6V$

$t \rightarrow +\infty \rightarrow u_{AB}(+\infty) = r \times I_p = 20 \times 0.048 = 0.96\ V$



7)

a-) $u_{R0}(t) = R_0 i = \frac{R_0 E}{RT}(1- e^{\frac{-t}{\tau}})$

Puisque la valeur de $u_{R0}(t)$ au régime permanant a augmentée donc c'est R_0 qui est modifié

Or $u_{R0}(+\infty) = \frac{R_0 E}{RT}$ **(régime permanent)**

D'apres la courbe

$u_{R0}(+\infty)$ **augmente donc R0 augmente**

b - d'après la courbe C3 On a $u_{R0}(+\infty) = 5.4$ **V**

$\frac{R'_0 E}{R'T} = 5.4$

➔ $R'_0 E = 5.4 \times R'T$

➔ $R'_0 E = 5.4 \times (R'0) + 5.4(r)$

➔ $R'_0 E - 5.4 \times (R'0) = 5.4(r)$

➔ $R'_0 (E - 5.4) = 5.4(20)$

➔ $R'_0 (6 - 5.4) = 108$

➔ $R'_0 (0.6) = 108$

➔ $R'_0 = 180\Omega$

BAC-PRINCIPALE-INFO-2021

Le circuit de la **figure-3** est constitué d'un générateur idéal de tension, de force électromotrice **E** et de résistance interne supposée nulle, d'un conducteur ohmique de résistance **R,** d'une bobine d'inductance **L = 0,2 H** et de résistance **r,** d'un interrupteur **K** et d'un ampèremètre de résistance négligeable.
A un instant choisi comme origine des dates, on ferme l'interrupteur **K**.

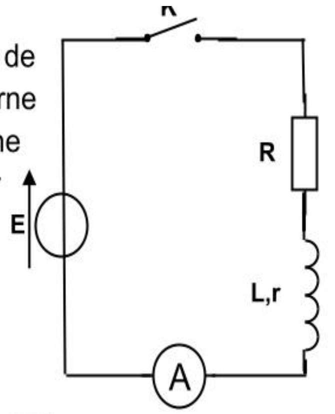


Figure-3

1. a. Montrer que la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique vérifie l'équation différentielle suivante : $L\dfrac{du_R}{dt}+(R+r)u_R = RE$

b. La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme : $u_R(t) = RI_P(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

b₁. Vérifier que $\tau = \dfrac{L}{R+r}$ et que $I_P = \dfrac{E}{R+r}$.

b₂. Nommer τ et donner son unité.

2. En utilisant un oscilloscope à mémoire convenablement branché au circuit précédent, on visualise simultanément l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la **voie A** et de la tension $u_B(t)$ au bornes de la bobine, et ce en appuyant sur le bouton INV de la **voie B**. On obtient les courbes (*C*₁) et (*C*₂) de la **figure-4**.

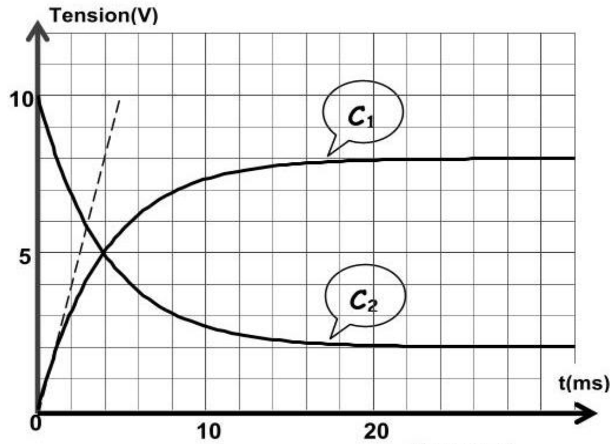


Figure-4

a. Compléter le schéma de **la figure-5 dans la page annexe, à remettre avec la copie,** en précisant les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser les tensions $u_R(t)$ sur la **voie A** et $u_B(t)$ sur la **voie B**.

b. Montrer que la courbe (*C*₁) correspond à $u_R(t)$.

c. Préciser le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit.

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

a. la valeur de **E,**

b. la valeur de τ,

c. la valeur de la tension u_R à l'instant de date $t = \tau$.

4. On désigne par t_1 la date de l'instant où les tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$ prennent la même valeur.

a. **a₁**. Déterminer t_1 et la comparer à τ.

a₂. Sachant que la tension $u_B(t)$ admet pour expression $u_B(t) = (r + Re^{-\frac{t}{\tau}})I_P$, montrer que $r = (1 - \frac{2}{e})R$.

b. Déterminer alors les valeurs de **R** et **r**.

c. En déduire la valeur affichée par l'ampèremètre en régime permanent.

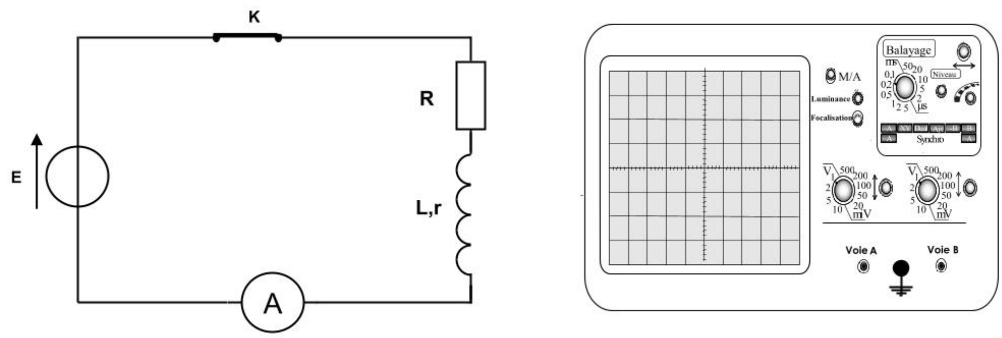
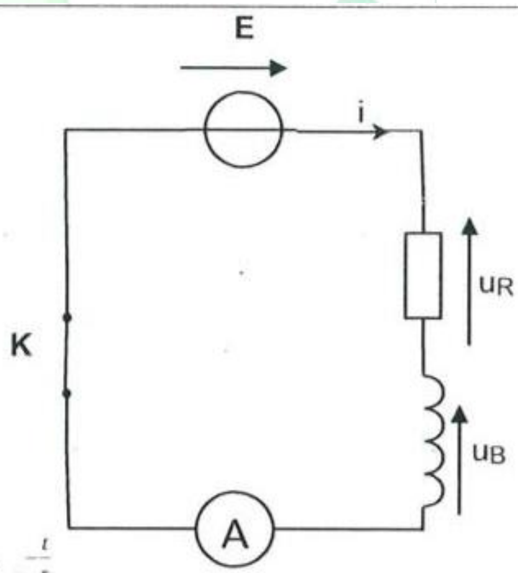


Figure-5

CORRECTION



1.

a. Loi des mailles :

$$u_B + u_R - E = 0 \;\Rightarrow\; L\frac{di}{dt} + Ri = E$$

or $i = \frac{u_R}{R}$ donc $L\frac{du_R}{dt} + (R + r)u_R = R.E$

b₁ . $u_R = R.I_P(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \rightarrow \quad \frac{du_R}{dt} = \frac{RI_P}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

D'après l'équation différentielle : $\frac{L.R.I_P}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + (R + r)RI_P(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = R.E$

$$I_p e^{-\frac{t}{\tau}}\left[\frac{L}{\tau}-(R+r)\right]+(R+r)I_p=E \rightarrow \begin{cases} \dfrac{L}{\tau}-(R+r)=0 & \boxed{\tau=\dfrac{L}{R+r}} \\ (R+r)I_p=E & \boxed{I_P=\dfrac{E}{R+r}} \end{cases}$$

b₂.

τ : constante de temps ; exprimée en secondes

2. a.

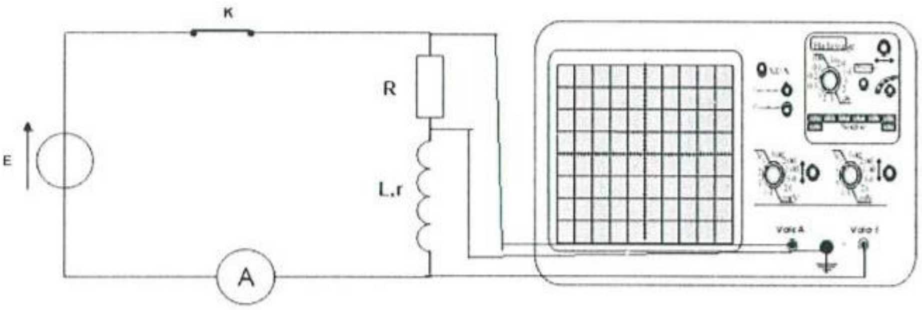


Figure-5

b. A t=0 on a $u_R(t)=0$ donc (C_1) correspond à $u_R(t)$.

c. le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit est le phénomène d'auto induction.

3.

a. ∀ t on a $u_B(t)+u_R(t)=E \Rightarrow u_B(0)+u_R(0)=E$ donc

$\boxed{E = 10V}$

b.

L'abscisse de l'intersection de la tangente à (C_1) pour t=0 avec l'asymptote horizontale $u_R = U_{Rmax}$ donne $\boxed{\tau = 4ms}$

c. D'après la courbe on a pour $t=\tau$ on a : $\boxed{u_R(t=\tau)=5V}$

4.

a.

a₁. Lorsque $u_R(t) = u_B(t)$ on a $u_R(t)$ =5V alors t_1=4ms donc on a $t_1 = \tau$

a₂. $u_B(t) = (r + Re^{-\frac{t}{\tau}})I_P$ or pour $t = \tau$ on a $u_B = \frac{E}{2}$

donc $\frac{E}{2} = (r + Re^{-1})I_P$ alors $\frac{E}{2} = (r + \frac{R}{e})\frac{E}{R+r}$

d'où $r = (1 - \frac{2}{e})R$

b.

* $r = (1 - \frac{2}{e})R \Rightarrow \frac{L}{\tau} - R = (1 - \frac{2}{e})R \Rightarrow R = \frac{L}{\tau}\frac{e}{2(e-1)}$

A.N $\boxed{R = 39{,}55\Omega}$

* $r = \frac{L}{\tau} - R$ **A.N** $\boxed{r = 10.45\Omega}$

c. En régime permanent l'ampèremètre indique $I_P = \frac{E}{R+r} = 0{,}20\,A$

BAC-M-PRINCIPALE-2021

On considère trois dipôles (D_1), (D_2) et (D_3) dont l'un est un condensateur déchargé de capacité **C**, l'autre est une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r** et un dernier est un conducteur ohmique de résistance **R**. On se propose d'identifier la nature de chacun de ces dipôles et de déterminer ses grandeurs caractéristiques. Pour ce faire, on réalise le circuit de la figure **2**, constitué par l'association en série d'un générateur de tension, supposé idéal de force électromotrice **E = 5 V**, d'un conducteur ohmique de résistance R_0 **= 80 Ω**, d'un interrupteur **K** et successivement de l'un des dipôles précédents.

Le sens positif choisi de l'intensité **i** du courant est indiqué sur le schéma du circuit.
Pour chaque dipôle, on ferme l'interrupteur **K** à l'instant **t = 0** et on enregistre l'évolution en fonction du temps de la tension $u_{R_0}(t) = u_{AM}(t) = R_0 i(t)$. On obtient alors les chronogrammes ($\mathcal{C}_1$), ($\mathcal{C}_2$) et ($\mathcal{C}_3$) correspondant respectivement aux dipôles (**D**$_1$), (**D**$_2$) et (**D**$_3$). On reproduit ces chronogrammes sur le même système d'axes de la figure **3**. On trace également la tangente (Δ_1) au chronogramme ($\mathcal{C}_1$) à l'instant **t = 0**.

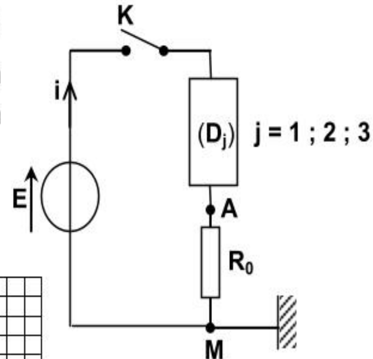


Figure 2

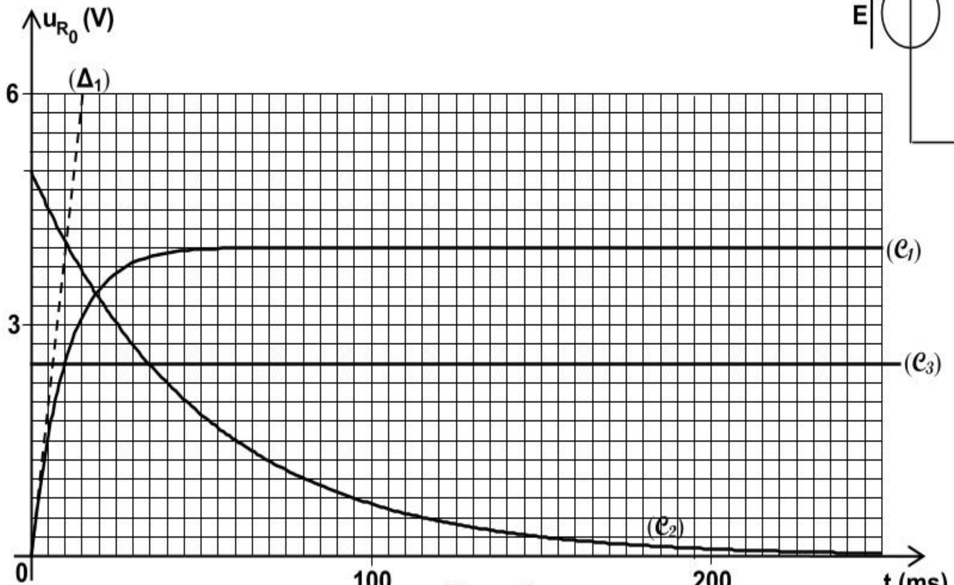


Figure 3

Répondre aux questions suivantes à partir de l'exploitation des chronogrammes de la figure **3**.

1) **a-** Justifier que le dipôle (**D**$_3$) est le conducteur ohmique de résistance **R**.
b- Déterminer la valeur de **R**.

2) **a-** Indiquer parmi les dipôles (**D**$_1$) et (**D**$_2$), celui qui correspond au condensateur. Justifier.
b- Établir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension $u_{R_0}(t)$ dans le circuit comportant le condensateur.
c- La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme : $u_{R_0}(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$; avec τ = **R**$_0$**C** la constante de temps du circuit. On appelle **t**$_d$ la durée de temps de descente de la tension $u_{R_0}(t)$ dans le circuit et on la définit par : $t_d = t_2 - t_1$; où t_1 et t_2 représentent les instants au bout desquels la tension u_{R_0} atteint respectivement **90,0 %** et **10,0 %** de sa valeur maximale.

c$_1$**-** Montrer que : $t_d \approx 2{,}2\tau$.
c$_2$**-** Déterminer graphiquement **t**$_d$.
c$_3$**-** Déduire la valeur de τ et celle de la capacité **C** du condensateur.

3) On envisage maintenant le circuit comportant la bobine. Dans ce cas, l'expression de la tension $u_{R_0}(t)$ peut s'écrire sous la forme : $u_{R_0}(t) = \frac{R_0 E}{R_0 + r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau'}})$; avec $\tau' = \frac{L}{R_0 + r}$ est la constante de temps du circuit.

a- Nommer le phénomène physique qui se manifeste dans la bobine à la fermeture de l'interrupteur **K**.

b- En exploitant le chronogramme correspondant au circuit envisagé :

b_1- relever la valeur de τ' en décrivant la méthode utilisée ;

b_2- déterminer la valeur de la résistance interne **r** de la bobine ;

b_3- déduire la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

c- En se servant de l'expression de $u_{R_0}(t)$ donnée dans **3)**, déterminer l'instant t_3 pour lequel l'énergie emmagasinée par la bobine est égale à **90,3 %** de l'énergie maximale qu'elle peut emmagasiner.

CORRECTION

1)a- Le chronogramme ($\mathcal{C}_3$) représente une tension constante ce qui correspond au conducteur ohmique.

b- $u_R = RI_3 = Cte = U_{0_R}$ or $I_3 = \dfrac{E}{R+R_0}$ par suite $U_{0_R} = \dfrac{RE}{R+R_0}$

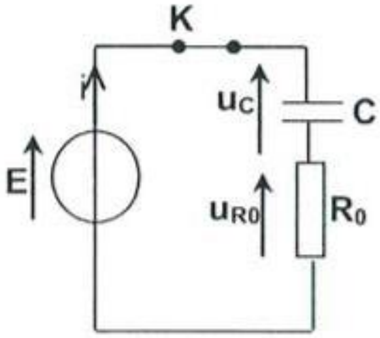
autrement $R = \dfrac{R_0 U_{0_R}}{E - U_{0_R}}$ or $U_{0_R} = \dfrac{E}{2}$ donc $R = R_0 = 80\,\Omega$.

2)a- Le dipôle (**D_2**) est un condensateur car pour ce dernier, l'intensité du courant égale à $\dfrac{u_{R_0}}{R_0}$ décroît au cours du temps et s'annule lorsqu'il est chargé, ce qui est vérifié par le chronogramme ($\mathcal{C}_2$) correspondant.

b- D'après la loi des mailles :

$$u_{R_0} + u_C - E = 0 \text{ d'où } \frac{du_{R_0}}{dt} + \frac{du_C}{dt} = 0$$

$$\text{or } \frac{du_C}{dt} = \frac{1}{R_0 C} u_{R_0} \text{ ainsi } \frac{du_{R_0}}{dt} + \frac{1}{R_0 C} u_{R_0} = 0.$$



c - c_1 - $u_{R_0}(t_1)=Ee^{-\frac{t_1}{\tau}}=0,9E$ et $u_{R_0}(t_2)=Ee^{-\frac{t_2}{\tau}}=0,1E$

d'où $\dfrac{u_{R_0}(t_1)}{u_{R_0}(t_2)}=e^{\frac{t_2-t_1}{\tau}}=e^{\frac{t_d}{\tau}}=9$ donc $t_d=\tau Ln9\approx 2,2\tau$.

c_2 - * à $u_{R_0}(t_1)=0,9E=4,5$ V correspond $t_1=5$ ms

* à $u_{R_0}(t_2)=0,1E=0,5$ V correspond $t_2=115$ ms

par suite $t_d=110$ ms.

c_3 - $\tau=50$ ms. $C=\dfrac{\tau}{R_0}$ or $\tau=0,05$ s et $R_0=80\ \Omega$ donc $C=6,25.10^{-4}$ F.

3) a- Le phénomène d'auto-induction.

b-b_1- On détermine l'abscisse du point d'intersection de la tangente (Δ_1) au chronogramme ($\mathcal{C}_1$) à l'instant t = 0 et de l'asymptote à ce chronogramme. $\tau' = 10$ ms.

b_2 - En régime permanent : $u_{R_0}=U_{0_{R_0}}=\dfrac{R_0E}{R_0+r}$ d'où $r=R_0\left(\dfrac{E}{U_{0_{R_0}}}-1\right)$

or $R_0=80\ \Omega$; $E=5$ V et $U_{0_{R_0}}=4$ V donc $r=20\ \Omega$.

b_3 - $L=(R_0+r)\tau'$ or $\tau'=0,01$ s; $R_0=80\ \Omega$ et $r=20\ \Omega$ donc $L=1$H.

c - $E_b(t_3)=\dfrac{1}{2}L\left[i(t_3)\right]^2$

$$=\frac{1}{2}L\left[\frac{u_{R_0}(t_3)}{R_0}\right]^2=0,903E_{b_{max}}=0,903\frac{1}{2}L\left[\frac{u_{R_{0max}}}{R_0}\right]^2$$

par suite $\left[u_{R_0}(t_3)\right]^2=0,903\left[u_{R_{0max}}\right]^2$ ou encore $(1-e^{-\frac{t_3}{\tau'}})^2=0,903$

donc $t_3=\tau' Ln\left(\dfrac{1}{1-\sqrt{0,903}}\right)=3\tau'=30$ ms

BAC-SC.EXP-PRINCIPALE-2021

Le circuit de la **figure 2** comporte un générateur de tension supposé idéal de fem **E**, un conducteur ohmique de résistance **R**, une bobine (**B**) et un interrupteur **K**, tous branchés en série.

À l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K** et on visualise la tension $u_B(t) = u_{PM}(t)$ aux bornes de la bobine à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de la **figure 3**.

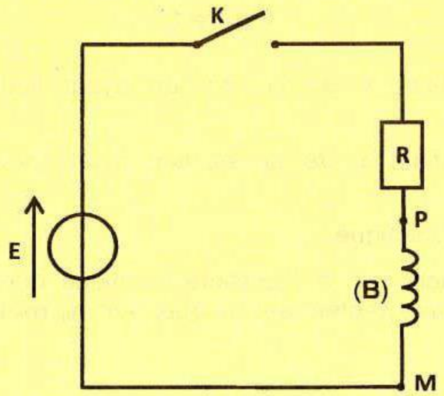


Figure 2

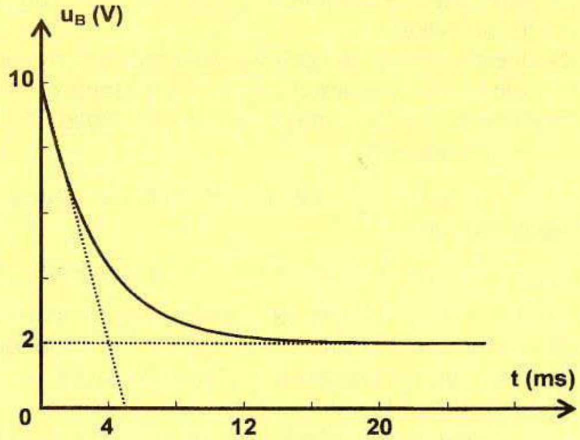


Figure 3

1) En exploitant la courbe de la **figure 3** :

a- justifier que la bobine a une résistance **r** non nulle ;

b- déterminer la constante de temps τ du circuit.

2) L'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit :

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R(t) = \frac{R}{L}E \text{ ; où L représente l'inductance de la bobine et } \tau = \frac{L}{R+r}.$$

a- En déduire l'expression de l'intensité I_0 du courant électrique circulant dans le circuit en régime permanent, en fonction de **E**, **r** et **R**.

b- La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme : $u_R(t) = \frac{R}{R+r}E(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$. Montrer que : $u_B(t) = \frac{R}{R+r}Ee^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{r}{R+r}E$.

c- Déduire la valeur de **E**.

3) Sachant que **R = 40 Ω**, déterminer les valeurs de I_0 et **r**.

4) Déduire la valeur de **L**.

CORRECTION

1) a- En régime permanent I = constante et $u_B \neq 0$; or $u_B = \frac{Ldi}{dt} + ri$

En régime permanent $u_B = rI \neq 0$ donc $r \neq 0$

b- $\tau = 4$ ms

2) a- $U_R = RI_0 = \frac{R\tau E}{L}$

$$I_0 = \frac{E}{R+r}$$

b- $$u_B(t) = \frac{R}{R+r}Ee^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{r}{R+r}E$$

c- À $t = 0$, $U_B(0) = E = 10$ V

3) En régime permanent : $U_R = E - U_{Bp} = RI_0 = 8$ V

$$I_0 = \frac{U_R}{R} = 0,2 \text{ A}$$

$rI_0 = 2$ V $\Rightarrow r = 10\ \Omega$

4) $L = \tau(R + r) = 0,2$ H

BAC-MATHS-CON-2021

Étude d'un document scientifique

Expériences de Faraday : un pas vers la création de l'électricité avec le magnétisme

Il faut attendre **1831** pour que Faraday découvre les "courants induits" qui amènera à la construction des premières génératrices. L'idée est simple : si un courant électrique peut "créer" un aimant, un aimant doit être capable de "créer" un courant.

Les montages utilisés par Faraday pour son "enquête expérimentale" sont d'une étonnante simplicité. Dans une première expérience, il enroule alors un fil de cuivre isolé autour d'un cylindre de bois. La bobine ainsi constituée est reliée à une pile. Autour du même cylindre, il bobine un autre fil de cuivre. Cette seconde bobine est connectée à un galvanomètre. Lorsque Faraday établit le courant dans la première bobine, l'aiguille dévie fortement. Mais elle revient au zéro après quelques oscillations. Lorsque le courant est coupé dans la première bobine, le galvanomètre dévie à nouveau. Mais en sens inverse. À nouveau l'aiguille revient au zéro. "Donc un effet évident mais transitoire", note-t-il, "dû à une vague d'électricité causée lors de la rupture ou de l'établissement des contacts avec la pile". Ce caractère transitoire du phénomène, totalement imprévu, fait comprendre les échecs antérieurs.

La deuxième expérience est devenue un classique des cours de physique. Elle consiste à utiliser un barreau aimanté et une bobine conductrice : " l'aimant est rapidement plongé dans la bobine, immédiatement l'aiguille est déviée…l'aimant étant retiré, l'aiguille est déviée dans le sens opposé". La même expérience peut être réalisée en utilisant un solénoïde alimenté en courant (un électroaimant) au lieu d'un aimant permanent.

Pendant plusieurs mois, Faraday se trompe sur le sens des courants induits. Son erreur découle des difficultés expérimentales. En **1834**, Lenz reprend les travaux de Faraday et établit une loi donnant le sens du courant induit.

D'après : Histoire de l'électricité, de l'ambre à l'électron
Gérard Borvon ; Vuibert, 2009

Questions

1) Nommer le phénomène physique ayant eu lieu lors des expériences de Faraday citées dans le texte.

2) Représenter par un schéma clair le dispositif de la première expérience de Faraday citée dans ce texte. Identifier alors le circuit inducteur et le circuit induit dans cette expérience.

3) Énoncer la loi de Lenz donnant le sens du courant induit.

4) Devant la face d'une bobine reliée à un galvanomètre **G**, et selon son axe, on approche le pôle Nord d'un aimant droit, comme le montre la figure **3** de la feuille annexe (page **5/5**).
Représenter en le justifiant sur la figure **3** de la feuille annexe (page **5/5**), à compléter et à rendre avec la copie, le sens du courant induit **i** apparu dans le circuit. En déduire le signe de la fem **e** = V_A-V_B.

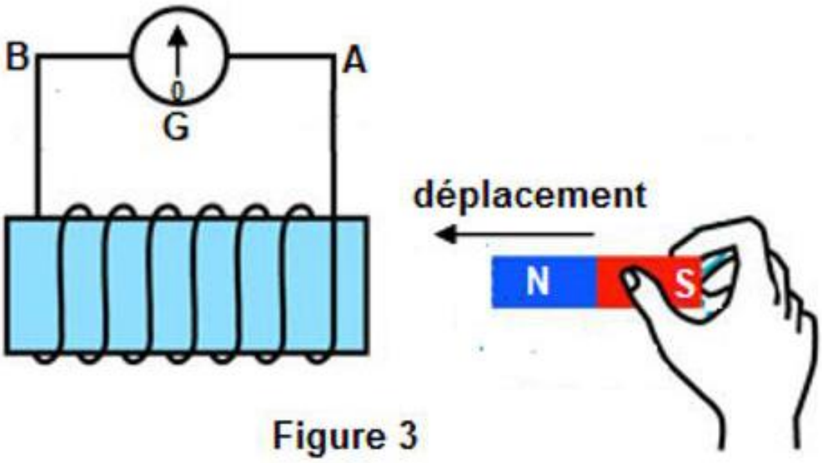
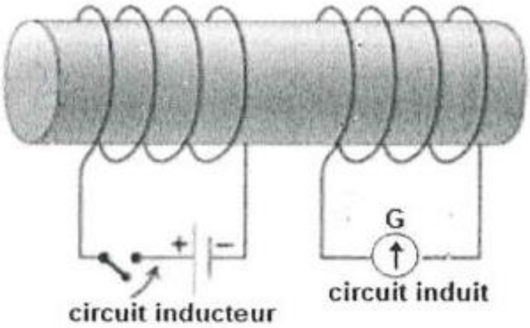


Figure 3

CORRECTION

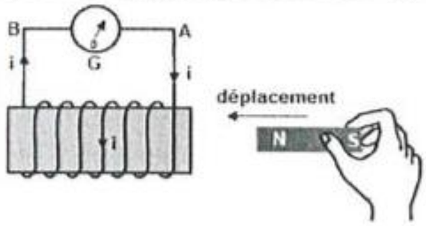
1) Phénomène d'induction électromagnétique.

2)



3) Le sens du courant induit est tel que, par ses effets, il tend à s'opposer aux causes qui lui ont donné naissance.

4) Lorsque l'on approche l'aimant de la bobine, la valeur du champ magnétique créé par l'aimant augmente, alors, la bobine crée un courant induit i qui engendre un champ magnétique induit qui s'oppose à l'augmentation du champ magnétique créé par l'avancée de l'aimant. La bobine présente donc une face Nord en regard du pôle Nord de l'aimant. Ainsi, le courant induit circule de A vers B à travers la bobine.



$e = V_A - V_B < 0$.

BAC-TECH-CON-2021

On dispose du matériel suivant :

- un générateur supposé idéal de tension continue **E** ;
- deux dipôles électriques **D_1** et **D_2** dont l'un est une bobine **(B)** d'inductance **L** et de résistance **r** et l'autre est un condensateur de capacité **C** ;
- deux lampes identiques **L_1** et **L_2** ;
- un conducteur ohmique de résistance **R** variable ;
- un oscilloscope à mémoire ;
- une diode **D** et un petit moteur électrique **M** ;
- un interrupteur **K**, un commutateur **K'** et des fils de connexions.

Les deux parties I- et II- sont indépendantes.

Partie I- Expérience 1 :

Pour identifier **D_1** et **D_2**, on réalise le montage de la **figure 1**. Pour une valeur de **R** convenablement choisie et lorsqu'on ferme l'interrupteur **K**, on constate que :

- la lampe **L_2** brille tout de suite avec un éclat maximal puis s'éteint après une brève durée ;
- la lampe **L_1** atteint son éclat maximal après un certain retard.

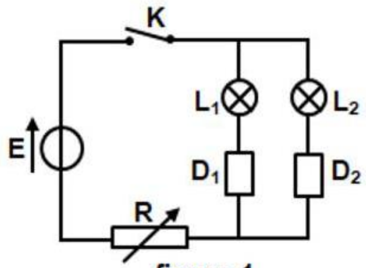


figure 1

1) Justifier que le dipôle **D_1** correspond à la bobine **(B)**.

2) Nommer le phénomène physique responsable du retard d'allumage de la lampe **L_1**.

Expérience 2 :

On se propose de déterminer les valeurs de **r**, **E** et **L**. Pour cela, on réalise le montage de la **figure 2** et on règle **R** à la valeur **$R_1 = 50\ \Omega$**.

On ferme, à l'instant **t = 0 s**, l'interrupteur **K** et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on obtient la courbe de la **figure 3** traduisant l'évolution au cours du temps de la tension **$u_{BM}(t)$** aux bornes de la bobine **(B)**.

1) a- Exprimer **$u_{BM}(t)$** en fonction de **L**, de **r**, de l'intensité **i (t)** du courant qui traverse le circuit de la **figure 2** et de la dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$.

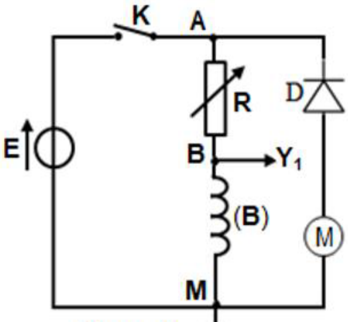


figure 2

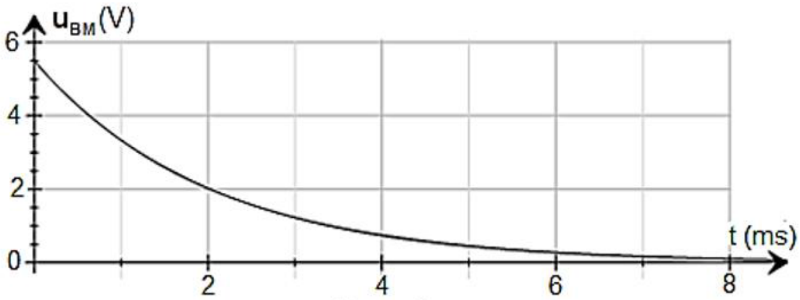


figure 3

b- En exploitant la courbe de la **figure 3**, justifier que la bobine **(B)** est purement inductive (**r = 0 Ω**).

2) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution au cours du temps de l'intensité **i (t)** s'écrit : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{R_1}{L} i(t) = \frac{E}{L}$.

b- L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme : $i(t) = \frac{E}{R_1}(1 - e^{-t/\tau})$.

Montrer que : $\tau = \dfrac{L}{R_1}$ et exprimer $u_{BM}(t)$ en fonction de **E**, **t** et τ.

c- Déterminer graphiquement la valeur de **E**.

3) **a-** Vérifier que $u_{BM}(t=\tau) \simeq 2V$. En déduire graphiquement la valeur de τ.

b- Calculer la valeur de **L**.

4) **a-** Déterminer la valeur I_0 de l'intensité du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent.

b- Calculer l'énergie E_L emmagasinée dans la bobine en régime permanent.

5) Lorsqu'on ouvre l'interrupteur **K**, on constate que le moteur se met à tourner pendant quelques secondes.

a- Justifier le sens du courant traversant la diode.

b- Expliquer l'origine de l'énergie qui a fait fonctionner le moteur.

CORRECTION

		Partie I- (5 points) Expérience 1
1)		La bobine s'oppose au départ à l'établissement du courant par la création d'un courant d'auto-induction ; la lampe (L_1) s'allume après un retard donc elle est en série avec la bobine alors D_1 est la bobine.
2)		Phénomène d'auto-induction.
		Expérience 2
1)	a-	$u_{BM}(t) = ri(t) + L\dfrac{di(t)}{dt}$
	b-	Lorsque le régime permanent s'établit : $\dfrac{di(t)}{dt} = 0$ et $u_{BM}(t) = 0$ alors $r\,i(t) = 0$ alors $\mathbf{r} = 0\ \Omega$ donc la bobine est purement inductive.
	a-	Schéma de la figure 2 avec précision de toutes les tensions et de i Loi des mailles : $E - u_B(t) - u_{R1}(t) = 0$ $E = R_1 i + L(di/dt)$ d'où $\dfrac{di(t)}{dt} + \dfrac{R_1}{L} i(t) = \dfrac{E}{L}$

2)	b-	$i(t)=\frac{E}{R_1}(1-e^{-t/\tau})$ soit $\frac{di(t)}{dt}=\frac{E}{\tau R_1}e^{-t/\tau}$; on remplace dans l'équation différentielle $\frac{E}{\tau R_1}e^{-t/\tau}+\frac{E}{L}-\frac{E}{L}e^{-t/\tau}=\frac{E}{L}$ d'où $E(\frac{1}{\tau R_1}-\frac{1}{L})=0$ soit $\tau=\frac{L}{R_1}$ $u_{BM}(t)=L\frac{di(t)}{dt}=Ee^{-t/\tau}$
	c-	$u_{BM}(t=0)=E$ et d'après la courbe de la figure 3 $u_{BM}(t=0)=5{,}5\ V$ donc $E=5{,}5\ V$
3)	a-	$u_{BM}(t=\tau)=Ee^{-1}=0{,}37E=2{,}035\ V\approx 2\ V$ d'après la courbe de la figure 3, à cette valeur correspond t = τ = 2ms
	b-	$L=\tau R_1$ A.N : $L=0{,}1H$
4)	a-	En régime permanent $I_0=\frac{E}{R_1}$ A.N : I_0 = 0,11 A
	b-	En régime permanent $E_L=\frac{1}{2}L I_0^2$ A.N : E_L = $6{,}05.10^{-4}$ J
5)	a-	Lorsqu'on ouvre K, i(t) diminue et la bobine (B) s'oppose d'après la loi de Lenz à cette diminution: le sens du courant est le sens passant par la diode.
	b-	C'est l'énergie emmagasinée par la bobine.