

Dipôle RL

Exercice N° 1

Détermination de l'inductance L d'une bobine.

Le montage, représenté sur la **figure 1** ci-dessous, monté en série comporte :

- Un générateur approprié faisant circuler un courant variable $i(t)$ entre P et Q.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Un résistor de résistance $R = 30 \Omega$.
- Un résistor de résistance réglable R_0 .

L'oscilloscope bi-courbe comporte une touche d'addition noté « ADD » permettant, lorsqu'elle est actionnée d'observer sur l'écran la tension notée u_{ADD} qui est la somme des tensions reçues sur les voies A et B : $u_{ADD} = u_{PM} + u_{QM}$

1) a) Interpréter le phénomène que se produit au niveau de la bobine.
 b) Comment se comporte la bobine si on remplace G par un générateur G' délivrant une tension continue. Justifiez votre réponse.

2) On utilise de nouveau le générateur G.
 a) Etablir les expressions de u_{PM} et u_{QM} en fonction de i et de di/dt .
 b) En déduire l'expression de u_{ADD} en fonction de i et de di/dt .

3) La touche « ADD » étant actionnée :
 a) Montrer qu'il existe une valeur de R_0 pour laquelle la courbe observée sur l'écran est la représentation de la fonction $L \cdot di/dt$.
 b) On mesure R_0 avec un ohmmètre, on trouve $R_0 = 40 \Omega$. Déduire la valeur de r.

4) La **figure 2** représente $u_{QM}(t)$ et $u_{ADD}(t)$ qui sont observées successivement sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

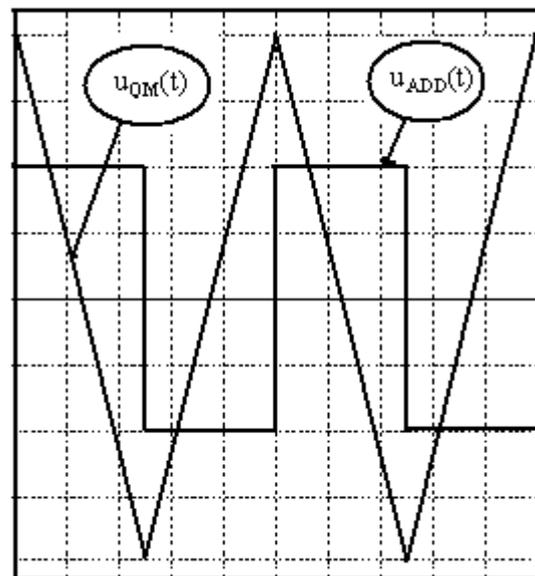
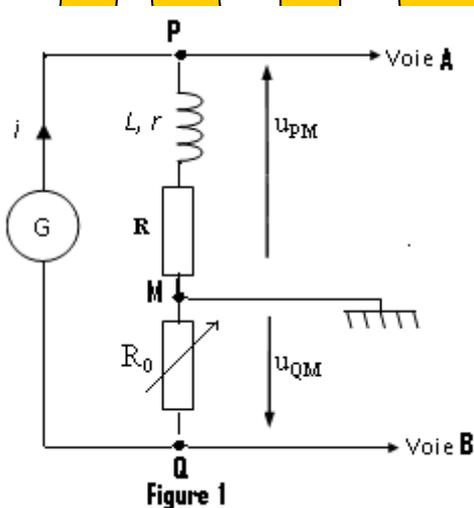
- $SV = 1V \cdot div^{-1}$.
- Base de temps (Sensibilité horizontale) : $SH = 2ms \cdot div^{-1}$.

a) En l'absence de tension sur les deux voies, les traces horizontales sont au centre de l'écran. Justifier la forme de

$u_{ADD}(t)$ à partir de $u_{QM}(t)$

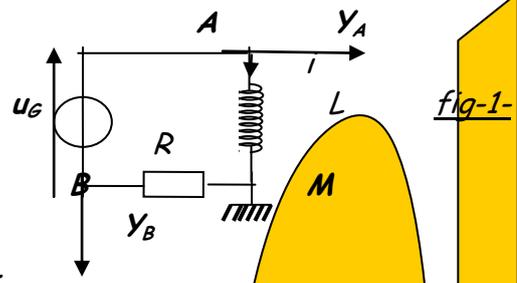
b) Exprimer puis calculer l'inductance L de la bobine.

Sensibilité verticale sur les deux voies :



Exercice N° 2

On dispose d'un générateur de signaux bas fréquences délivrant une tension alternative triangulaire symétrique. On associe ce générateur G , dont la masse est isolée de la terre, en série avec une bobine d'inductance L , de résistance négligeable, et un conducteur ohmique de résistance $R = 2000 \Omega$ (figure 1).



On relie la masse d'un oscilloscope bicourbe au point M , la voie Y_A au point A , la voie Y_B au point B . La masse de l'oscilloscope est par sécurité, reliée à la terre.

1) Est-il indispensable d'isoler dans ce cas, la masse du générateur de la terre? Justifier la réponse.

2) a- Quelle est la grandeur électrique observée sur la voie Y_A ?

Quelle est celle observée sur la voie Y_B ?

Reproduire le schéma électrique du circuit et représenter les deux grandeurs électriques précédentes.

b- Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants:

-Sensibilité verticale voie Y_A : **200 mV/division**;

-Sensibilité verticale voie Y_B : **5V/division** ;

-Durée de balayage horizontal: **1ms/division**

Après avoir réglé les niveaux zéro des deux voies (figure 2), les oscillogrammes obtenus sont représentés dans la figure ci-dessous (figure 3)

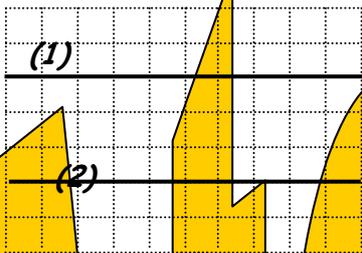


fig-2-

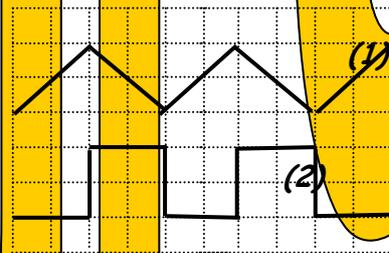


fig-3-

Quelle est la fréquence de la tension délivrée par le générateur?

1) a- Ecrire la relation entre la tension u_{AM} aux bornes de la bobine, l'inductance L et la dérivée par rapport au temps de l'intensité instantanée i circulant dans le circuit.

b- Etablir la relation $U_{AM} = -\frac{L}{R} \cdot \frac{du_{BM}}{dt}$ où U_{AM} et U_{BM} sont respectivement les tensions aux bornes de la bobine et du conducteur ohmique.

c- Des deux oscillogrammes notés (1) et (2), retrouver celui correspondant à la voie Y_B

2) En utilisant les réglages de l'oscilloscope:

a- Déterminer les valeurs extrêmes de la tension U_{AM} aux bornes de la bobine.

b- A partir de la première demi-période des oscillogrammes de la figure 3, calculer $\frac{du_{BM}}{dt}$

3) a- Dédurre des questions a) et b) la valeur numérique du rapport $\frac{L}{R}$

b- Justifier que cette grandeur est bien de même dimension qu'une durée de temps.

c- en déduire la valeur de l'inductance L .

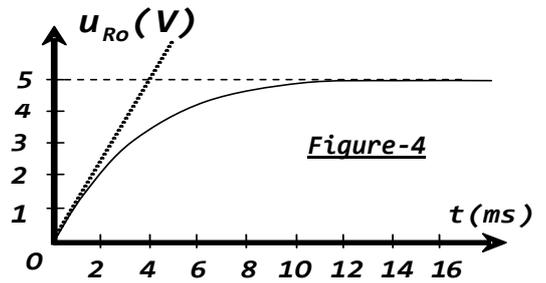
Exercice N°3

On réalise Le montage de la **figure-3** ci-contre comportant :

- ❖ Un résistor de résistance $R_o=10 \Omega$.
- ❖ Une bobine d'inductance L et de résistance r .
- ❖ Un générateur idéal de tension continue de f.e.m $E= 9 V$.
- ❖ Un interrupteur K à deux positions 1 et 2.

Un système d'acquisition adéquat permet de suivre l'évolution au cours du temps de la tension $u_{R_o}(t)$.

I/- A l'instant $t=0 s$, on ferme l'interrupteur K sur la position 1. La courbe qui traduit les variations de $u_{R_o}(t)$ est celle de la **figure-4**.



1- Préciser, en justifiant l'élément du circuit qui est responsable de retarder l'établissement du régime permanent.

2-a- Déterminer, à partir de la courbe, la valeur de l'intensité du courant I_o en régime permanent.
b- En déduire que la résistance r de la bobine, est égale à 8Ω .

3-a- Déterminer graphiquement la valeur de la constante du temps τ du dipôle RL .
b- En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

II/- A un instant $t=0 s$, on bascule l'interrupteur K de la position 1 à la position 2.

1- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'intensité i du courant électrique en fonction du temps.

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

3- Etablir :

a- l'expression de la tension $u_{R_o}(t)$ aux bornes du résistor en fonction de E, R_o, r, τ et t .

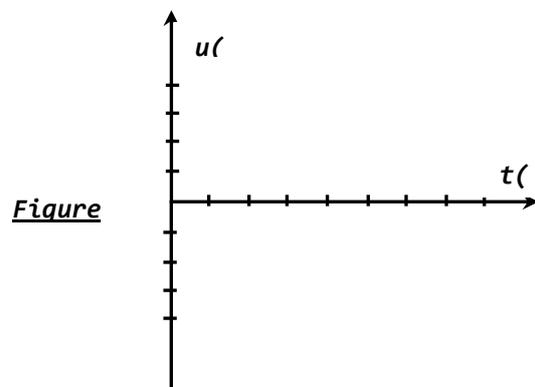
b- l'expression de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine en fonction de E, R_o, r, τ et t .

c- Remplir le tableau de la **figure-5**

d- Représenter sur le graphe de la **figure-6** les allures des courbes correspondantes à $u_B(t)$ et $u_{R_o}(t)$.

| | $u_B(t)$ | $u_{R_o}(t)$ |
|-------------------------|----------|--------------|
| $t=0 s$ | | |
| $t \rightarrow +\infty$ | | |

Figure-5



Figure

Exercice N°4

Un circuit électrique est constitué d'un générateur \mathcal{G} , d'un résistor de résistance R et d'un dipôle X . Les trois composants sont placés en série. On précisera, à chaque question, la nature du générateur et du dipôle X . On utilise un oscillographe bicourbe pour visualiser les tensions aux bornes du résistor et aux bornes du dipôle X . La base de temps de l'oscillographe est réglée sur $0,2 \text{ ms}$ par cm. La sensibilité verticale des voies A et B vaut : 1 v par cm.

1- Faites un schéma du montage et indiquer le branchement de l'oscillographe pour observer la tension U_R aux bornes du résistor, en voie A et celle U_X , aux bornes du dipôle X , en voie B .

2- \mathcal{G} est un générateur \mathcal{G}_1 de tension constante, X est un résistor de résistance $R_1 = 50 \Omega$. On observe l'oscillogramme de la figure 8 -a.

a) Indiquer sur la figure, le sens positif du courant i .

b) Exprimer U_R et U_X en fonction de i .

c) Calculer la valeur de R

3- Le générateur est inchangé mais X est maintenant une bobine B d'auto-inductance L et de résistance R_2 inconnue. Une fois le régime stationnaire établi, on observe l'oscillogramme, de la figure (8 - b).

a) écrire l'expression de U_X en fonction de i

b) Que vaut la résistance R_2 ?

4- \mathcal{G} est maintenant un générateur \mathcal{G}_2 délivrant une tension variable de période T . X est la même bobine B qu'à la question précédente. Sur l'oscillogramme 9, on n'a représenté que partiellement la trace de U .

a) Déterminer la valeur de L .

b) Compléter l'oscillogramme de la voie B .

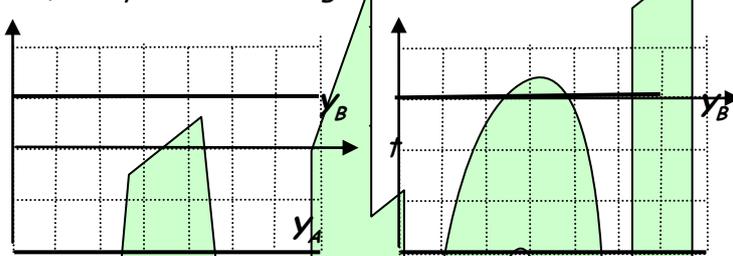


Fig-8-a

Fig-8-b

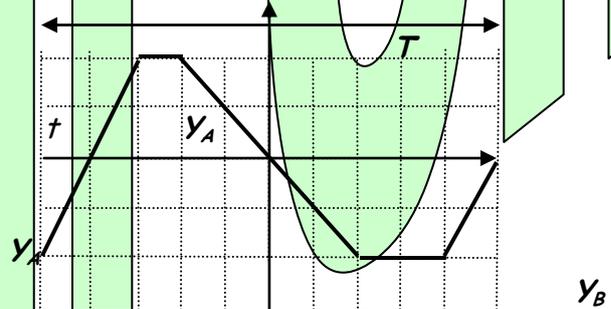


Fig-9-

Exercice N°5

On réalise le circuit comportant en série une bobine idéale d'inductance L , un résistor de résistance $R=1000\Omega$, et un générateur bas fréquences GBF délivrant une tension en dents de scie. Un oscilloscope est utilisé pour visualiser les tensions U_{AM} aux bornes de la bobine et U_{BM} aux bornes de résistor.

1/ Faire le schéma du montage, indiquer les branchements de l'oscilloscope

2/ On obtient l'oscillogramme ci contre avec les réglages suivants:

-Selon l'axe horizontal des temps: 1 cm correspond à $0,5 \mu\text{s}$.

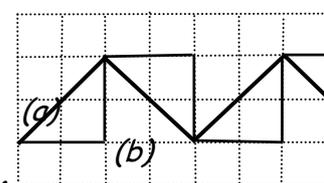
-Selon l'axe vertical des tensions: 1 cm correspond à 100 mV sur la voie A et à 2 mV sur la voie B . Identifier en le justifiant, les différentes courbes de l'oscilloscope.

3/ Orienter le circuit. Exprimer la tension U_{AM} en fonction de L et de i .

4/ Exprimer la tension U_{BM} en fonction de R et de i .

5/ En déduire la relation liant les tensions U_{BM} et U_{AM} . Justifier l'allure de l'oscillogramme correspondant à U_{AM} .

6/ Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

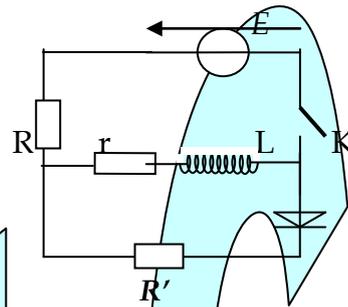
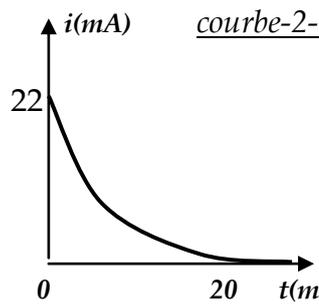
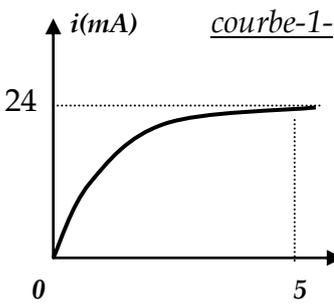


Exercice N°5

On réalise le circuit électrique ci-après, avec les dipôles de résistances : $R=500\Omega$, $R' = 100\Omega$ et $r = 10\Omega$

On relève l'intensité du courant à l'aide d'un ordinateur et d'une centrale d'acquisition munie d'un capteur ampèremètre.

On obtient ainsi les graphes représentant l'intensité $i(t)$ au cours de l'établissement et de la rupture du courant.



Initialement, l'interrupteur est fermé depuis longtemps : la bobine est en série avec un résistor de résistance R et d'un générateur de tension continue de f.e.m $E = 12 \text{ V}$

A l'instant $t = 0 \text{ s}$, on ouvre l'interrupteur : la bobine est en série avec le résistor de résistance R' et une diode.

1/ Indiquer à quelle courbe correspondent l'établissement et la rupture du courant.

2/ Justifier la présence aux bornes de la bobine d'une diode «de roue libre».

3/ Montrer qu'à la date $t = 0 \text{ s}$ lorsque l'interrupteur K est ouvert, l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité $i(t)$ dans le circuit est :

$$di/dt + i/\tau = 0, \text{ avec } \tau = L/R_t = L/R' + r.$$

4/ La solution $i(t)$ de l'équation différentielle établie peut être proposée sous la forme :

$i(t) = A e^{-t/\tau}$, avec A et τ une constante. Exprimer A et τ en fonction des caractéristiques électriques du circuit.

5/ Représenter l'allure de la courbe obtenue lors de l'acquisition de l'expression de $i(t)$.

6/ a- Déterminer graphiquement, et de deux façons, la valeur de la constante de temps τ du dipôle constitué par la bobine en série avec le résistor de résistance R' .

b-En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

7/Exprimer en fonction des caractéristiques du circuit, l'énergie qui a été dissipée par effet joule dans le circuit, après ouverture de l'interrupteur.

Exercice N°7

Un circuit série comporte un générateur, maintenant entre ses bornes une tension constante

$E = 6 \text{ v}$, un interrupteur K , une bobine (L, r) et un conducteur ohmique de résistance r' . On pose $R = r + r'$

On ferme K à la date $t = 0$

1) Comment brancher un oscilloscope afin de visualiser l'intensité du courant?

2) a- Etablir l'équation différentielle $E = R.i + L \cdot \frac{di}{dt}$

b- Montrer que $i = \frac{E}{R} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de cette équation si $\tau = \frac{L}{R}$. Qu appelle-t-on τ ?

3) A partir de l'enregistrement ci- contre, déterminer.

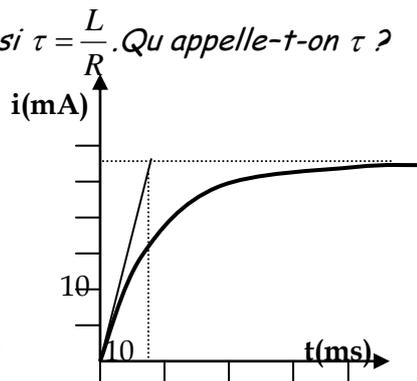
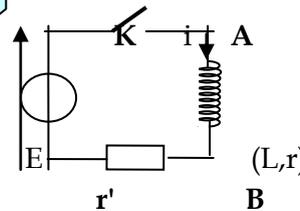
a- La valeur de R

b- La valeur de τ

c- La valeur de L

On suppose que $R.i \ll L \cdot \frac{di}{dt}$

Quelle est l'expression de la tension aux bornes de la bobine?



Exercice N°8

1) On réalise le montage ci-dessus. La résistance interne du générateur est négligeable.

a) l'interrupteur K est fermé. quelle est, en régime permanent, l'intensité i_0 du courant dans le circuit?

b) A l'instant $t = 0$, on ouvre l'interrupteur K

Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant dans le circuit.

Vérifier que la solution de cette équation est de la forme:

$$i = i_0 \cdot \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) \text{ avec } \tau = \frac{L}{(R+r)} \text{ constante de temps du montage.}$$

2) Soit u_R la tension aux bornes du dipôle résistor.

Soit t_1 le temps au bout duquel u_R atteint 90% de sa valeur maximale

Soit t_2 le temps au bout duquel u_R atteint 10% de sa valeur maximale

a- Exprimer $t_d = t_2 - t_1$ en fonction de τ .

b- A partir de la courbe $u_R = f(t)$ représentée

ci- contre, déterminer t_d et en déduire la valeur de τ

c- On définit le temps $t_{1/2}$ tel que:

$$UR\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{UR_{\max}}{2}$$

Quelle relation existe-t-il entre $t_{1/2}$ et τ ?

Déterminer graphiquement $t_{1/2}$ et en déduire τ

d- Calculer la valeur de l'inductance L .

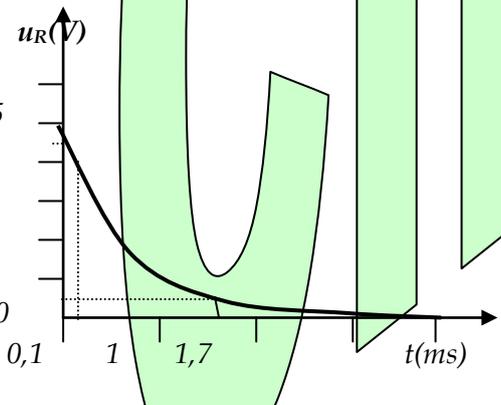
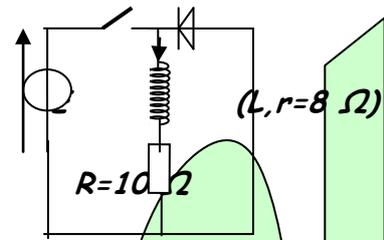
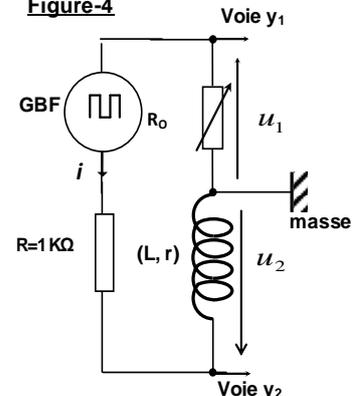


Figure-4



Exercice N°9

On alimente le dipôle « bobine - résistor R_0 » par un générateur Basse fréquence (GBF) qui délivre une tension carrée en série avec un résistor de résistance $R = 1 \text{ k}\Omega$ (voir **figure-4**)

La masse du (GBF) est isolée de la terre.

La mesure de la résistance de la bobine donne $r = 12 \Omega$ et la résistance R_0 est réglable

On branche l'oscilloscope comme il est indiqué sur la **figure-4**

On obtient l'oscillogramme de la tension u_1 .

La touche **ADD** de l'oscilloscope permet d'observer la tension somme $u_s = u_1 + u_2$.

sur la **figure-6** on a reproduit, en gardant le même origine du temps, les courbes $u_1(t)$ et $u_s(t)$.

Le réglage de l'oscilloscope :

❖ Sensibilité verticale sur la voie y_1 : 50 mV/Div .

❖ Sensibilité verticale pour $u_s(t)$: 1 V/Div .

❖ Base du temps : $0,5 \text{ ms/Div}$.

1- Déterminer la période T et la fréquence N de la tension délivrée par le générateur

2- Déterminer la valeur maximale U_0 de la tension $u_s(t)$.

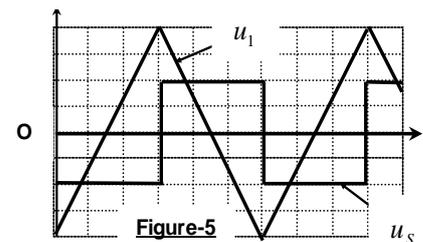


Figure-5

3- Exprimer :

a- La tension $u_1(t)$ en fonction de R_0 et $i(t)$.

b- La tension $u_2(t)$ en fonction de L , r , $i(t)$ et $\frac{di}{dt}$

c- La tension $u_s(t)$ en fonction de L , r , R_0 , $i(t)$ et $\frac{di}{dt}$

4- L'oscillogramme de la **figure-5** a été obtenue en ajustant R_0 à la valeur de r ($R=r=12 \Omega$)

Montrer que la tension somme $u_s = u_1 + u_2$ s'écrit : $u_s(t) = -\frac{L}{R_0} \cdot \frac{du_1}{dt}$.

5- Pour $t \in [0, \frac{T}{2}]$, exprimer $u_1(t)$ en fonction du temps. En déduire la valeur de L .

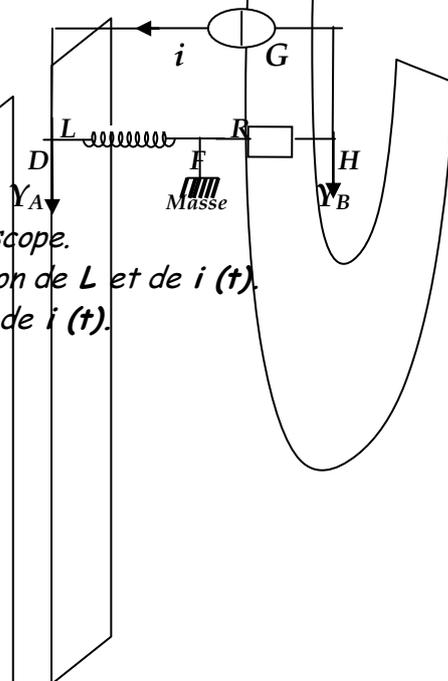
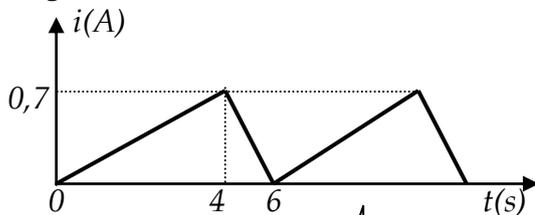
Exercice N°10

Une bobine idéale (bobine de résistance négligeable) d'inductance $L=100\text{mH}$ et un résistor de résistance $R=10 \Omega$ sont en série avec un générateur de courant G . Un oscilloscope permet de relever la tension aux bornes de la bobine et aux bornes du résistor. Les réglages de l'oscilloscope sont :

-Suivant l'axe horizontal des temps: 1 cm correspond à 1 ms .

-Suivant l'axe vertical des tensions: 1 cm correspond à 10 V sur la voie A et à 2 V sur la voie B .

Le générateur de courant débite un courant dont l'intensité $i(t)$ est donnée par le graphe suivant :



1/ Nommer les différentes tensions relevées à l'oscilloscope.

2/ Donner :- l'expression de la tension $U_{DF}(t)$ en fonction de L et de $i(t)$.

- l'expression de la tension $U_{HF}(t)$ en fonction de L et de $i(t)$.

3/ Représenter l'allure des oscillogrammes obtenus.