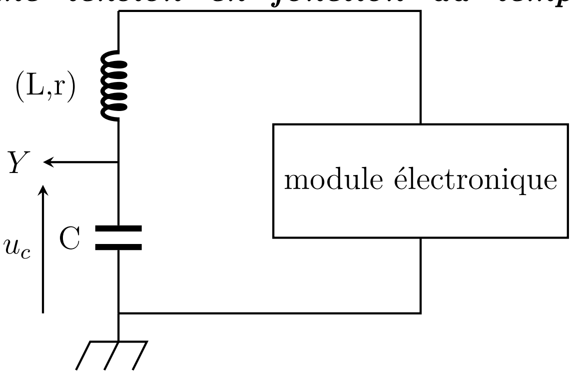
Les oscillations libres d'un circuit (R,L,C) : Exercices

Exercice 1 : QCM

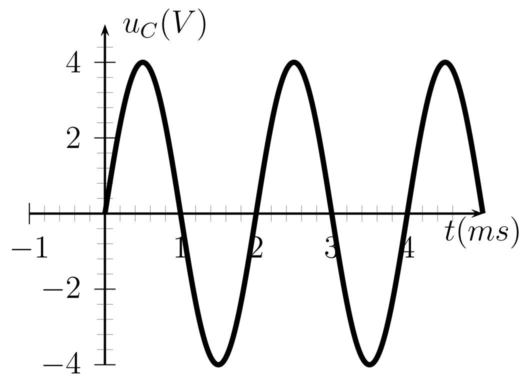
1. Adam affirme pouvoir réaliser un oscillateur à l'aide de tout condensateur de capacité C et de toute bobine d'inductance L , telle que la période de cet oscillateur soit $T_0 = \pi.L^2C$. est-ce possible ?
   (a) oui (b) non
2. Quand on diminue la valeur de la résistance dans un oscillateur électrique (L,C) , on diminue son temps d'amortissement .
   (a) vrai (b) faux
3. Si on augmente la capacité d'un condensateur dans un oscillateur électrique (L,C) , on augmente la période propre de l'oscillateur .
   (a) vrai (b) faux
4. Si dans un oscillateur électrique (L,C) , on multiplie par deux la capacité du condensateur et par deux l'inductance de la bobine , on multiplie la valeur de la période propre par :
   (a) un (b) deux (c) quatre (d) seize

Exercice 2 : établir l'expression d'une tension en fonction du temps

On se propose de réaliser l'acquisition de la tension u_c aux bornes du condensateur d'un dipôle (L,C) relié à un module électronique permettant d'éviter l'amortissement des oscillations (Voir schéma ci-contre) .



Un élève réalise l'acquisition suivante :



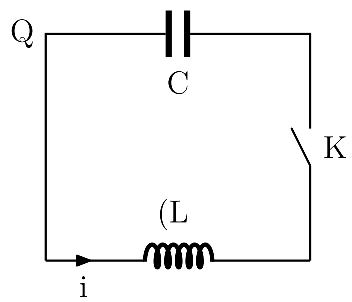
1. Déterminé graphiquement :
a. La période T_0 de cette tension ;
b. L'amplitude U_m de cette tension .
2. Quelle est la valeur de la tension u_c à la date $t = 0$
3. L'expression de la tension u_c en fonction du temps est :

$$u_c = U_m sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi_0\right)$$

a. En utilisant les valeurs numériques déterminées précédemment , calculer φ_0 . b. Écrire l'expression de la tension u_c .

Exercice 3 : établir l'expression de la charge d'un condensateur en fonction du temps

On réalise le circuit de la figure ci-contre . La capacité du condensateur est égale à $C = 10\mu F$. Le condensateur a initialement chargé de charge négative $-Q_0$. La résistance de la bobine est négligeable et son inductance vaut L=100 mH. À l'instant t=0, on ferme linterrupteur K , le condensateur se décharge dans la bobine



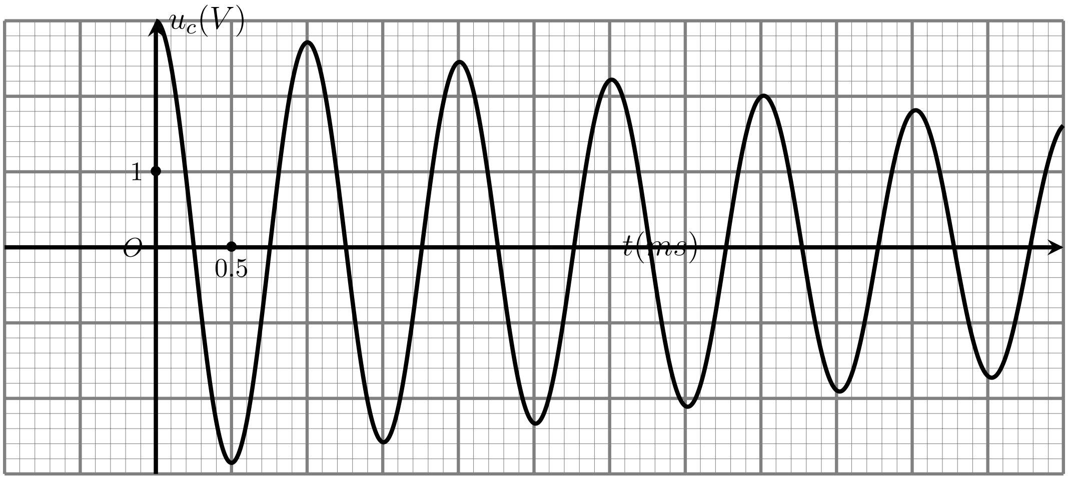
1. Lorsqu'on ferme l'interrupteur K , Quel phénomène se produit dans le circuit ? Établir l'équation différentielle liant la charge Q porté par l'armature de gauche du condensateur à sa dérivé seconde par rapport au temps .
2. La solution de l'équation différentielle s'écrit :

$$q(t) = Q_m cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi_0\right)$$

   Déterminer l'expression littérale de la période T_0 du circuit , et calculer sa valeur numérique .
3. En utilisant les conditions initiales , déterminer les constantes Q_m et φ_0

Exercice 4 : Étude des oscillations entretenues

On dispose d'un circuit (R,L,C) série . Le condensateur a une capacité $C = 0,25\mu F$, initialement chargé par un générateur de f.e.m $E = 6V$et de résistance interne négligeable et la bobine de résistance r et d'inductance L. À l'aide d'un oscilloscope , on visualise l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et on obtient le graphe suivant :



1. De quel régime d'oscillation s'agit-il ?
2. Comment explique-t-on l'amortissement des oscillations ?
3. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$.
4. Mesurer la pseudopériodique T des oscillations .
5. On suppose que la résistance r de la bobine est nulle
   a. Écrire dans ce cas l'équation différentielle vérifiée par u_c

b. La solution de cette équation est de la forme :

$$u_c(t) = U_m cos\left(\alpha.t + \varphi_0\right)$$

Déterminer les expressions de α , φ_0 et U_m .

c. En déduire les expressions de q(t) la charge du condensateur et i(t) l'intensité du courant qui traverse le circuit .

d. Donner l'expression de la période propre T_0 de ces oscillations .

6. Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine , sachant que la pseudopériodique est égale à la période propre .
7. Pour entretenir ces oscillation , on branche en série un générateur de tension tel que $u_g = R_0 i$ avec le circuit (R,L,C) . Pour quelle valeur de R_0 permet-elle d'obtenir des oscillations sinusoïdales ?

Exercice 5 : La solution de l'équation différentielle

On considère le circuit (L,C) série qui comprend les éléments suivants :
* un condensateur de capacité $C = 330\mu F$, initialement chargé sous une tension de $E = 6V$;
* une bobine de résistance négligeable et d'inductance L=7,2 mH où l'intensité initialement est nulle.

À l'instant t=0 le condensateur se décharge dans la bobine .

1. Faire un schéma du montage électrique en indiquant la tension u_c aux bornes du condensateur et u_L aux bornes de la bobine en convention récepteur .
2. Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$ qui traverse le circuit .
3. On propose que la solution de cette équation différentielle est de la forme suivante :

$$i(t) = I_m cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi_0\right)$$

Avec I_m est une constante positif

(a) Que représente T_0 ?

(b) en considérant que i(t) est une solution de l'équation différentielle précédente ; déterminer l'expression de T_0en fonction de L et C et calculer sa valeur .

(c) Exprimer $u_c(t)$ en fonction de L , I_m, T_0 et t .

(d) En tenant compte des conditions initiales , écrire deux relations entre I_m et φ_0, en déduire la valeur de φ_0 et aussi l'expression littérale de I_m en fonction de E, L et C .

(e) Écrire les expressions de $i(t)$ et $u_c(t)$;

(f) Calculer les valeurs maximales I_m et U_m

(g) Représenter dans le même graphe la forme des courbes $i(t)$ et $u_c(t)$ sans tenir compte de l'échelle en indiquant la période T_0 ;

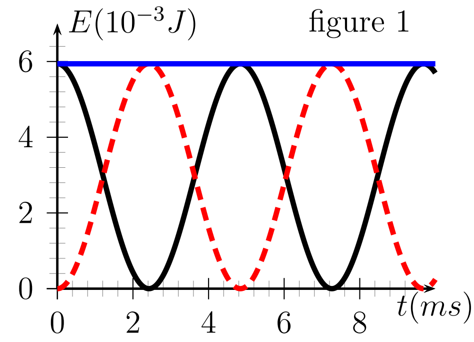
4. Étude énergétique

(a) Écrire l'expression de E_e l'énergie emmagasinée dans le condensateur , E_m l'énergie emmagasinée dans la bobine et E_T énergie globale du circuit en fonction de L, C, $i(t)$ et $u_c(t)$.

(b) En déduire les expressions littérales de E_e, E_m et E_T en fonction de L, C, T_0 et t . Que peut-on conclure pour E_T ? Calculer sa valeur en mJ

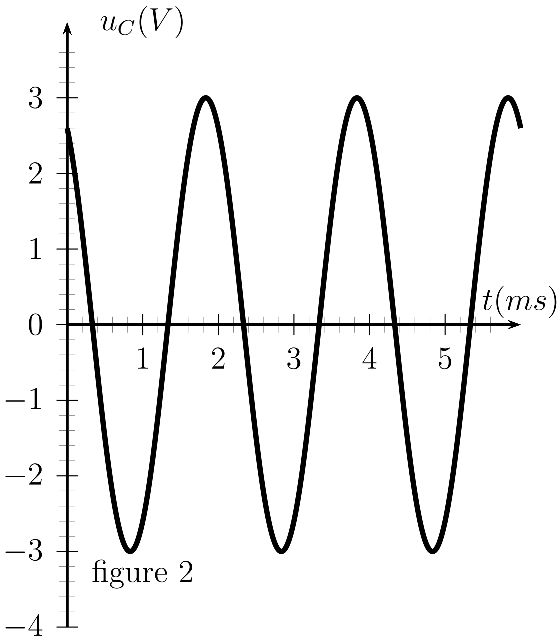
(c) Montrer que les deux fonction $E_e(t)$ et $E_m(t)$ leur période est $T = \frac{T_0}{2}$;

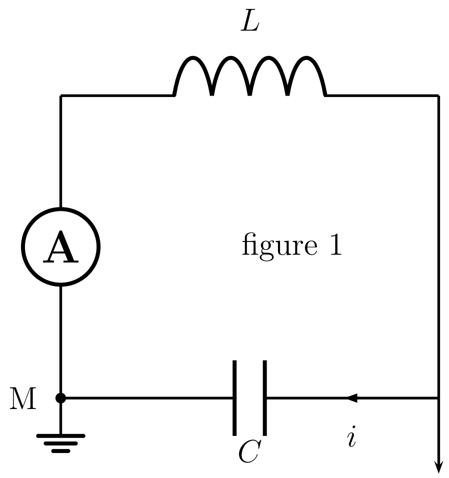
(d) On représente ci-dessous les courbes des énergies $E_e(t)$, $E_m(t)$ et $E_T(t)$. Attribuer à chaque courbe la forme d'énergie correspondante .



Exercice 6

Un condensateur de capacité C initialement chargé , est branché avec une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et une ampèremètre (A) . À l'aide d'un oscilloscope , on visualise la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et l'ampèremètre indique une intensité I .





1. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_c .
2. En déduire l'expression de la tension $u_c(t)$ en fonction des paramètre du circuit .
3. Quelle est la grandeur qu'est indiquée par l'ampèremètre ? Donner son expression en fonction de Q_m et ω_0 , avec $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$
4. Une étude expérimentale nous permet de tracer la courbe qui représente la variation de l'énergie électrique E_e de l'oscillateur électrique en fonction de i^2 ;

a. Montrer que l'énergie globale E se conserve au cours du temps ;
b. Déterminer l'expression de l'énergie globale E en fonction de C et Qm ;
c. Donner un explication théorique de la forme de la courbe de la figure 3 et déterminer les valeurs de L , C et Q_m

d. Exprimer l'énergie électrique E_e en fonction de $u_c(t)$ et calculer sa valeur à l'instant $t = \frac{T_0}{2}$.
e. Représenter l'allure de la courbe qui représente la variation de E_m énergie magnétique en fonction de i^2 sur le même graphe de la figure 3 .
f. En déduire les valeurs de i lorsque $E_m = E_e$

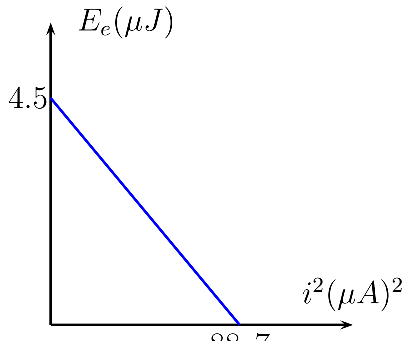
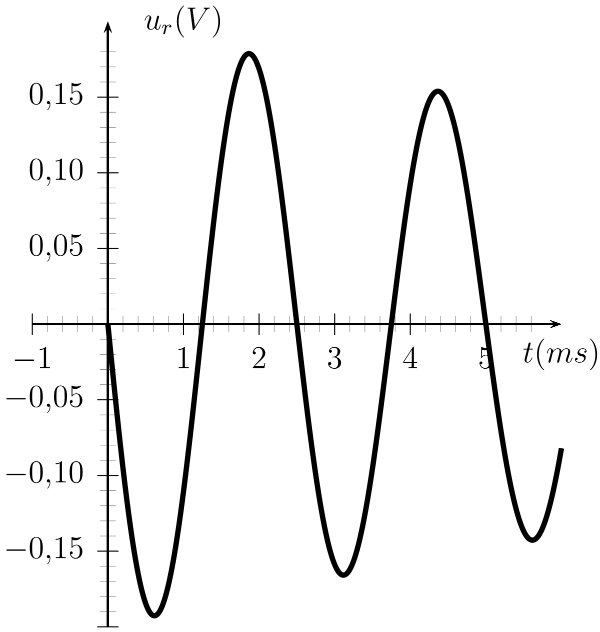


figure 3

Exercice 7

Un condensateur de capacité C initialement chargé sous une tension continue $U_0 = 12V$,on le branche à l'instant t=0 considéré comme origine des temps, aux bornes d'un dipôle comportant une bobine d'inductance L et de résistance $r' = 90\Omega$ et un conducteur ohmique de résistance $r = 30\Omega$. À l'aide d'un oscilloscope , on visualise la tension $u_r(t)$ aux bornes du conducteur ohmique .On obtient la courbe de figure 1 .

1. Indiquer la valeur de la pseudopériodique ;
2. Donner la relation qui existe entre i et u_r. Expliquer pourquoi la tension u_r est -elle négative au début de la décharge ?
3. Quelle est la valeur de l'intensité du courant à l'instant t=0 ? En déduire la valeur de la tension $u_L(0)$ à l'instant t=0 aux bornes de la bobine .
4. Exprimer u_L en fonction de L , r', i et $\frac{di}{dt}$.
5. En exloitant la courbe c-contre , déterminer la valeur de $\frac{di}{dt}$ à l'instant $t = 0$, en déduire la valeur de L
6. Déduire la valeur de C .



Exercice 8

Le condensateur et la bobine deux composantes électriques qui emmagasinent de l'énergie et ils l'échangent entre eux lorsqu'on les branchent dans un circuit électrique . Dans cet exercice , on se propose de faire une étude d'un circuit (L,C) idéal .

1. Un groupe d'élève a réaliser l'expérience suivante : Il charge totalement un condensateur de capacité C sous une tension continue U et on le branche avec une bobine (b) d'inductance L et de résistance négligeable . (figure 1)

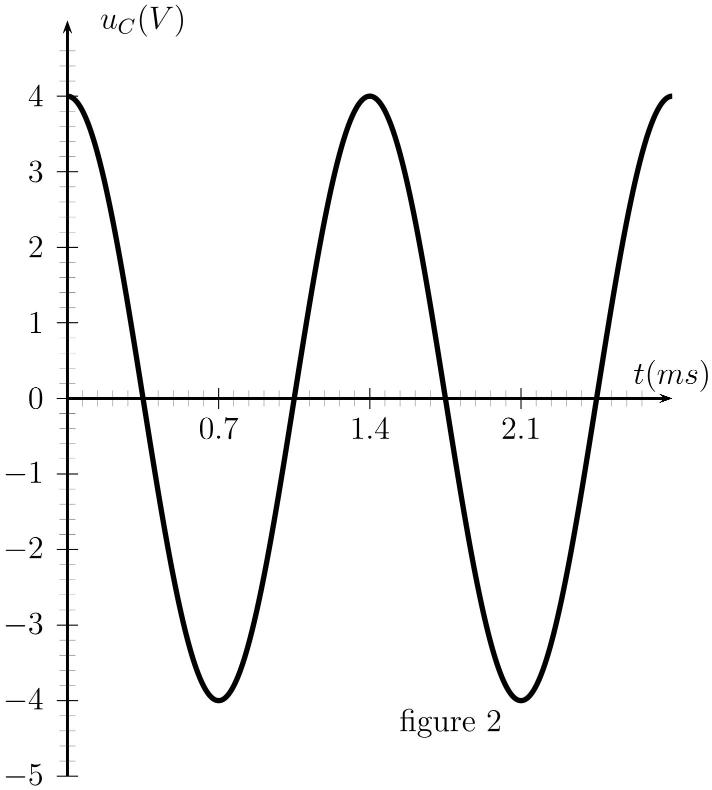


figure 2

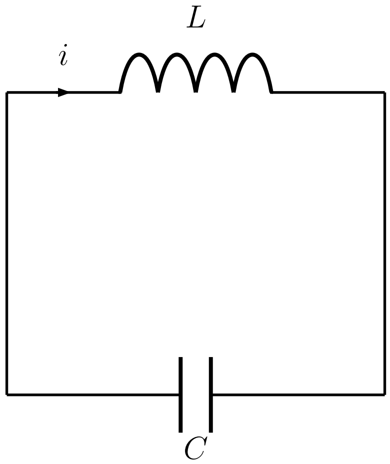


figure 1

2. Recopier sur votre feuille la figure 1 et représenter n en convention récepteur , la tension u_c aux bornes du condensateur et la tension u_b aux bornes de la bobine (b) .
3. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_c ;
4. La courbe de la figure 2 représente la variation de la tension u_c en fonction du temps t , en exploitant cette courbe écrire l'expression numérique de la tension $u_c(t)$
5. la courbe de la figure 3 représente la variation de l'énergie magnétique E_m en fonction du temps .

1. Montrer que l'énergie magnétique E_m s'écrit de la forme suivante :

$$E_m(t) = \frac{1}{4}CU^2\left(1 - cos\left(\frac{4\pi}{T_0}.t\right)\right)$$

2. En déduire l'expression de $E_{m(max)}$ la valeur maximale de l'énergie magnétique en fonction de C et U .
3. À partir de la courbe $E_m = f(t)$, déterminer la capacité C du condensateur ;
4. Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine .