

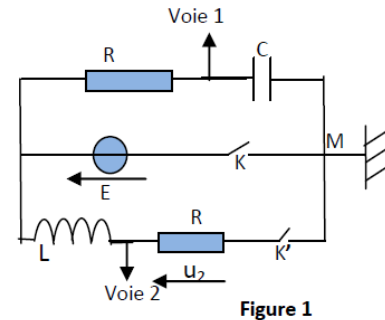
SERIE D'EXERCICES

Le dipôle RLC amorti

Exercice n°1 :

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de f.é.m. $E=6V$, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, deux résistors de résistance R et deux interrupteur K et K' (voir figure 1).

On utilise un dispositif d'acquisition de données qui permet de visualiser sur la voie 1 la tension u_1 aux bornes du condensateur en fonction du temps.

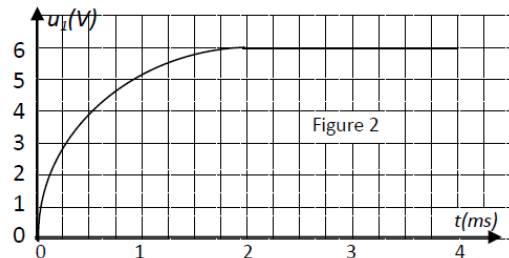


I. Dans cette première partie on ferme K (en maintenant K' ouvert). Le dipôle (R, C) est soumis à un échelon de tension de valeur E .

1. Quel est le nom du phénomène observé sur la voie 1 à la fermeture de K ?
2. Reproduire la partie de circuit concernée et indiquer sur ce schéma, juste après la fermeture de K , le sens du courant, le signe de charges de chacune des armatures du condensateur.

Indiquer la flèche-tension u_1 aux bornes du condensateur.

3. Sur la voie 1 on obtient la courbe de la figure 2 ci-contre. Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle (R, C) en expliquant la méthode utilisée. Sachant que $R = 20\Omega$, en déduire la valeur de la capacité C .



4. a. Montrer que l'équation différentielle qui traduit l'évolution de la tension u_1 est : $\tau \frac{du_1}{dt} + u_1 = E$.
- b. Trouver la solution de cette équation différentielle. Calculer u_1 pour $t=5\tau$. Conclure.

II. une fois la première expérience est réalisée, on ferme K puis on ferme K' . le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. On utilise le même dispositif informatisé d'acquisition de données pour visualiser, sur la voie 1, la tension u_1 et sur la voie 2 la tension u_2 aux bornes du résistor R . L'acquisition est synchronisée avec la fermeture de l'interrupteur. On obtient les courbes de la figure 3 ci-dessous.

1. Attribuer à chaque courbe de la figure 3 la tension correspondante en justifiant brièvement pour une courbe seulement.
2. Mesurer la pseudo-période T des oscillations. Calculer la période propre T_0 correspondant. Conclure.

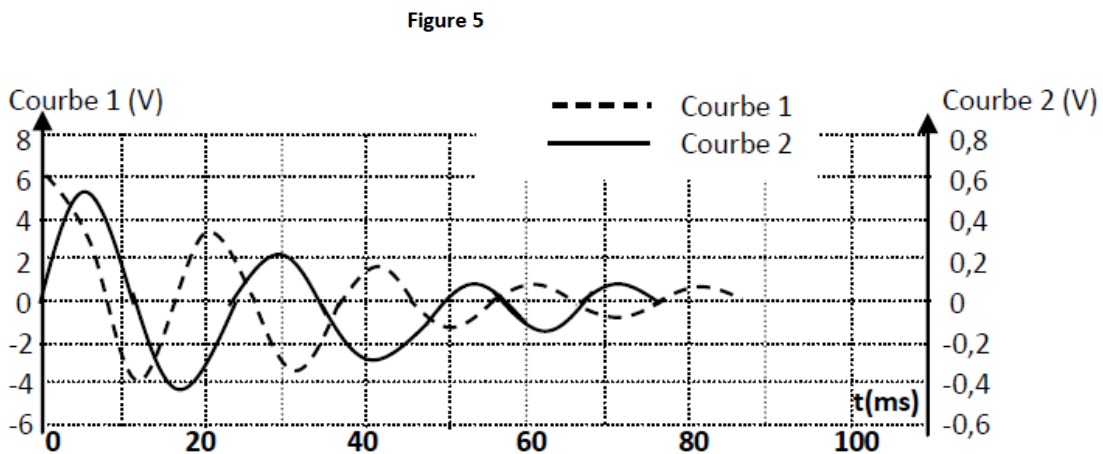
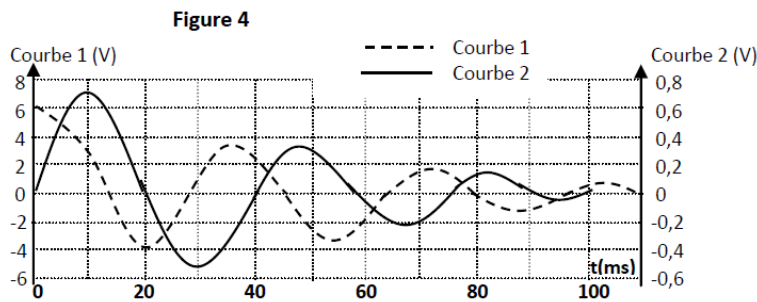
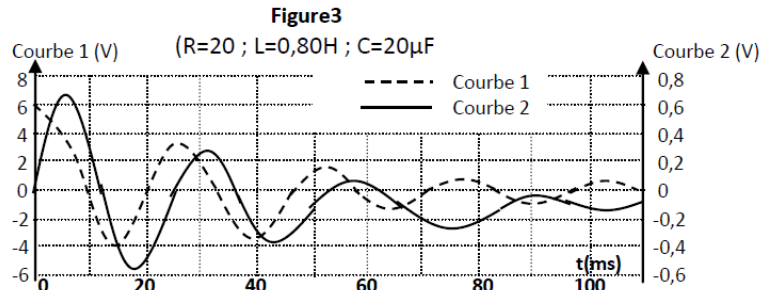
3. On réalise à présent une deuxième expérience :

Deux cas sont proposés :

Cas a : on a modifié L (figure 4),

Cas b : on a modifié C (figure 5).

Attribuer à chaque cas proposée la figure qui lui correspond, en indiquant, si la modification faite sur L ou C et une augmentation ou une diminution.

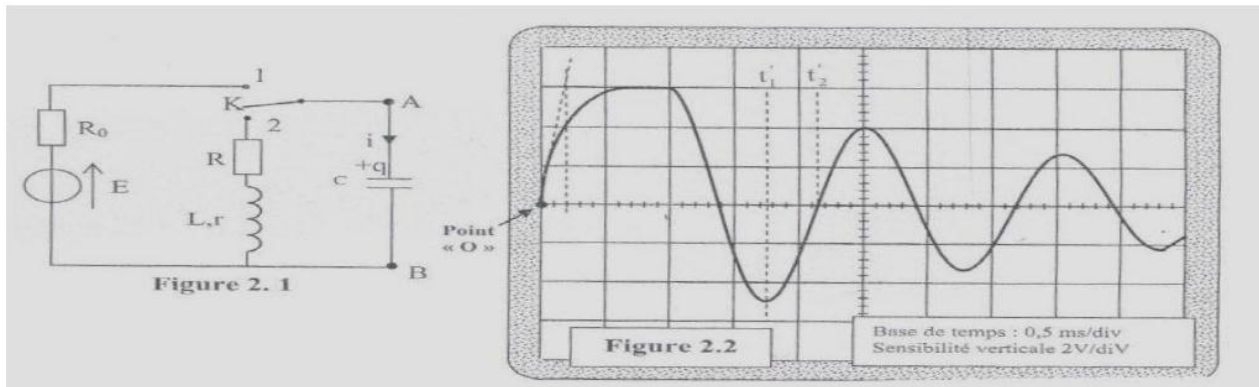


Exercice n°2 :

Un condensateur de capacité C est chargé au travers d'un conducteur ohmique de résistance $R_0=10\Omega$, lorsque l'interrupteur est en position 1. En basculant l'interrupteur en position 2, le condensateur se décharge dans un dipôle formé par une bobine d'inductance L et de résistance r branchée en série avec un second conducteur ohmique de résistance R (figure 2.1).

La courbe donnant la variation de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur est obtenue à l'aide d'un oscilloscope à mémoire (figure 2.2).

On considère que l'origine du temps correspond au début de balayage de l'écran au point «O».



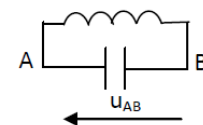
1. a. Déterminer la durée Δt_0 où l'interrupteur se trouve à la position 1.
- b. En appliquant la loi des mailles, écrire la relation entre la f.é.m E et la tension maximale U_{cm} aux bornes du condensateur. Donner la valeur de U_{cm} .
- c. Quelle est la valeur de la constante de temps τ . Déduire que la capacité $C=20\mu\text{F}$.
2. a. Le régime des oscillations est-il pseudopériodique ou apériodique ?
- b. Déterminer graphiquement la valeur du pseudo période T des oscillations. On admettant que T est sensiblement égale à la période propre T_0 , déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.
3. a. Trouver graphiquement la valeur de l'énergie totale E_1 à l'instant $t_1=1\text{ms}$ et E_2 à $t_2=2,5\text{ms}$.
- b. Conclure si le circuit RLC est conservatif ou non conservatif.
- c. Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit RLC série entre les instants t_1 et t_2 .
4. On s'intéresse aux variations de la tension $u_c(t)$ entre les instants t'_1 et t'_2 (figure 2.2) :
 - a. Comment varie la charge q_A de l'armature A du condensateur.

Le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ?

- b. Quel est le signe de l'intensité du courant électrique? Comment varie cette intensité?

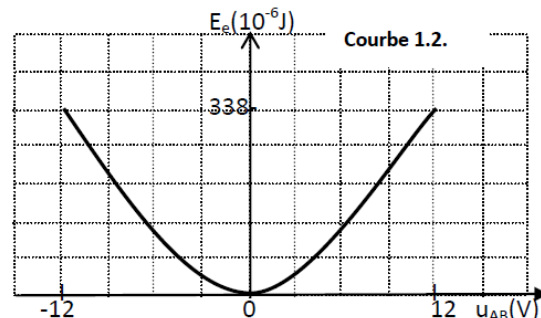
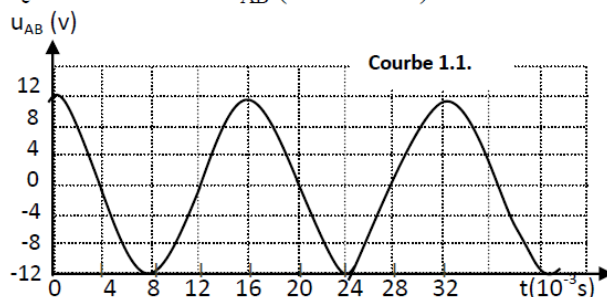
Exercice n°3 :

À $t=0$, on relie les armatures d'un condensateur chargées à une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ; des oscillations libres non amorties naissent dans le circuit. On note $q(t)$ la charge de l'armature reliée au point A.



Un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur a permis d'enregistrer et par suite tracer $u_{AB}(t)$ la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps (courbe 1.1) et l'énergie électrostatique

E_e en fonction de u_{AB} (courbe 1.2).



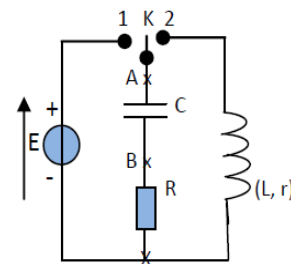
1. Expliquer la signification d'oscillations libres non amorties.
2. a. Etablir l'équation différentielle régissant la variation de u_{AB} .
- b. Donner l'expression de la période propre T_0 des oscillations.
- c. La solution de l'équation différentielle est de la forme: $u_{AB}(t) = U_m \sin(\omega_0 t + \Phi)$.
Déterminer les valeurs des constantes U_m , ω_0 et Φ .
- d. Déduire l'expression de la force électromotrice d'auto-induction $e(t)$ qui apparaît aux bornes de la bobine.
3. En justifiant la réponse, et en exploitant la courbe 1.2, Déterminer :
 - a. la capacité C du condensateur.
 - b. l'énergie totale E stockée dans le circuit.
 - c. l'énergie magnétique maximale E_{Lm} pouvant être localisée dans la bobine.
4. Calculer l'inductance L de la bobine.

Exercice n°4 :

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève réalise le circuit schématisé ci-contre (figure 1).

Ce circuit est constitué des éléments suivants :

- une résistance R ;
- un condensateur de capacité $C = 2 \mu\text{F}$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r .
- un générateur délivrant une tension continue constante de valeur $E = 4 \text{ V}$;



Un commutateur K permet de relier le dipôle (RC) soit au générateur, soit à la bobine.

I/ Etude énergétique du condensateur

Au cours de cette partie, on étudie la charge du condensateur. A l'instant de date $t=0$, le condensateur est déchargé et on bascule le commutateur en position 1.

1. Reproduire le schéma de la figure 1 et représenter par des flèches :
 - la tension u_{DB} aux bornes de la résistance ;
 - la tension u_{AB} aux bornes du condensateur.
2. a. Donner, en le justifiant, le signe de la charge q portée par l'armature A du condensateur au cours de sa charge et la relation entre la charge q et la tension u_{AB} .
- b. En tenant compte du sens positif du courant, donner la relation entre l'intensité du courant i et la charge q .
- c. Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_{AB} .
- d. Vérifier que la solution de cette équation est de la forme $u_{AB}(t) = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$.
3. a. Donner, en fonction de u_{AB} , l'expression littérale de l'énergie électrique E_e emmagasinée par le condensateur.
- b. En déduire l'expression littérale de $E_{e_{\max}}$ et calculer sa valeur.

II/ Etude énergétique du circuit RLC :

1. Une fois le condensateur est chargé, l'élève bascule rapidement le commutateur K de la position 1 à la position 2, il prend l'instant de basculement comme nouvelle origine des dates. Le condensateur se décharge alors dans la bobine.

Le condensateur se décharge alors dans la bobine.

a. Donner l'expression de l'énergie magnétique E_m en fonction de l'intensité i du courant.

b. Exprimer E_m en fonction de u_{DB} .

c. En déduire l'expression de l'énergie totale E_T en fonction de u_{AB} et u_{DB} .

2. Un système informatisé a permis de tracer, en fonction du temps, les énergies E_e et E_m et E_T .

a. Identifier chacune des trois courbes en justifiant.

b. Quel phénomène explique la décroissance ?

