EXERCICES – ELECTRICITE :

Exercice 1 :

Le montage du circuit électrique schématisé ci-dessous (figure 1) comporte :
- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 12,0$ V ;
- un conducteur ohmique de résistance R inconnue ;
- un condensateur de capacité $C = 120\ \mu$F ;
- un interrupteur K.

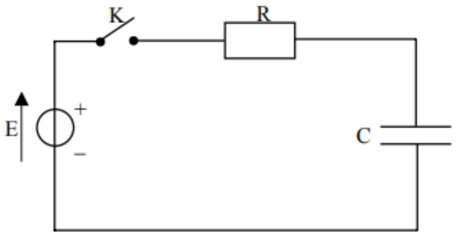


Figure 1

Le condensateur est initialement déchargé.
À la date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.

Sur le schéma du circuit donné en **ANNEXE (figure 1 à rendre avec la copie)**, une flèche représente le sens de circulation du courant d'intensité i dans le circuit. Ce sens sera considéré comme le sens positif. Par ailleurs, on note q la charge de l'armature du condensateur qui se chargera positivement.

1.1. En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches sur la figure 1 de **l'ANNEXE** les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

1.2. Donner l'expression de u_R en fonction de i.

1.3. Donner l'expression de i en fonction de la charge q du condensateur.

1.4. Donner la relation liant q et u_C.

1.5. En déduire l'expression de i en fonction de la capacité C et de la tension u_C.

1.6. En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir une relation entre E, u_R et u_C.

1.7. Établir l'équation différentielle notée (1) à laquelle obéit u_C.

1.8. $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, avec $\tau = RC$, est solution de l'équation différentielle (1).

1.8.1. Vérifier que $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de l'équation différentielle (1).

1.8.2. De même, vérifier que $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ respecte la condition initiale.

1.9. On s'intéresse à la constante de temps du dipôle RC : $\tau = RC$.

1.9.1. Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le produit $\tau = RC$ est bien homogène à une durée.

1.9.2. A l'aide de la courbe $u_C = f(t)$ donnée en **ANNEXE (figure 2 à rendre avec la copie)**, déterminer graphiquement la valeur de τ par la méthode de votre choix. La construction qui permet la détermination de τ doit figurer sur la courbe $u_c = f(t)$.

1.9.3. En déduire la valeur de la résistance R. Cette valeur sera donnée avec deux chiffres significatifs.

2. APPLICATION.

Au dipôle RC précédemment étudié, on associe un montage électronique qui commande l'allumage d'une lampe :
- la lampe s'allume lorsque la tension u_C aux bornes du condensateur est inférieure à une valeur limite $u_{al} = 6,0$ V ;
- la lampe s'éteint dès que la tension u_C aux bornes du condensateur est supérieure à cette valeur limite $u_{al} = 6,0$ V.

Le circuit obtenu (figure 3) est le suivant :

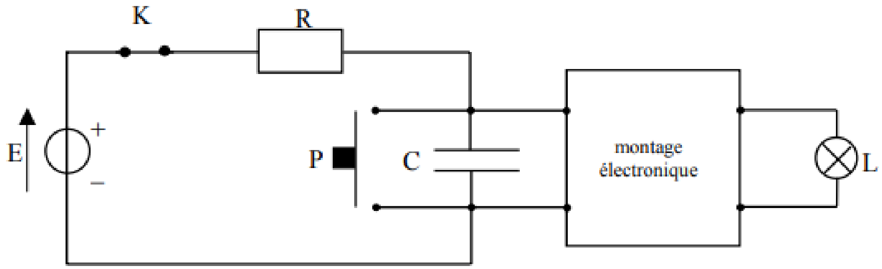


figure 3

Fonctionnement du bouton poussoir :

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir, ce dernier entre en contact avec les deux bornes du condensateur et se comporte comme un fil conducteur de résistance nulle. Il provoque la décharge instantanée du condensateur.
Lorsqu'on relâche le bouton poussoir, ce dernier se comporte alors comme un interrupteur ouvert.

2.1. Le condensateur est initialement chargé avec une tension égale à 12 V, la lampe est éteinte. On appuie sur le bouton poussoir P.
Que devient la tension aux bornes du condensateur u_C pendant cette phase de contact ?
La lampe s'allume-t-elle ? Justifier la réponse.

2.2. On relâche le bouton poussoir.

2.2.1. Comment évolue qualitativement la tension aux bornes du condensateur au cours du temps ?

2.2.2. La constante de temps du dipôle RC utilisé est $\tau = 25$ s.
Comment évolue l'état de la lampe aussitôt après avoir relâché le bouton poussoir ?

2.2.3. En vous aidant de la solution de l'équation différentielle (donnée à la question 1.8.1.), donner l'expression littérale de la date t_{al}, à laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint la valeur limite u_{al} en fonction de u_{al}, E et τ.

2.2.4. Calculer la valeur de t_{al} durée d'allumage de la lampe.

2.2.5. Retrouver graphiquement la valeur de t_{al} à l'aide de la courbe $u_C = f(t)$ fournie en **ANNEXE (figure 2 à rendre avec la copie)**. Indiquer clairement cette durée sur le graphe.

2.3. La tension aux bornes du générateur E étant constante, on voudrait augmenter la durée d'allumage. Quels sont les deux paramètres du circuit électrique de la figure 1 sur lesquels on peut agir ? Préciser pour chacun d'entre eux comment ils doivent varier.

ANNEXE (à rendre avec la copie)

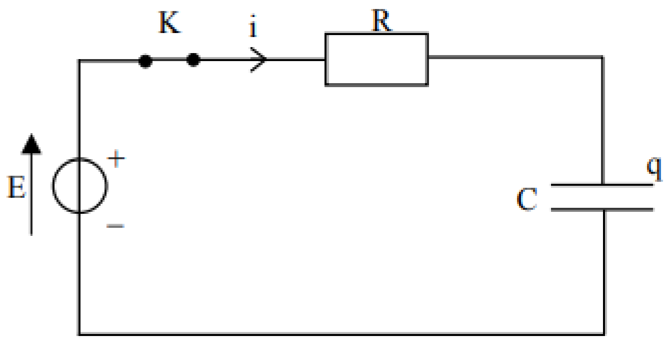


Figure 1

Courbe $u_C = f(t)$

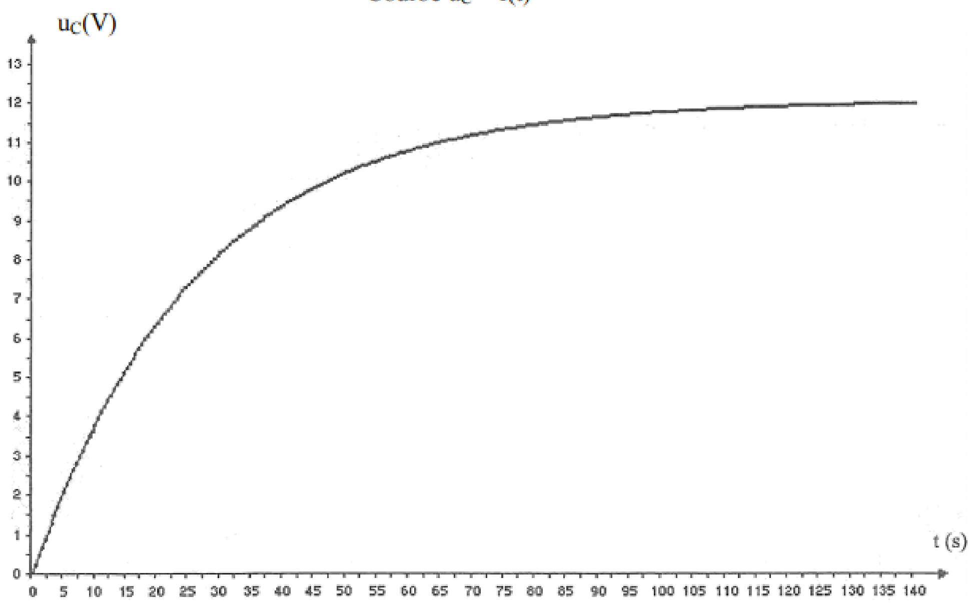
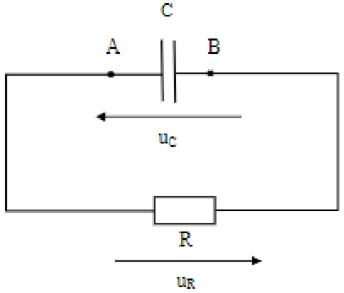


Figure 2

Exercice 2 :

On envisage le circuit suivant constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C.



À l' instant t = 0, le condensateur est chargé sous la tension $U_0 = 10$ V.

On notera :

- u_C la tension aux bornes du condensateur à l'instant t, et l'on a $u_C(0) = U_0$
- u_R la tension aux bornes du conducteur ohmique à l'instant t,
- i l'intensité du courant à l'instant t. Cette intensité a été comptée positivement au cours de la charge du condensateur,
- q_A la charge de l'armature A du condensateur à l'instant t.

1. ÉTABLISSEMENT DE L'ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE LORS DE LA DÉCHARGE

1.1 Quelle relation lie u_R et u_C ?

1.2 Rappeler la relation qui lie la charge q_A de l'armature A à la tension u_C.

1.3 Quel est le signe de i ? Établir la relation liant l'intensité i du courant à la tension u_C.

1.4 Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de u_C peut s'écrire :

$\alpha\, u_C + \dfrac{du_C}{dt} = 0$ où α est une constante non nulle.

Donner alors l'expression de α en fonction de R et C.

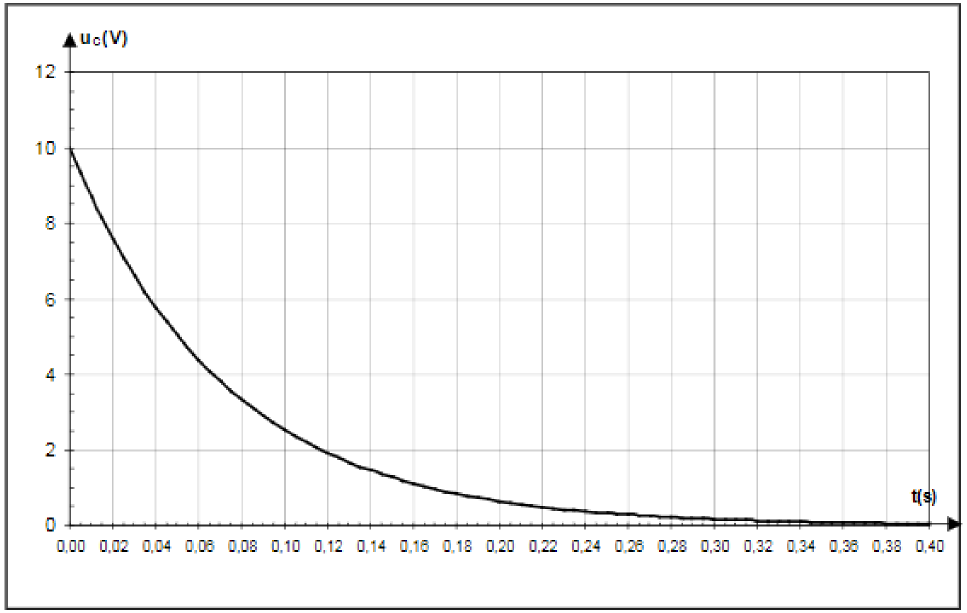
2. SOLUTION DE L'ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE

Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $u_C = Ae^{-\beta t}$ où A et β sont deux constantes positives non nulles.

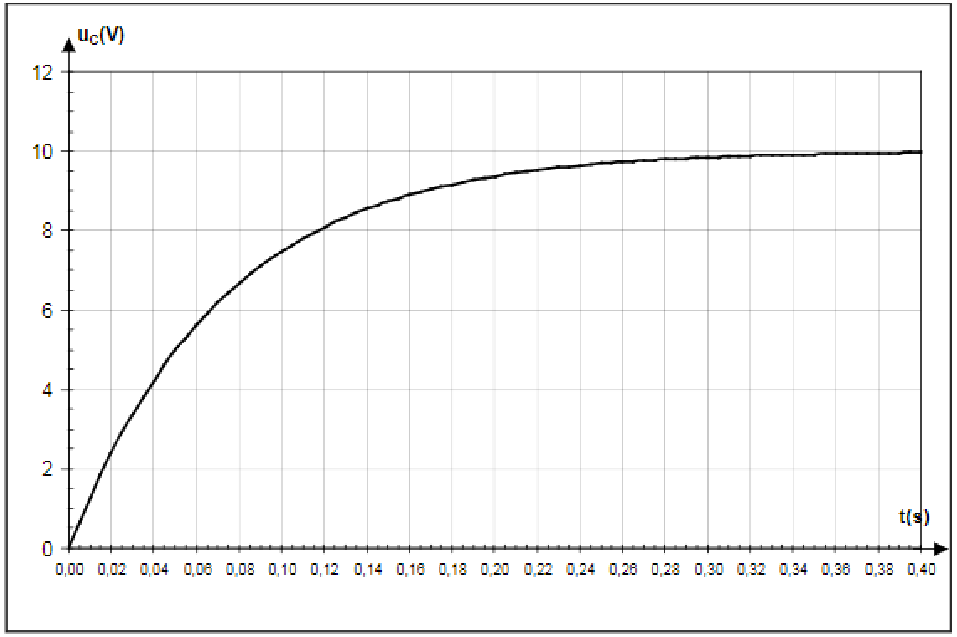
2.1 En utilisant l'équation différentielle, montrer que $\beta = \dfrac{1}{RC}$.

2.2 Déterminer la valeur de A.

2.3 Indiquer parmi les **courbes 1** et **2** données ci-après, celle qui peut représenter u_C. Justifier la réponse.



Courbe 1

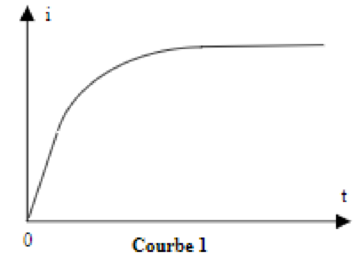


Courbe 2

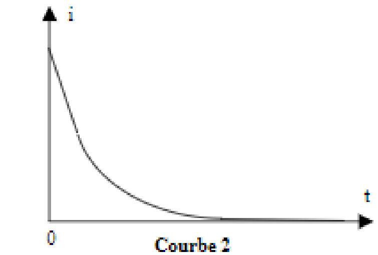
2.4 Donner l'expression littérale de la constante de temps τ.
2.5 Montrer par analyse dimensionnelle que τ a la même unité qu'une durée.
2.6 Déterminer sur la courbe choisie la valeur de la constante de temps τ du circuit.
2.7 Sachant que $R = 33\ \Omega$, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

3. INTENSITÉ DU COURANT

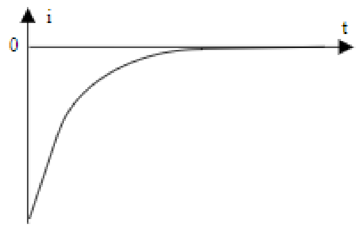
3.1 En utilisant les résultats précédents, montrer que $i = -\dfrac{U_0}{R}e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$.
3.2 Déterminer la valeur I_0 de i à t = 0.
3.3 En justifiant la réponse, indiquer parmi les quatre courbes ci-dessous celle qui peut représenter i.



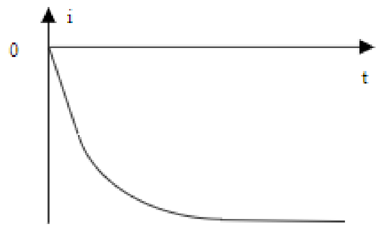
Courbe 1



Courbe 2



Courbe 3



Courbe 4

3.4 Calculer la valeur de i pour t = 0,50 s.
3.5 Déterminer la valeur de u_C à la même date.
3.6 Le condensateur est-il déchargé ? Justifier la réponse.

Exercice 3 :

Certains appareils photographiques sont équipés d'un flash dont le principe de fonctionnement est expliqué ci-dessous.

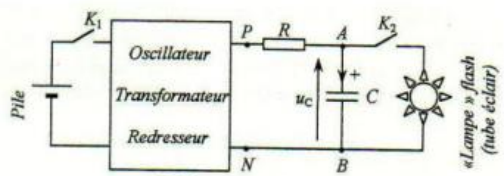


Schéma de principe

1ère phase
A la fermeture de l'interrupteur K_1, la pile alimente l'oscillateur qui délivre alors une tension alternative ; celle-ci peut être élevée grâce au transformateur ; le redresseur permet d'obtenir une tension continue de l'ordre de quelques centaines de volts entre les points P et N. Le condensateur se charge et emmagasine alors de l'énergie.

2nde phase
Au moment où le photographe appuie sur le déclencheur, l'interrupteur K_2 se ferme et le condensateur libère alors quasi instantanément l'énergie emmagasinée dans la lampe, ce qui produit un flash lumineux

Le schéma équivalent au schéma de principe de la page précédente est représenté ci-contre.

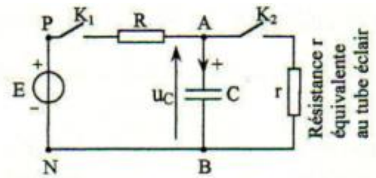


Schéma équivalent

Données :

C = 100 µF
u_C : tension aux bornes du condensateur
+ : sens positif du courant dans la branche AB.

Une étude expérimentale du dispositif a permis d'obtenir les courbes I et II de l'annexe, ***à rendre avec la copie****.*

2.1. Identification des courbes.

2.1.1. Associer à chaque phase de fonctionnement du flash décrite page précédente, les phénomènes de charge et de décharge du condensateur.

2.1.2. Affecter à chacune des courbes (I et II) la phase correspondante.

2.2. Évolution temporelle du système lors des deux phases.

Les courbes I et II de l'annexe permettent d'évaluer graphiquement la constante de temps τ lors de chacune des phases.
Expliquer et utiliser une méthode au choix permettant de déterminer τ.
Vérifier sur l'annexe qu'on obtient : τ(courbe I) $\simeq$ 0,1 ms et τ(courbe II) $\simeq$ 3 s.
En déduire les valeurs approchées de R et de r.

2.4. Étude théorique du dispositif utilisé.

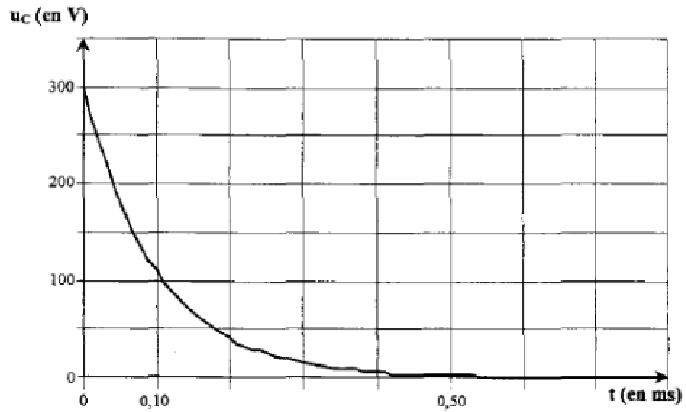
2.4.1. Préciser le signe des charges portées par chacune des armatures du condensateur lorsqu'il est chargé. Indiquer, lors de chaque phase, si le courant circule dans la branche AB dans le sens positif choisi en justifiant brièvement.

2.4.2. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C c'est-à-dire la relation entre la fonction $u_C(t)$ et sa dérivée par rapport au temps lors de chacune des phases de fonctionnement.

2.4.3 Résoudre chacune des deux équations différentielles

2.4.4 Déterminer le temps à partir duquel on peut considérer le condensateur comme chargé (resp. déchargé)

Courbe I



Courbe II