Dipôles : RC

Exercice : 1

Détermination expérimentale de la capacité d'un condensateur

Un professeur a consacré, avec ses élèves, une séance de travaux pratiques de physique pour : Déterminer expérimentalement la valeur de la capacité d'un condensateur par deux méthodes différentes.

1- En utilisant un générateur de courant

Un premier groupe d'élèves d'une classe réalise, sous les directives du professeur, le montage expérimental de la figure 1 constitué des éléments suivants:

- un générateur idéal de courant qui alimente le circuit par un courant électrique d'intensité I_0
- un conducteur ohmique de résistance R
- deux condensateurs (c_1) et (c_2) montés en parallèle, respectivement de capacités $C_1 = 7{,}5\mu F$ et C_2 inconnue
- un interrupteur K.

À l'instant $t_0 = 0$, un élève ferme le circuit. A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, le groupe d'élèves obtient la courbe des variations de la charge q du condensateur équivalent à l'association des deux condensateurs (c_1) et (c_2) en fonction de la tension u_{AB} (figure 2).

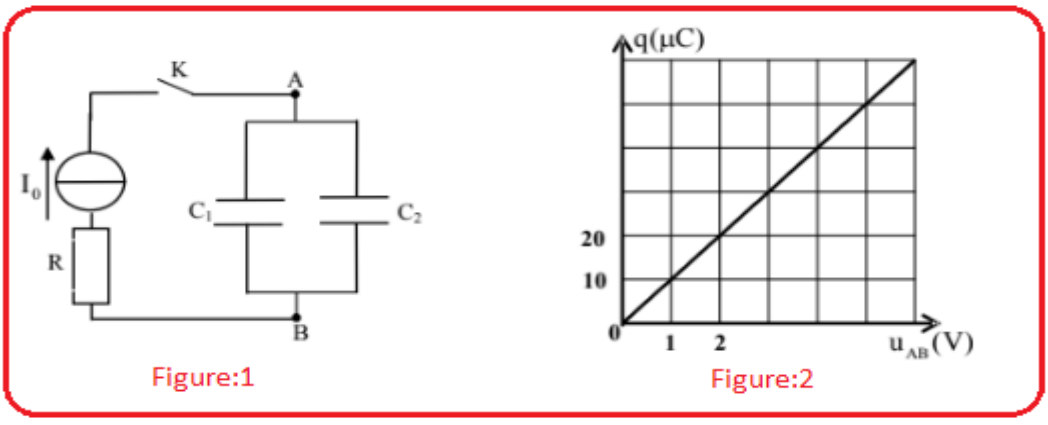


Figure:1 Figure:2

1-1- Quel est l'intérêt de monter des condensateurs en parallèle ?

1-2- En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de la capacité C_{eq} du condensateur équivalent aux deux condensateurs (c_1) et (c_2).

1-3- En déduire la valeur de la capacité C_2

2- En étudiant la réponse du dipôle RC à un échelon de tension

Un deuxième groupe d'élèves de la même classe réalise le montage représenté par la figure 3. constitué par :

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 1600\Omega$
- Le condensateur précédent de capacité C_2
- Un interrupteur K à double position.

Après avoir chargé totalement le condensateur, un élève bascule l'interrupteur K sur la position(2) à l'instant $t_0 = 0$. A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, le groupe d'élèves obtient la courbe des variations de la tension $u_{C_2}(t)$ aux bornes du condensateur (figure 4).

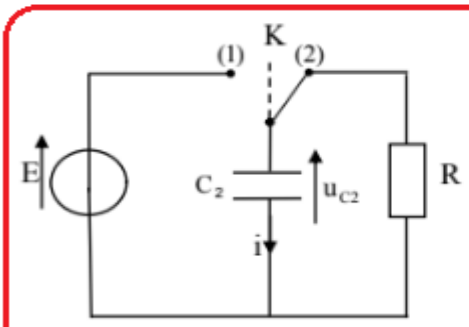


Figure:3

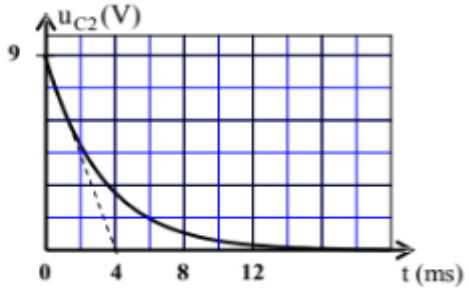


Figure:4

2-1- Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{C_2}(t)$ au cours de la décharge du condensateur.

2-2- La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_{C_2}(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

. Trouver l'expression de la constante de temps τ en fonction de R et C_2

Déterminer de nouveau la valeur de la capacité C_2

Exercice : 2

Etude du dipôle RC lors de la charge du condensateur

A un instant de date $t_0 = 0$ on ferme le circuit figure :1, qui comporte :

- un générateur de tension de f.e.m. E
- deux conducteurs ohmiques de résistance $r = 20\Omega$ et R
- un condensateur de capacité C Initialement déchargé

Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe d'évolution de la tension $u_C(t)$, La droite (T) représente la tangente à la courbe à la date $t_0 = 0$. (figure 2)

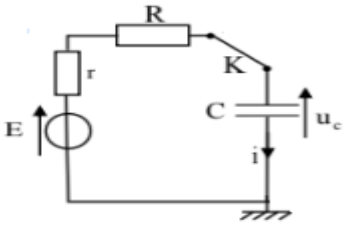


Figure:1

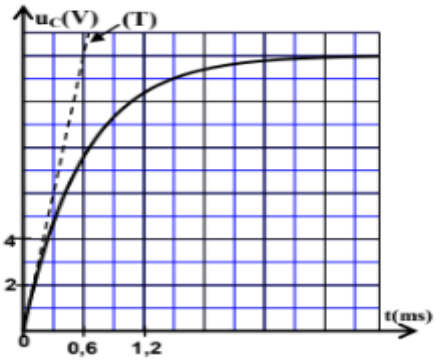


Figure:2

1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$

2- Trouver les expressions de A et de, pour que $u_C(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ soit solution de cette équation différentielle.

3- L'intensité du courant électrique s'écrit sous forme $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ .Trouver l'expression de I_0 en fonction de E , r et R .

4- En exploitant la courbe de la figure 2 :

4-1- Trouver la valeur de la résistance R sachant que $I_0 = 0{,}2A$

4-2- Déterminer la valeur de τ

4-3- Vérifier que la capacité du condensateur est $C = 10\mu F$.

Exercice : 3

Etude du dipôle RC lors de la Décharge d'un condensateur

Le montage ci-contre permet d'étudier l'évolution de la tension u_C aux bornes d'un condensateur de capacité C en série avec une résistance R . Le commutateur (interrupteur à plusieurs positions) a deux positions possibles repérées par 1 et 2. Une interface, reliée à un ordinateur, permet de saisir les valeurs instantanées de cette tension u_C . Initialement, le commutateur est depuis longtemps en position 2 et le condensateur est déchargé.

Donnée : $E = 5V$

1- Dès lors, comment faut-il manipuler le commutateur pour obtenir la courbe (figure :1) donnant l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps ?

2- En respectant les conventions d'orientations du schéma du circuit :

2-1- préciser le signe de l'intensité i du courant lors de la décharge

2-2- écrire la relation entre l'intensité i du courant et la tension u_R

2-3- écrire la relation entre la charge q de l'armature A du condensateur et la

tension u_C

2-4- écrire la relation entre l'intensité i et la charge q

2-5- écrire la relation entre les tensions u_R et u_C lors de la décharge.

2-6- En déduire que, lors de la décharge, l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C est de la forme : $\frac{1}{\alpha}.\frac{du_C}{dt}+u_C=0$

2-7- Identifier le rapport. $\frac{1}{\alpha}$

2-8- Ce rapport est appelé constante de temps du dipôle RC. En recherchant son unité, justifier cette appellation.

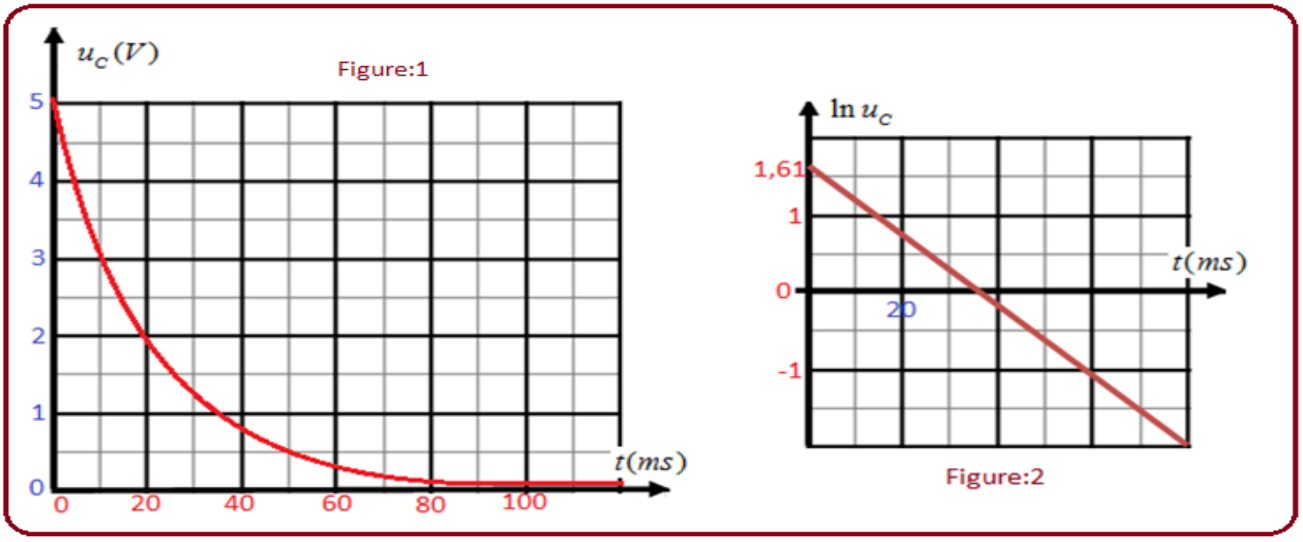
3- La solution de l'équation différentielle précédemment établie est de la forme : $u_C=Ee^{-\alpha t}$. La tension u_C est exprimée en volts. Etablir l'expression du logarithme népérien de sa valeur, notée $\ln u_C$.

3-1- On a tracé, à l'aide d'un logiciel, la courbe(figure :2) représentant $\ln u_C$ en fonction du temps

3-2- Montrer que l'allure de cette courbe est en accord avec l'expression obtenue.

3-3- Avec laquelle des trois valeurs proposées pour la constante de temps , les résultats de la modélisation vous semblent-ils en accord ?

$0,46ms * 2,2ms * 22ms$



4- Le logiciel permet de créer deux nouvelles grandeurs : $p=100.\frac{u_C}{E}$ et $n=\alpha.t$

p : représentant le pourcentage de charge restant à la date t

n : représentant la durée de la décharge en unités de constante de temps

(c'est à dire quant $t=t, n=1 * t=2t, n=2 * etc...$)

La courbe (figure :3)

représente p en fonction de n.

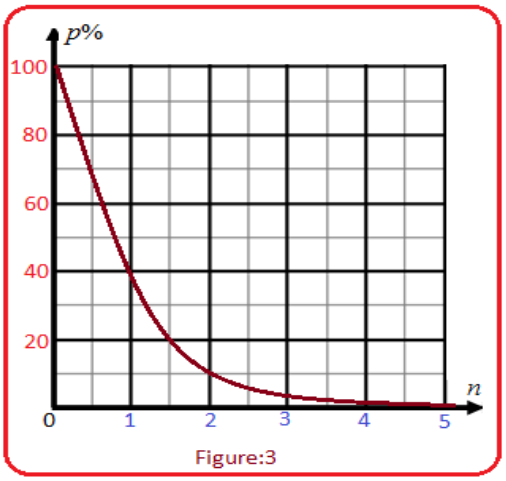


Figure:3

4-1- Pour $n=1$, déterminer graphiquement le pourcentage de charge restante.

4-2- Pour quelle valeur de n, la décharge peut-elle être considérée comme terminée

4-3- Quelle est la durée minimale pendant laquelle le commutateur doit rester dans la position convenable pour que la charge du condensateur puisse être considérée comme totale ?