**Contact prof Tél : 96770027 Email : houcine.labiadh@yahoo.fr**

*Série : Dipôle (RC)*

*Prof : LABIADH Houcine*

*Exercice I :*

Dans le but de déterminer la capacité **C** d'un condensateur utilisé dans un récepteur radio, deux élèves (**Aziz et Maram**) ont procédé différemment.

## I- Première méthode

**Aziz** a réalisé le circuit électrique schématisé par la **figure 6**, qui comporte, associés en série un générateur du courant qui débite un courant constant de valeur $\mathbf{I = 10^{-5}\ A}$, un interrupteur **K** et un condensateur de capacité **C**.

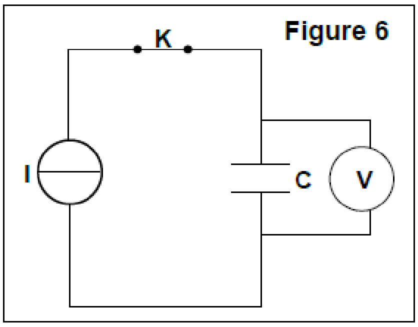


Figure 6

A l'aide d'un voltmètre, **Aziz** a mesuré les tensions $U_C$ aux bornes du condensateur pour différentes durées de charge $\Delta t$. il obtient la courbe $U_C = f(t)$ de la **figure 7**.

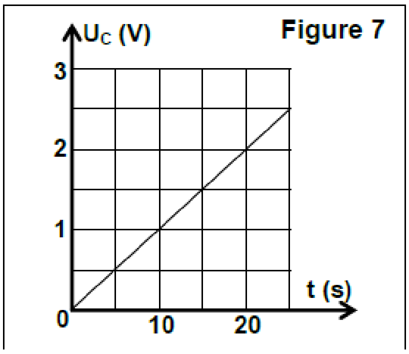


Figure 7

1- D'après la courbe de la **figure 7**, donner l'expression de la tension $U_C$ aux bornes du condensateur en fonction de la durée de charge **t**.

2- a- Etablir l'expression de la tension $U_C$ aux bornes du condensateur en fonction de sa capacité **C**, le courant **I** et de la durée de charge **t**.

b- En déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

## II- Deuxième méthode

**Maram** a réalisé le circuit électrique schématisé par la **figure 8**, qui comporte, associés en série un résistor de résistance $\mathbf{R = 200\ \Omega}$, un condensateur de capacité **C**, un interrupteur **K**. L'ensemble est alimenté par un générateur idéal, de f.é.m. **E**.

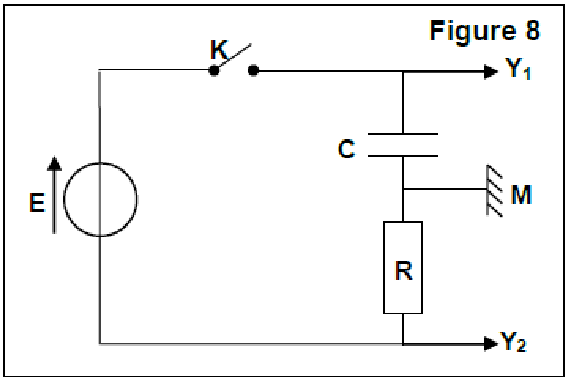


Figure 8

A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K** et un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit, a permis de visualiser simultanément $U_C$ et $U_R$ respectivement aux bornes du condensateur et du résistor.

On obtient les oscillogrammes de la **figure 9**.

**Contact prof Tél : 96770027 Email : houcine.labiadh@yahoo.fr**

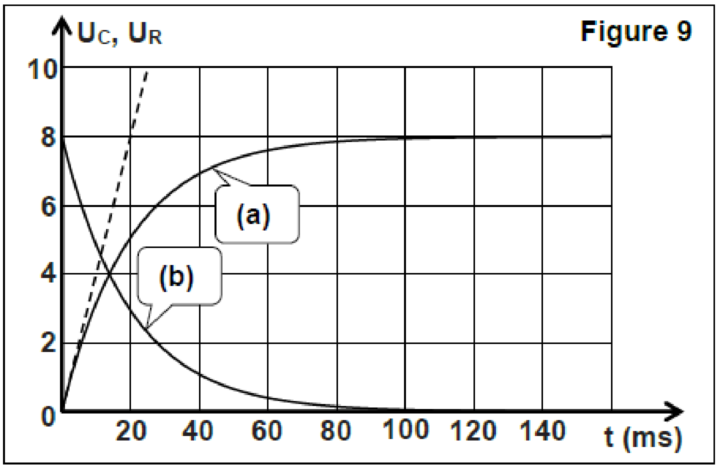


**Figure 9**

1- Justifier que la courbe **(b)** correspond à la tension **$U_R$(t)**.

2- a- Montrer qu'à **t = 0**, la tension **$U_R$ = E**.

En déduire la valeur de la force électromotrice **E** du générateur.

b- Déterminer la valeur maximale **$I_{max}$** de l'intensité du courant qui débite le générateur.

3- a- Montrer que l'équation différentielle en **$U_C$** s'écrit : $\frac{dU_C}{dt} + \frac{U_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$ ; avec **$\tau$ = RC**.

b- Nommer $\tau$.

c- Préciser, en utilisant l'équation différentielle, la dimension du $\tau$.

d- Déterminer graphiquement la valeur de $\tau$.

e- En déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

4- Comparer le résultat de **Aziz** à celui de **Maram**.

Conclure.

***Exercice II:***

Le circuit de la **figure 1** comprend :

- Un générateur de courant électrique débitant un courant d'intensité **I = 98 µ** A.
- Trois conducteurs ohmiques de résistances **$R_1$ , r et R** .
- Un condensateur de capacité **C**.
- Deux diodes électroluminescentes $D_1$ et $D_2$ supposées idéales.
- Un commutateur à double position K.

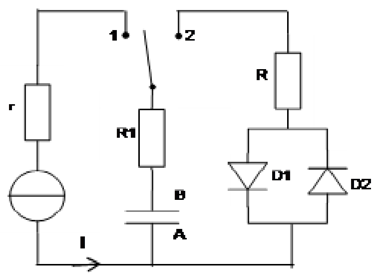


**Figure 1**

I) A un instant pris comme origine des temps **(t = 0)**, on bascule l'interrupteur K sur la position 1.

**Contact prof Tél : 96770027 Email : houcine.labiadh@yahoo.fr**

Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur permet de suivre la tension $u_C$ (t) aux bornes du condensateur au cours du temps, ce qui a permis de tracer la courbe d'évolution de l'énergie électrique $E_C$ emmagasinée dans le condensateur en fonction du carré du temps (**figure 2**).

1)
  a) Justifier théoriquement l'allure de la courbe $E_C = f(t^2)$.
  b) En exploitant le graphe, Montrer que la capacité du condensateur **C =2,4.10$^{-6}$ F**.
2) Dans le but de charger plus rapidement le condensateur faut- il augmenter ou diminuer l'intensité I.
3) Déterminer à l'instant de date $t_1 = \sqrt{6}$ **s** la valeur de la charge portée par l'armature B du condensateur.

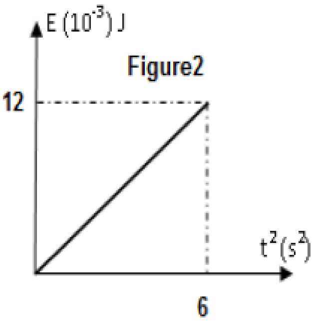


Figure2

II) A un instant choisit comme origine de temps, On bascule (K) en position ( 2 ).

a) Nommer le phénomène qui se produit.
b) Quelle diode est-elle allumée ?

### *Exercice III:*

On réalise un circuit électrique comportant en série un générateur de tension idéal de force électromotrice ( fém. ) E, un condensateur initialement déchargé de capacité C, un résistor de résistance $R_1$ = 150 Ω, un résistor de résistance $R_2$ = 100 Ω et un interrupteur K. (figure 2 à la page annexe à rendre ).

1) À l'instant t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. Quel phénomène se produit-il ?
2) Un oscilloscope permet de visualiser simultanément :
   - La tension $u_{BM} = u_{R_1}(t)$ aux bornes du résistor de résistance $R_1$ sur la voie $Y_1$.
   - La tension $u_{MA} = u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie $Y_2$.

   Représenter sur la figure 2 à la page annexe à rendre avec la copie, les branchements à l'oscilloscope permettant de visualiser $u_C(t)$ et $u_{R_1}(t)$.

3) La charge instantanée q(t) du condensateur varie en fonction du temps suivant l'allure de la courbe ci-contre.

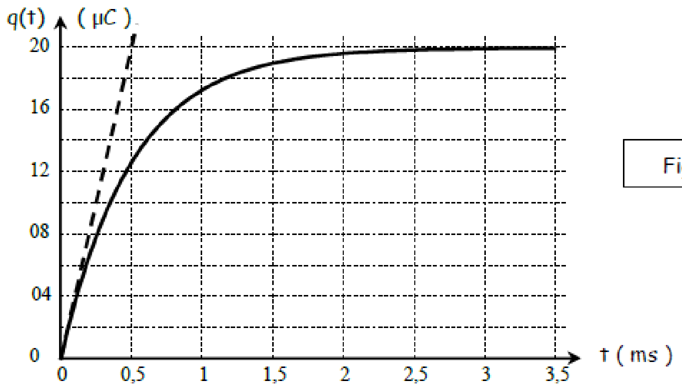



Figure 2

   a) En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle, vérifiée par q(t) est à la forme :
   $\frac{dq(t)}{dt} + a \cdot q(t) = b$. (1) avec a et b deux constantes qu'on exprimera en fonction des données de l'exercice.

   b) Déduire de l'équation ( 1 ), qu'à t = 0 s, l'intensité du courant est $I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2}$.

   c) Déterminer graphiquement la valeur de τ.

   d) Calculer la valeur de C et vérifier que E = 10 V.

4)
   a) De l'équation différentielle ( 1 ), montrer que l'intensité instantanée du courant i(t) vérifie l'équation différentielle : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot i(t) = 0$. ( 2 ).

b) Vérifier que l'expression : $i(t) = A.e^{-t/\tau}$ est une solution de l'équation différentielle ( 2 ).

c) Trouver une expression de A.

5) L'équation différentielle ( 1 ) admet une solution à la forme : $q(t) = CE(1 - e^{-t/\tau})$.

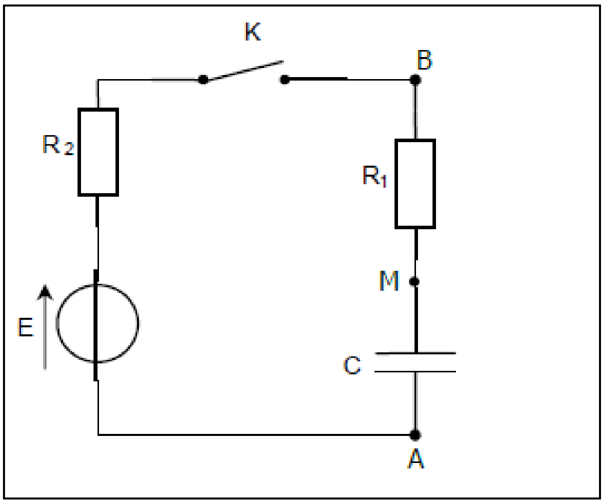
a) Établir les expressions en fonction du temps :

   $a_1$ ) De la tension $u_C(t)$ entre les bornes du condensateur.

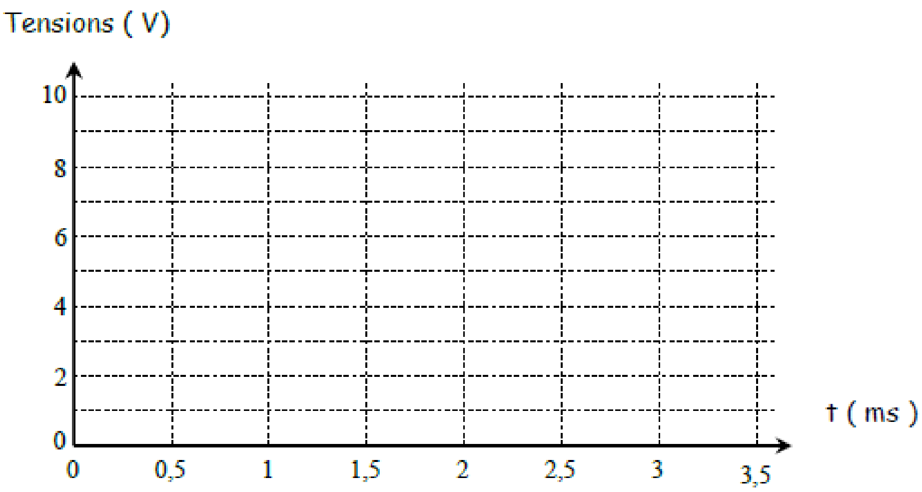
   $a_2$) De la tension $u_{R_1}(t)$ entre les bornes du résistor de résistance $R_1$.

b) Compléter le tableau n°2 de la page annexe à ren dre avec la copie.

c) Tracer l'allure des courbes $u_C(t)$ et $u_{R_1}(t)$ observées sur l'écran de l'oscilloscope pour l'intervalle de temps : $0 \le t \le 3{,}5$ ms. Utiliser le système d'axes de la figure 3 à la page annexe.




| t( ms ) | t = 0 s | t = τ | t ≥ 5τ |
|---|---|---|---|
| $u_C(t)$ ( V ) | | | |
| $u_{R_1}(t)$ ( V ) | | | |



***Exercice IV:***

Pour étudier expérimentalement la réponse d'un **dipôle RC** soumis à un échelon de tension, on réalise le circuit électrique de la **figure 4** qui comporte :

-un générateur de tension idéal de force électromotrice **E.**
- un condensateur de capacité **C =1µF** initialement déchargé.
-Deux résistors $\mathbf{R_1}$ et $\mathbf{R_2}$.
-Un commutateur **K**.
A un instant t=0, pris comme origine des temps, on ferme le commutateur K en position 1.

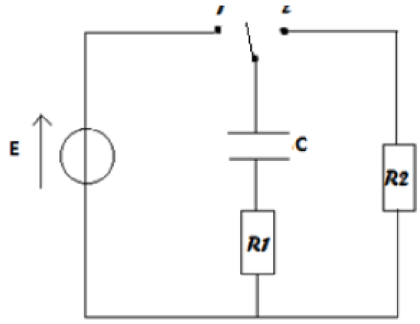
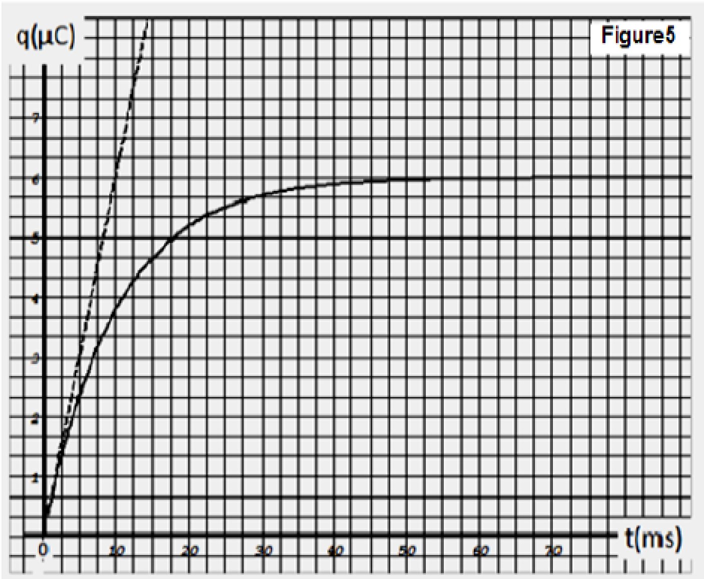


**Figure4**

Un système d'acquisition approprié permet de suivre l'évolution temporelle de la charge **q** du condensateur. **(figure5)**




1) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la **charge q** du condensateur au cours du temps s'écrit : $A\dfrac{dq}{dt}+q=B$ où A et B sont des constantes positives que l'on déterminera leurs expressions.

2) a-En admettant que la solution de l'équation différentielle est de la forme :
$q(t)=Q_0\,(1-e^{-\frac{t}{\tau_1}})$ Etablir en fonction des caractéristiques du circuit, les expressions des constantes $\mathbf{Q_0}$ et $\boldsymbol{\tau_1}$

b-Déterminer graphiquement la constante de temps $\boldsymbol{\tau_1}$.

c-En déduire la valeur de **E** et celle de $\mathbf{R_1}$**.**

3) A une date pris comme une nouvelle origine des temps, on bascule le commutateur en position 2. Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la tension $\mathbf{u_{R1}}$ aux bornes du résistor $\mathbf{R_1}$ au cours du temps a pour expression :

$$\frac{du_{R1}}{dt}+\frac{u_{R1}}{\tau_2}=0 \quad avec\ \tau_2=(1+\mu)\tau_1$$ où µ est une constante positive que l'on exprimera en fonction de $R_1$ et $R_2$.

4) Montrer qu'a la date t=0, que $u_{R1} = -\frac{\tau_1}{\tau_2}E$.

5) Sachant que $\mathbf{u_{R1}}$ **(0)= -3V.** En déduire la valeur de $\tau_2$ et celle de $\mathbf{R_2}$.

### *Exercice V:*

On se propose de déterminer à partir de deux expériences différentes, la capacité C d'un condensateur initialement déchargé.

- **<u>Première expérience</u>** : on charge le condensateur à travers un résistor de résistance **R = 425Ω** à l'aide d'un générateur de courant continu débitant un courant d'intensité $\mathbf{I_0 = 235.10^{-5}A}$.
- **<u>Deuxième expérience :</u>** on relie les deux armatures du condensateur par un fil de connexion pendant quelques secondes, puis, on le charge à l'aide d'un générateur de tension continue constante égale à $\mathbf{U_0 = 10V}$.

On relève pour chaque expérience et à différents instants, la valeur de la tension $\mathbf{u_c}$ aux bornes du condensateur et on trace les courbes ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$) de **figure3 de l'annexe (à remettre avec la copie)**

1) a-Associer à la courbe ($\mathcal{C}_1$) , le générateur correspondant. Justifier la réponse
   b-Etablir l'équation mathématique vérifiant la courbe ($\mathcal{C}_1$).
   c-Déterminer la capacité C du condensateur.

2) a-Représenter le schéma du circuit électrique permettant de tracer la courbe ($\mathcal{C}_2$) .
   b- Etablir une relation de proportionnalité permettant de déduire que l'intensité du courant s'annule en régime permanent.
   c- Etablir l'équation différentielle traduisant l'évolution temporelle $u_c(t)$.
   d-Déterminer la constante de temps τ (expliciter la méthode utilisée sur le graphe de la figure3) et retrouver la valeur de la capacité C.

3) a-Etablir en fonction de τ, l'expression littérale de la date $t_0$ à la quelle le condensateur est totalement chargé à 1% prés.
   b-Calculer $t_0$ et vérifier la validité du résultat à l'aide du graphe.

4) a-Calculer l'énergie électrostatique emmagasinée par le condensateur lorsque la tension entre ces bornes est égale au double à celle aux bornes du résistor.
   b- Le condensateur emmagasine son énergie indéfiniment, cela n'arrive jamais. Expliquer pourquoi ?

**Contact prof Tél : 96770027 Email : houcine.labiadh@yahoo.fr**

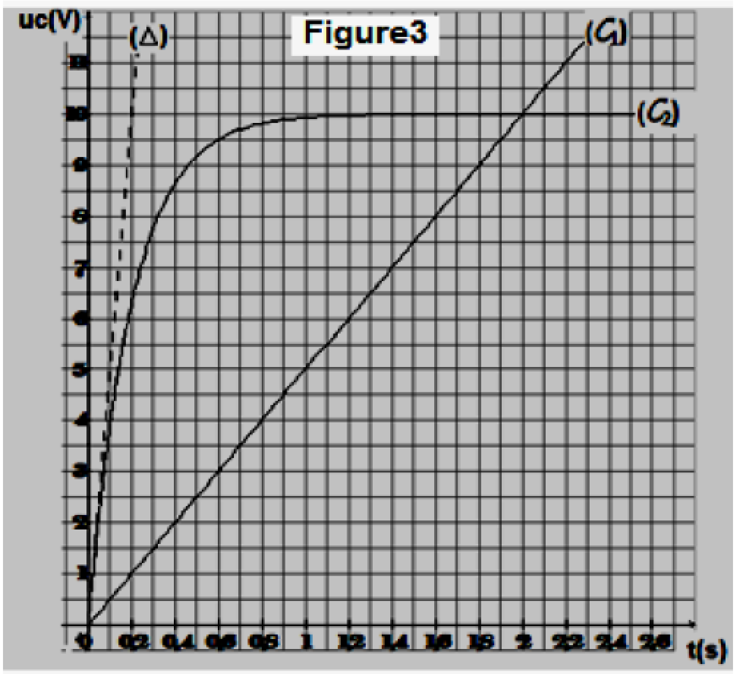


Figure3

*Exercice VI:*

Pour étudier la charge d'un condensateur initialement déchargé, on réalise le circuit de la figure -3- comportant :

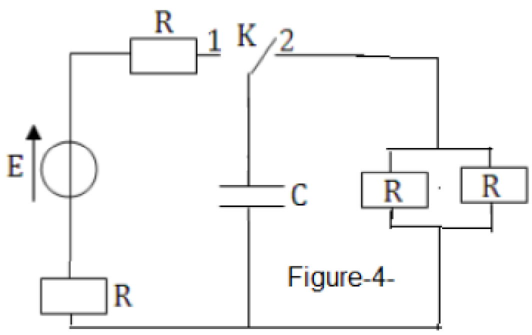


Figure-4-

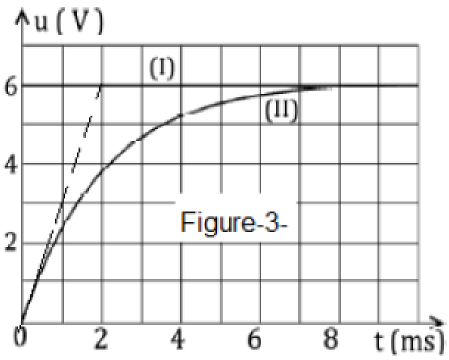


Figure-3-

- le condensateur de capacité $C= 2.10^{-6}F$
- un échelon de tension E=6V produit par un générateur de tension idéal
- quatre conducteurs ohmiques identiques de résistance commune R.

On place le commutateur(K) dans la position (1) et on visualise les chronogrammes de la figure -4-.

1) Justifier que la courbe II représente le chronogramme de la tension $u_C$ aux bornes du condensateur.

2-a) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_C(t)$.

b) La solution de l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme :
$U_C(t) = A_1 [1\text{-exp} (-t/B_1)]$ ou $A_1$ et $B_1$ sont des constantes à déterminer leurs expressions
Déterminer graphiquement les valeurs de $A_1$ et $B_1$.

c) Déterminer la valeur de la résistance R du circuit.

4) Montrer que $\left(\frac{du_C}{dt}\right)_{t=0} = \frac{A1}{B1}$ . En déduire qu'à cet instant origine, l'intensité de courant prend une valeur maximale $I_0$ que l'on calculera.

5) Le condensateur étant chargé, on bascule le commutateur (K) sur la position (2).

Sachant qu'en phase de décharge, la tension aux bornes du condensateur obéit à la loi horaire suivante $U_C(t) = A_1 \exp(-t/\tau_2)$

a) Déterminer de la courbe ci-contre $\ln(u_C) = f(t)$, la constante de temps $\tau_2$ du circuit

b) Déduire la résistance équivalente à l'association des résistors

c) Montrer que la durée de décharge du condensateur est 4 fois plus petite que sa durée de charge