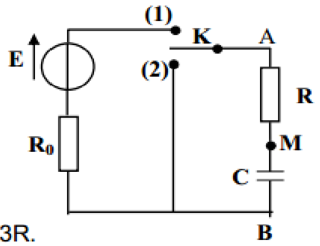
Prof : CHEKIR Mahmoud Tel : 23746061

Série d'exercices № 1

" Dipôle RC "

• Exercice 1 :



On dispose au laboratoire d'un dipôle RC .Pour déterminer expérimentalement la valeur de C et de R on réalise le circuit électrique ci contre comportant :

- Le dipôle RC ; un interrupteurs K.
- Un générateur de tension de f.é.m E et un résistor de résistance R_0=3R.

I/ <u>La charge du condensateur par le générateur de tension</u> :

Le condensateur étant initialement déchargé. A t=0s, on bascule l'interrupteur K en position 1. Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur donne le document-3- de la feuille annexe qui représente la variation de la tension aux bornes du condensateur au cours des temps.

1°) Établir l'équation différentielle $\mathbf{E = \tau_0 \frac{du_c}{dt} + u_c}$ vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur pendant la phase de charge. Avec $\mathbf{\tau_0 = (R+R_0)C}$.

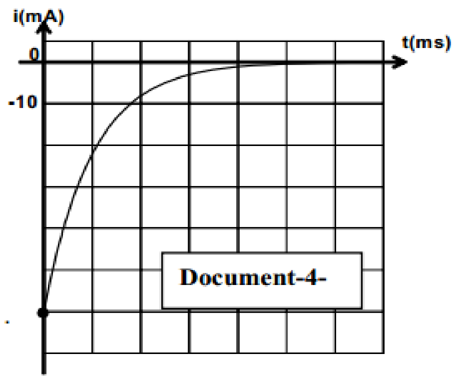
2°) Une solution de cette équation est de la forme : $\mathbf{u_C(t) = A(1 - e^{-\alpha t})}$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur.
En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E, R, R_0 et C.

3°) En justifiant la réponse par les constructions nécessaires sur le document- 3- de la feuille annexe, déterminer :

a- La valeur de la f.é.m E du générateur.

b- La valeur de la **constante de temps** τ_0

c- Déterminer le temps de charge t_c , si on admet que le condensateur est complètement chargé lorsqu'il a acquis 99 % de sa charge maximale .



II/ **<u>Décharge du condensateur</u>**

Le condensateur précèdent est complètement chargé.
A une nouvelle origine des temps t= 0s on bascule l'interrupteur K en position 2.
Le dispositif d'acquisition donne le document-4 – qui représente l'évolution du courant circulant dans le circuit .

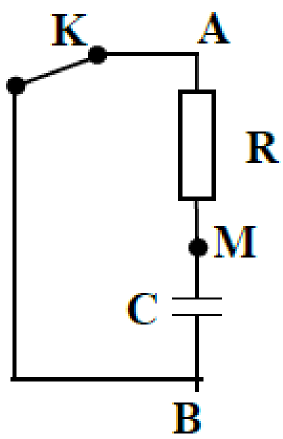
1°) Compléter sur le document-4- de la feuille annexe le sens du courant électrique, ainsi que le sens de circulation des électrons dans le circuit.

2°) L'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur pendant cette phase devient $\mathbf{RC\frac{du_c}{dt} + u_c = 0}$. La solution de cette équation différentielle est $u_c(t)=E\,e^{-\frac{t}{\tau}}$

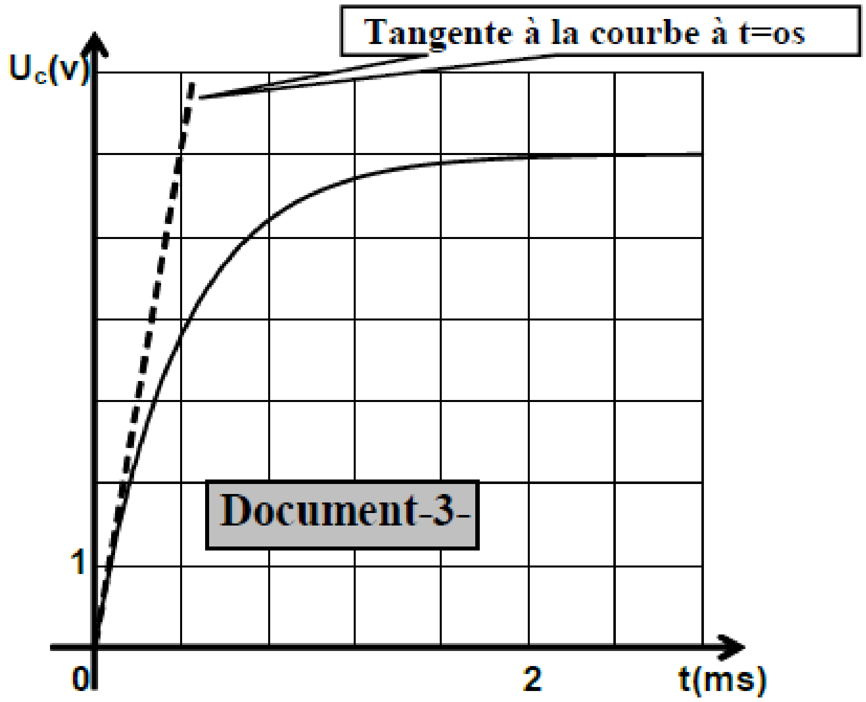
avec τ =RC constante du temps du dipôle RC.

a-.montrer que $i(t) = -\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$.

b- Déterminer à partir du document-4 -l'intensité du courant I_0 à l'origine des temps. En déduire R ,R_0 et C.



Document-4-



Document-3-

• Exercice 2 :

Avec un générateur délivrant à ses bornes une tension constante E = 10V, deux résistors de résistances respectives R_1 et R_2, un condensateur de capacité C, initialement déchargé et un commutateur K, on réalise le montage schématisé sur la figure 1.

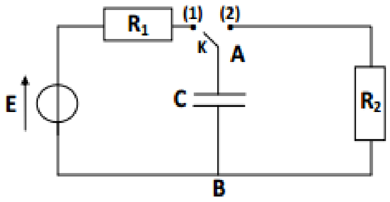


Figure 1

Un oscilloscope à mémoire permet l'étude de l'évolution de la tension u_C aux bornes A et B du condensateur au cours du temps.

I- 1- Compléter, sur la figure 1 reproduite à la page 4/4 (à remettre avec la copie) les branchements avec l'oscilloscope qui permettent de visualiser $u_C(t)$ sur la voie Y_1.

2- A t = 0s, on place le commutateur K en position (1). La visualisation de $u_C(t)$ sur l'écran de l'oscilloscope a permis d'obtenir le chronogramme © de la figure 2.

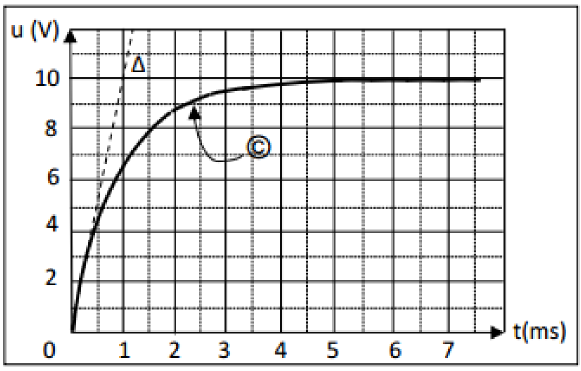


Figure 2

a- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$.
On indiquera sur un schéma clair, les différentes tensions ainsi que le sens positif choisi pour le courant.

b- Montrer que $u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle si τ correspond à une expression à déterminer que l'on déterminera.

c- Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle R_1C. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur. On donne $R_1 = 500\Omega$.

d- A quel instant t la tension aux bornes du condensateur est égale à 0,99E.

e- Si l'on veut charger plus rapidement le condensateur, doit-on augmenter ou bien diminuer la valeur de la résistance R_1 ? Représenter sur la figure 2 à la page 4/4 (à remettre avec la copie) l'allure du graphe obtenu.

II- Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K en position 2.

1- Quel est le phénomène réaliser ?

2- Etablir la nouvelle équation différentielle relative à u_C.

3- Vérifier que $u_C(t) = \mathbf{E.e^{-t/R_2C}}$ est une solution de l'équation différentielle établit précédemment.

4- Sur le graphe de la figure 3 de la page 4/4, tracer l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de u_C pendant la décharge.

Prof : CHEKIR Mahmoud Tel : 23746061

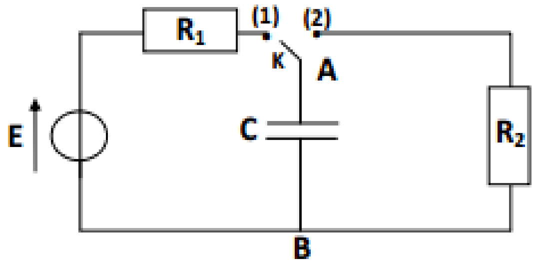


Figure 1

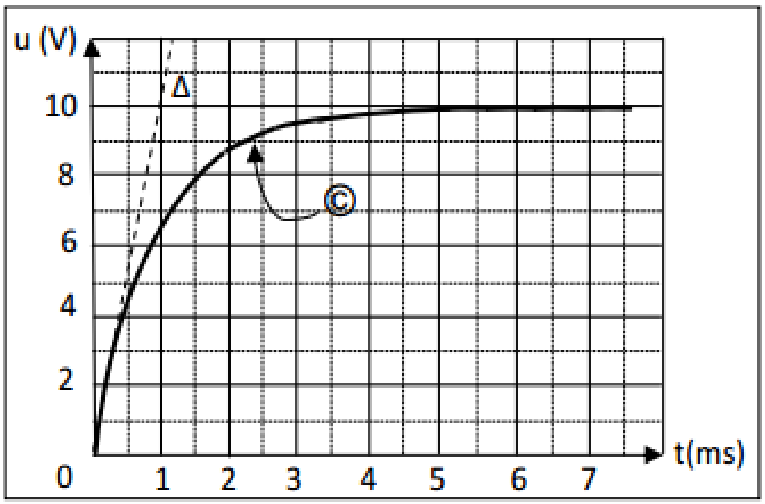


Figure 2

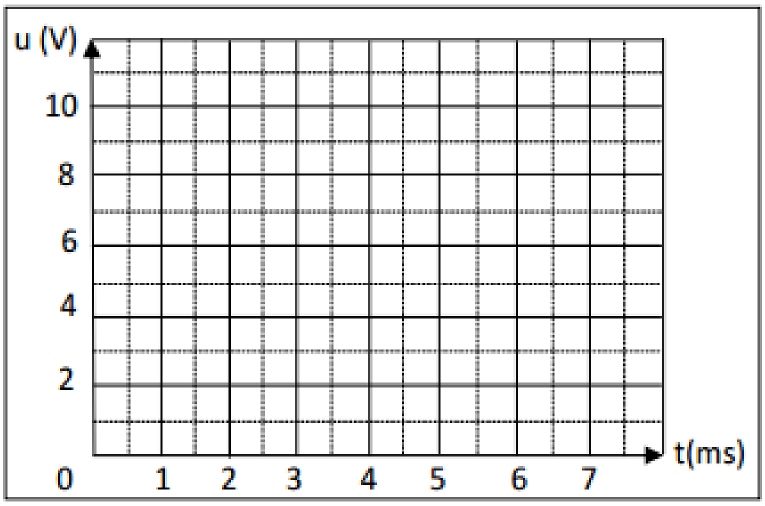
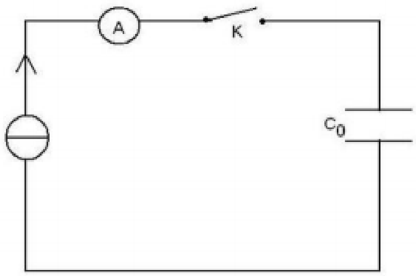


Figure 3

• Exercice 3 :

I/On veut déterminer la capacité C_0 d'un condensateur, pour cela on réalise sa charge avec un générateur de courant. Ce générateur débite un courant d'intensité I = 0,5 mA. On réalise la saisie automatique de la tension U_C aux bornes du condensateur en fonction du temps. Le montage utilisé est schématisé ci-dessous :



1- À l'instant t = 0 on ferme l'interrupteur K, on obtient la courbeU_{C0} (t): (***voir courbe -1-).*** Donner la relation entre I, C_0, U_{C0} et t.

2- À l'aide de la courbe, déterminer la valeur de la capacité C_0 du condensateur.

II/ Etude de la charge d'un condensateur au travers d'une résistance. On étudie la charge d'un condensateur au travers d'une résistance. On utilise alors un générateur de tension idéal de force électromotrice E. On effectue une saisie automatique de la tension uc(t). Le montage est schématisé sur la figure -1- de la page -4 – à rendre avec la copie.

A l'instant initial, le condensateur est déchargé, on bascule alors l'interrupteur en position K_2.

1- Sur le schéma du montage représenter les tensions uc et u_R ainsi que les connexions possibles pour visualiser les tensions E et uc.

2-Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait uc.

3-Montrer que le produit R.C est homogène à un temps.

4-Déduire, de la courbe -2- de la page -4- :

a- La constante de temps ζ du dipôle. Calculer la résistance R sachant que C = 1 µF.

b-La valeur de la force électromotrice E du générateur.

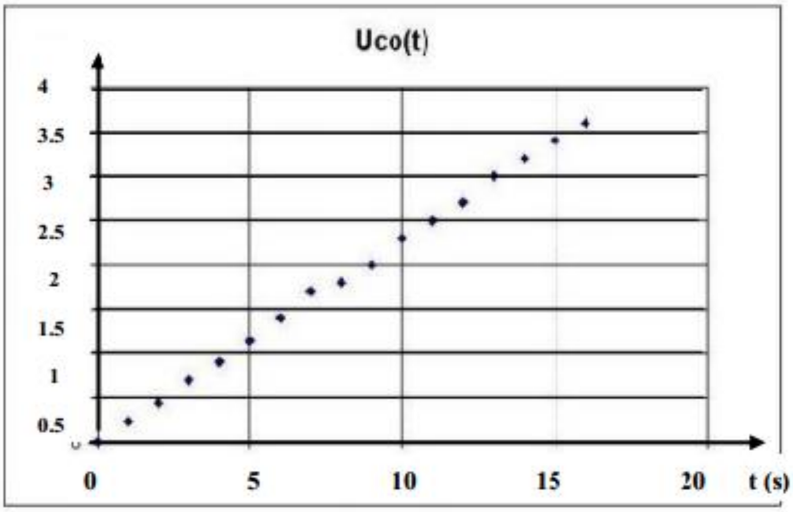
5- Calculer la résistance R sachant que C = 1 µF.

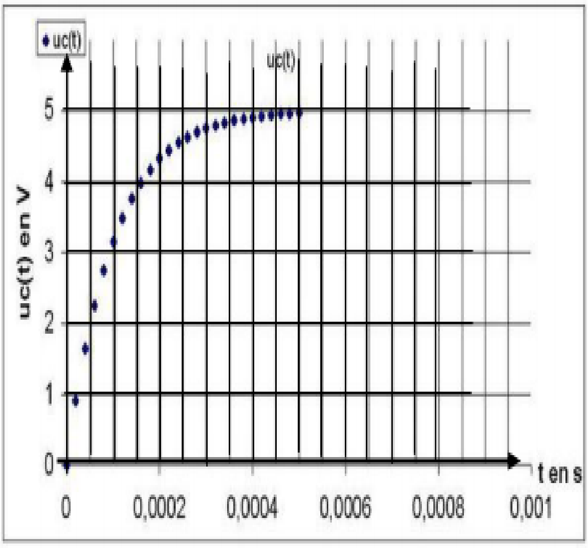
6- Etablir l'expression de i(t). Sachant que $u_c(t)=E(1-e^{-t/ζ})$

7-Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t = 0.

8-Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t > 5 ζ.

9-Montrer que $du_C/dt = 10^4 (5-u_C)$.




uc(t)
uc(t) en V
t en s
0
1
2
3
4
5
0,0002
0,0004
0,0006
0,0008
0,001

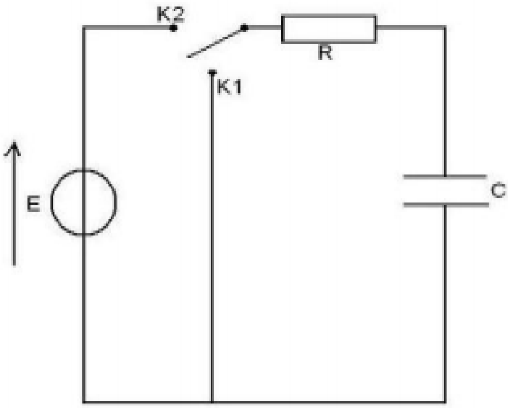

K2
R
K1
E
C

Figure-1-

• Exercice 4 :

Un condensateur de capacité **$C=6{,}25.10^{-5}$ F**, initialement déchargé est inséré dans le montage électrique de la figure ci-contre :

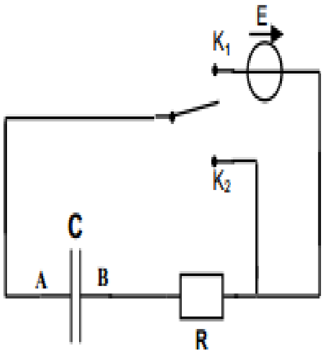


Figure-2-

On désigne respectivement par $u_C(t)$ et $u_R(t)$, la tension aux bornes du condensateur et la tension aux bornes du résistor de résistance R.
Le générateur de tension étant idéal, sa fem est **E= 8 V**.

1- a- Quelle tension doit-on visualiser à l'aide d'un oscilloscope à mémoire pour étudier les variations de la charge du condensateur aux cours du temps. Justifier.

b- Sur la page 3 à rendre, effectuer les connexions avec l'oscilloscope afin de visualiser simultanément les deux tensions $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et u(t) aux bornes du générateur.

2- Le commutateur est basculé en position (K_1) à l'instant t=0. L'enregistrement de la charge **q(t)** prise par l'armature A a permis de constater qu'à partir d'un instant $t=t_1$, elle prend une valeur pratiquement constante **Q_0**.
Déterminer la valeur de:

a. La charge **Q_0**.

b. La tension **$u_C(t_1)$** aux bornes du condensateur à l'instant t_1 .

c. L'intensité du courant électrique **$i(t_1)$**. Justifier.

3- Etablir l'équation différentielle vérifiée par **q(t)** au cours de la charge du condensateur.

4- La solution de l'équation différentielle est :

$$q(t)= Q_0.(1- e^{-0,2.t})$$

a. Rappeler l'expression de la constante de temps τ, ainsi que son unité.

b. Déterminer la valeur de **R**.

c. Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à l'instant **$t=\tau$**.

<u>On donne</u> : **$(1-e^{-1})=0{,}63$**

5- En justifiant, représenter dans le repère de la figure-3- en annexe l'allure de la courbe q=f(t), si on double la valeur de la résistance R du résistor.

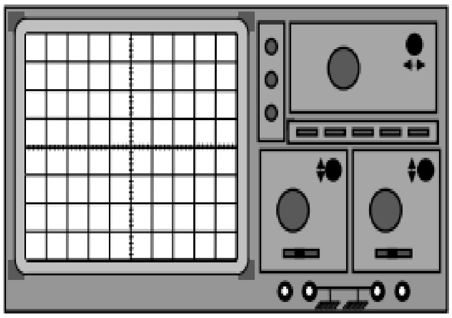
6- Le commutateur est maintenant basculé en position (K_2).

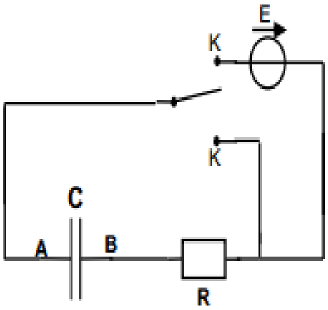
a- Qu'appelle-t-on le phénomène mis en évidence ?

b- Au cours de cette phase, la charge q(t) est donnée par : **$q(t)= Q_0.\,e^{-t/\tau}$**

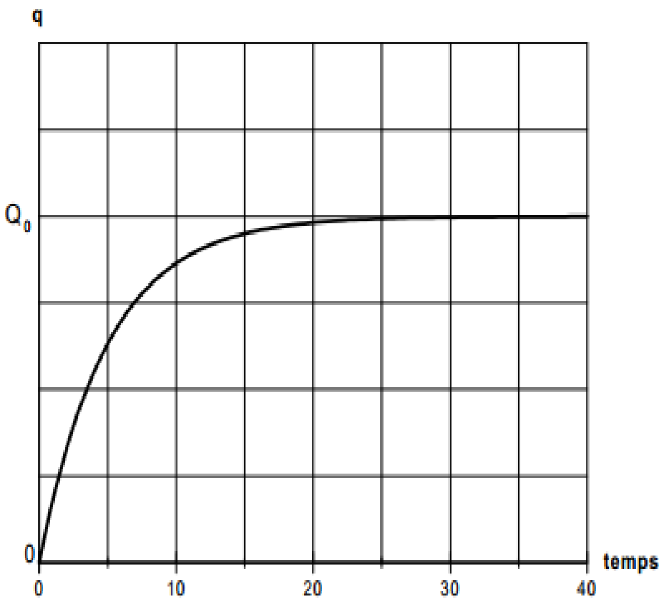
On admet que le condensateur est <u>supposé vide</u> lorsque sa charge atteint **1%** de sa valeur maximale.
Exprimer en fonction de **τ** la durée de temps **t** pour vider ce condensateur.

Question : 1-b)-

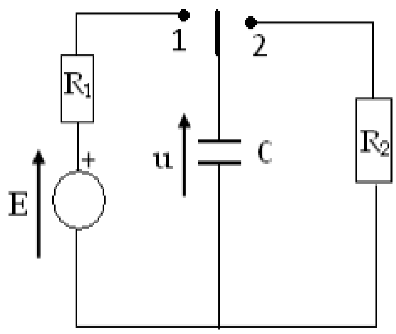




Question : 5- (figure-3-)



• Exercice 5 :



On réalise le circuit électrique de la figure ci-contre :
A l'aide d'une carte d'acquisition d'un ordinateur, on obtient la tension **u** aux bornes du condensateur en fonction du temps. Au cours de sa charge puis au cours de sa décharge, on aura les graphes -1- et -2-.

1) Quelle est le graphe qui correspond à la charge du condensateur et celle qui correspond à sa décharge? Quelle est dans chaque cas la position de l'interrupteur ?

2) On charge le condensateur à l'aide du générateur de f.e.m **E = 6V**. A l'instant **t = 0 s**, on ferme **le circuit de charge**. Montrer que l'équation différentielle qui régit les variations de la tension **u** est donnée par

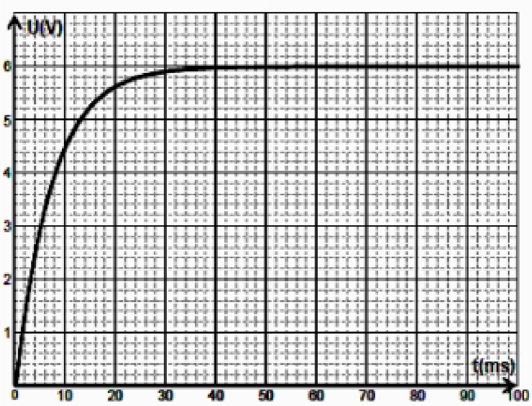
$$R_1C\frac{du}{dt} + u = E \qquad (1)$$

3) Montrer que $u(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$ est une solution de l'équation **(1)**, avec **A** et **τ** deux constantes qu'on déterminera.

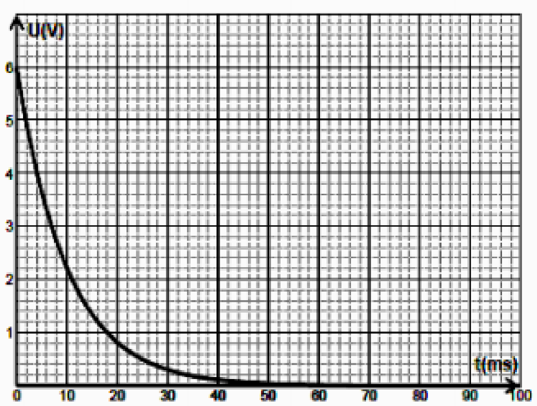
4) **a)** Etablir l'expression de l'intensité **i(t)** du courant de charge.
b) Tracer l'allure de la courbe traduisant les variations de **i(t)** en précisant les limites.

5) **a)** Qu'appelle-t-on le produit $\tau_1 = R_1C$. Donner son unité.
b) Déterminer sa valeur en indiquant la courbe choisi (expliquer la méthode), déduire la valeur de **C** sachant que $R_1 = 80\ \Omega$.
c) Déterminer alors la valeur de R_2 (celle du circuit de décharge).
d) Comparer R_1 et R_2. Conclure.

6) Déterminer la valeur de l'énergie dissipée par effet joule dans le résistor R_2 lorsque le condensateur est complètement déchargé.



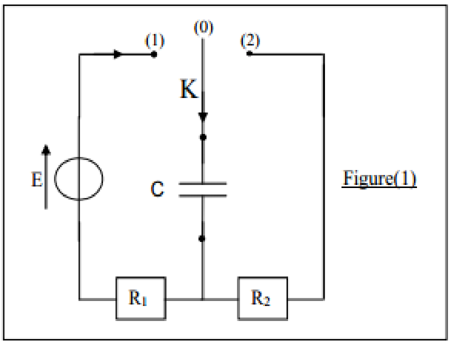
Graphe-1-



Graphe-2-

• Exercice 6 :

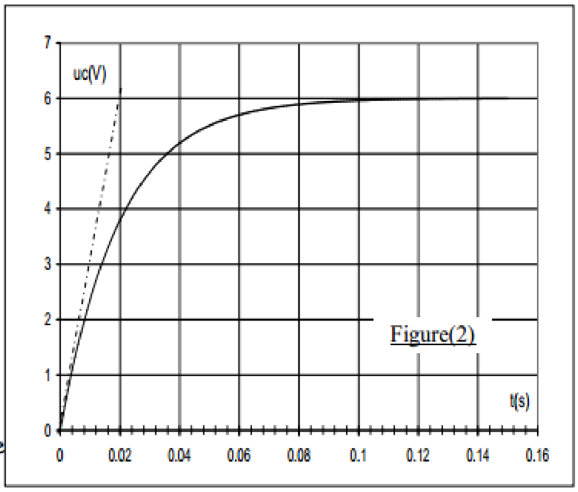
On réalise le circuit représenté par la figure (1) suivante :



Figure(1)

A) *Expérience 1 :*

Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur, permet de suivre l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps. A la date $t_0 = 0$, on ferme l'interrupteur **(K)** à la position **(1)** et l'ordinateur enregistre la courbe $u_c = f(t)$ donnée par la **figure (2)**.



Figure(2)

1°) Préciser le phénomène physique qui se produit au cours de cette expérience.

2°) Déterminer graphiquement :

a- La valeur de la f.e.m **E** du générateur. Justifier.

b- La valeur de la constante de temps τ du dipôle R_1C en précisant la méthode utilisée.

3°) En déduire une valeur approximative de la capacité ***C*** du condensateur sachant que $R_1 = 2\ k\Omega$.

4°)

a- Evaluer, à partir de la figure **(2)**, la durée Δt nécessaire pour charger complètement le condensateur. Justifier.

b- Comparer Δt à τ.

c- Faut-il augmenter ou diminuer la valeur de R_1 pour charge plus rapidement le condensateur ? Justifier la réponse.

5°)

a- Etablir l'équation différentielle du circuit faisant intervenir la tension u_C.

b- La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_c(t) = A.e^{-\alpha t} + B$ où **A**, **B** et α sont des constantes. Déterminer ces constantes.

c- Calculer la valeur de u_C à la date $t = 5\ \tau$. La comparer à la valeur de **E**.

B) Expérience 2 :

Le condensateur étant complètement chargé, on bascule l'interrupteur **(K)** à la position **(2)** à une date $t'_0 = 0$ choisie comme origine.

1°) La durée de la décharge du condensateur sera-t-elle égale, supérieure ou inférieure à celle de la charge dans l'expérience **(1)**. Justifier la réponse.

On donne : $R_2 = 4k\Omega$.

2°) L'expression de la tension u_c aux bornes du condensateur dans ce cas est : $u_c(t) = E.e^{-t/R_2C}$

En déduire l'expression de l'intensité du courant **i(t)**.

- Calculer sa valeur **i(0)** à la date **t'0 = 0**.
- Tracer l'allure de la courbe **i = f(t)**.

3°) Exprimer l'énergie électrostatique E_c du condensateur en fonction de C, R_2 et i(t)