Lycée Maknassy

2011-2012

SERIE N°1: dipole RC

- $4^{éme}$ TEC et SC -

ALIBI .A.

Sc.physiques

Exercice N° 1

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un **flash** d'appareil photographique jetable. Pour obtenir un éclair de puissance lumineuse suffisante, on utilise un tube flash qui nécessite pour son amorçage, une forte tension (au moins 250 V) pour émettre un éclair très bref. Pour stocker l'énergie nécessaire au fonctionnement du tube flash, on utilise un condensateur de capacité **C**. Ce condensateur est chargé à l'aide d'un circuit électronique alimenté par une pile.

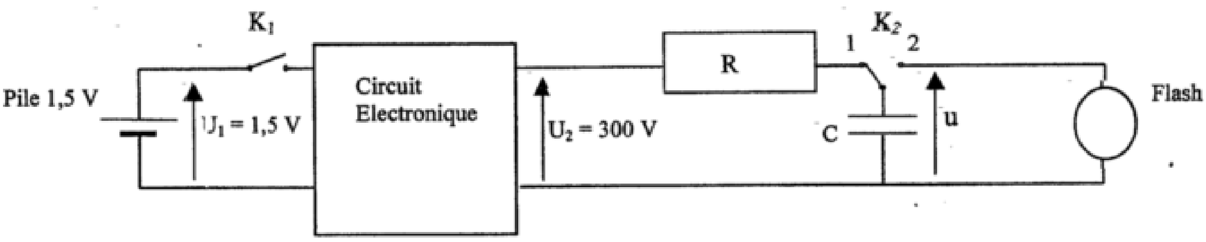
On schématise le fonctionnement de ce dispositif sur le schéma ci-dessous :

l'alimentation est assurée par une pile de tension continue $\mathbf{U_1 = 1,50\ V}$;

un circuit électronique permettant d'élever la tension U_1 à une tension continue $\mathbf{U_2 = 300\ V}$.

un conducteur ohmique de résistance **R** permettant la charge du condensateur de capacité **C** en **plaçant** l'interrupteur $\mathbf{K_2}$ en position **1** et en **fermant** l'interrupteur K_1.

le tube flash qui est déclenché (une fois le condensateur chargé) en basculant l'interrupteur K_2 en position 2.



1/ On charge le condensateur en fermant l'interrupteur K_1, K_2 en position (1)

a. Montrer que l'équation différentielle vérifié par u_c s'écrit : $u_c + \beta \dfrac{du_c}{dt} = U_2$. En déduire l'expression de β .

Quel renseignement vous apporte la connaissance de β.

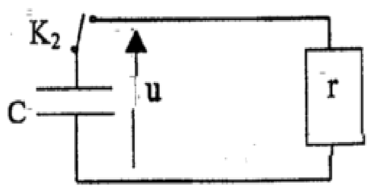
b. La solution de l'équation différentielle précédente est : $u_c(t) = A.(1 - e^{-t/\zeta})$. Identifier A et calculer sa valeur.

c. En déduire l'expression de i(t).

d. Montrer que la durée nécessaire pour que u_c soit égale à $0,99.U_2$ est $\boldsymbol{\theta} \simeq 5.\ \beta$

2/ En plaçant l'interrupteur **inverseur $\mathbf{K_2}$** sur **la position 2** on provoque le flash grâce à l'énergie **E** stockée dans le condensateur. On enregistre la tension **u** aux bornes du condensateur **C** (**voir graphique 1**). On assimilera, après son amorçage, le tube flash à un conducteur ohmique de résistance **r**

À partir du schéma électrique ci-contre montrer que l'équation différentielle de
la décharge du condensateur à travers un conducteur ohmique de résistance r
est de la forme : $\dfrac{du}{dt} + \dfrac{1}{r.C}.u = 0$



b. Déterminer graphiquement et par deux méthodes, la constante de temps

τ' correspondant à la décharge.

c. Sachant que **r = 1 KΩ** , calculer C.

d. Vérifier que la solution de l'équation différentielle est de la forme $\mathbf{u = U_0\, e^{-t/\tau'}}$

e. Déterminer $\mathbf{U_0}$. En déduire la valeur de l'énergie E emmagasinée par le condensateur au cours de sa charge.

f. Sachant que la durée de charge est $\boldsymbol{\theta} = 37{,}5\ 10^{-3}$ s , calculer la valeur de la résistance **R**.

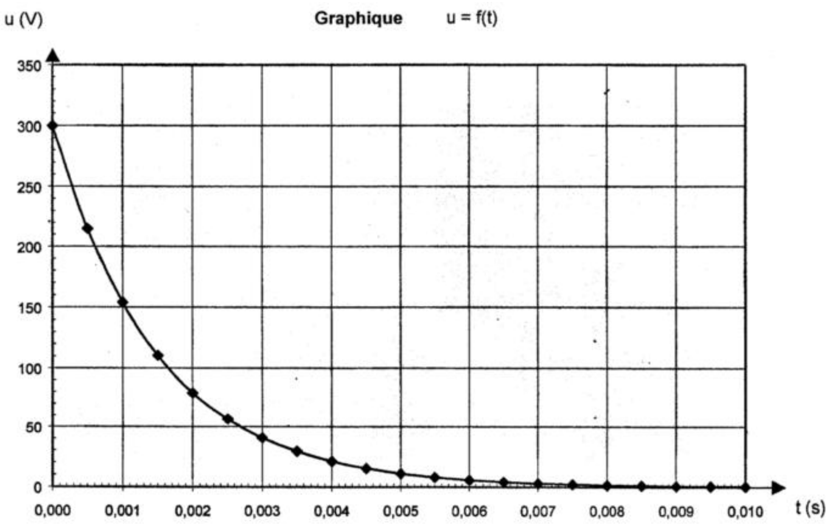


Figure 1

Exercice N° 2 :

Au cours d'une séance de TP, on dispose du matériel suivant :

- Un condensateur de capacité C
- Une boite de résistance variable de 10 Ω à 10000 Ω.
- Un oscilloscope bicourbe
- Un GBF délivrant une tension rectangulaire (0, E) de fréquence réglable
- Un interrupteur et des fils de connexions.

A fin d'étudier la charge et la décharge du condensateur, on réalise un circuit RC. Grâce à l'oscilloscope on observe simultanément la tension aux bornes de la résistance ajustée à la valeur R=200 Ω et la tension aux bornes du condensateur.

1°) Schématiser le montage et préciser les connexions à l'oscilloscope à fin d'observer U_R et Uc.

2°) On a obtenu l'oscillogramme de la figure 2 (feuille annexe). Les réglages de l'oscilloscope sont :

Base de temps : 0,5 ms.div^{-1} ; Sensibilité verticale des voies A et B : 2V.div^{-1}.

a- Identifier les deux courbes.

b- A quoi correspond les deux parties de chaque courbe.

3°) Déterminer à l'aide de l'oscillogramme :

a- La fréquence du GBF.

b- La tension E entre ses bornes pendant la demi-période ou elle n'est pas nulle.

c- la valeur maximale I_{max} de l'intensité de courant qu'il débite.

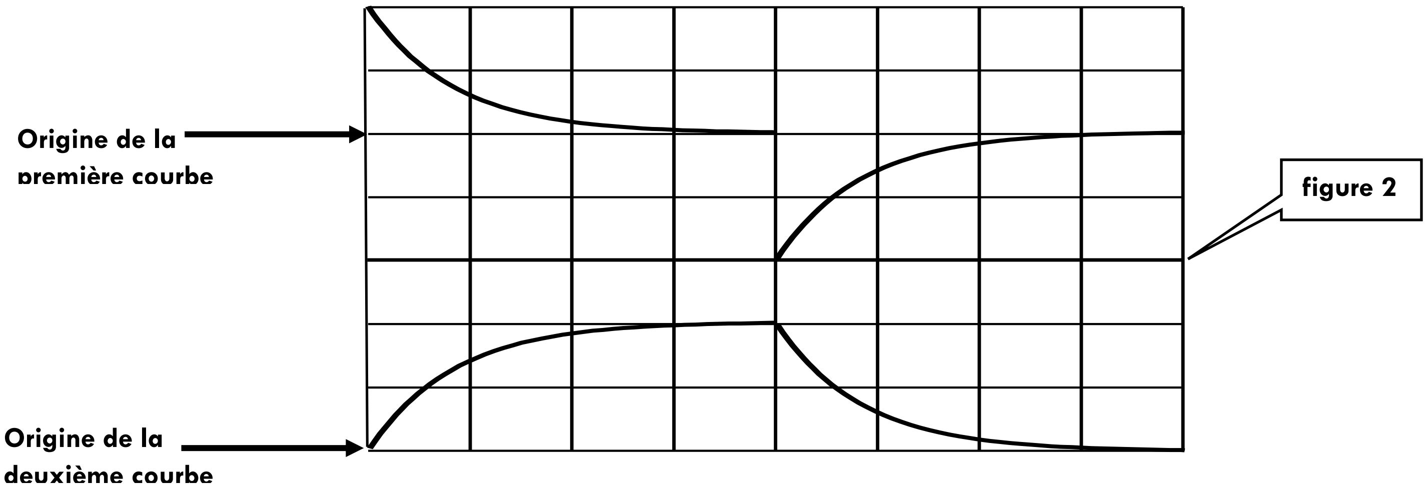
4°) a- Déterminer la valeur de la constante de temps ζ.

b- En déduire une valeur approchée de la capacité C.

5°) Pour les mêmes réglages du GBF et de l'oscilloscope, on varie la valeur de la résistance R.
Représenter la nouvelle allure de **la tension aux bornes du condensateur** dans chacun des cas suivant (Sur la figure 2 de la feuille annexe et avec une autre couleur)

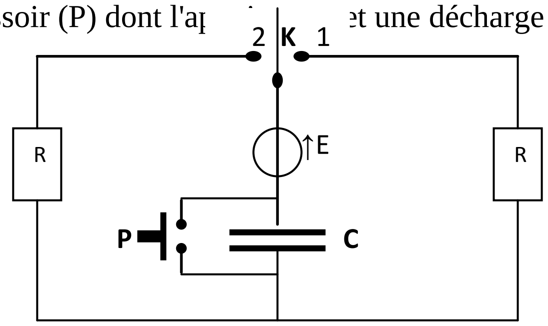
a- Si on prend R_1légèrement inférieure à R

b- Si on prend R_2 très grande devant R.

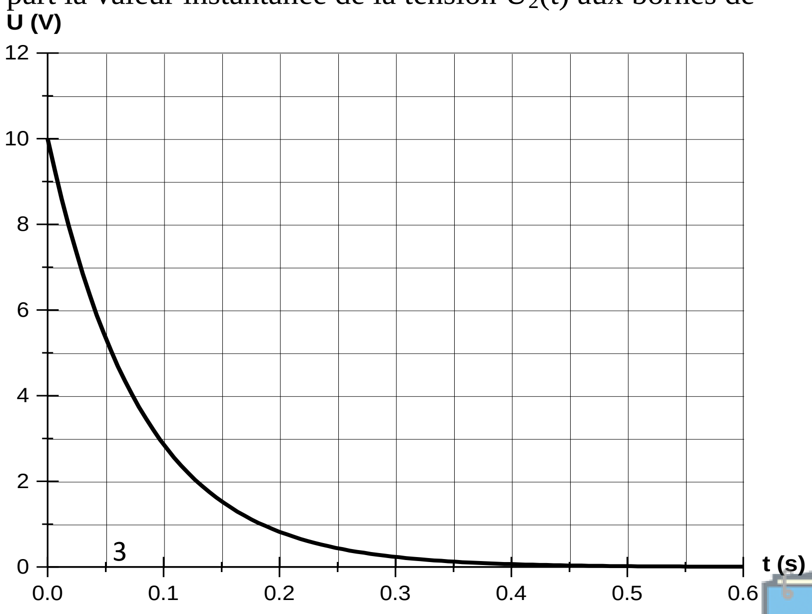


Exercice N° 3 :

Afin de déterminer la résistance de résistors R_1 et R_2, on réalise un circuit électrique comportant R_1, R_2, un condensateur de capacité C=20 µF, un générateur idéal de tension de f.e.m E, un commutateur double positions et un bouton poussoir (P) dont l'a[illegible]t une décharge instantanée du condensateur (voir figure suivante):



Une interface reliée à un ordinateur permet de relever d'une part l'évolution de la tension $U_1(t)$ aux bornes de R_1 lorsque le commutateur est en position (1) et d'autre part la valeur instantanée de la tension $U_2(t)$ aux bornes de R_2 lorsque (K) est en position (2).



I- (K) étant en position (1): Sur l'écran apparaît l'oscillogramme suivant:

1- En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle vérifiée par q(t).
Sachant que cette équation différentielle admet comme solution:

$q(t)= C.E\,(1- e^{-\frac{t}{R_1 C}})$

a)- Déterminer l'expression de l'intensité de courant i(t) qui parcourt le circuit.

b)- Déduire l'expression de la tension $U_1(t)$ aux bornes de R_1

c)- En utilisant l'oscillogramme, déduire la valeur de:

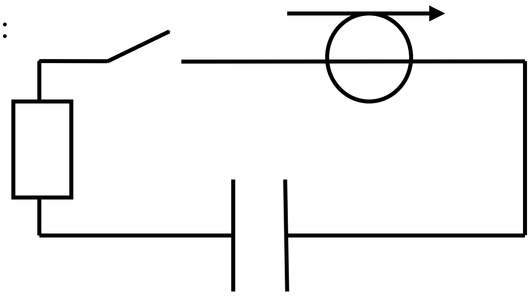
- ☒ La f.e.m E du générateur.
- ☒ La constante de temps τ_1 du dipôle constitué.
- ☒ La résistance R_1 du résistor.

II- <u>On appuie su le bouton poussoir (P) et on bascule (K) en position (2):</u>

Après une durée Δt= 100 ms, l'afficheur de l'ordinateur indique une valeur U_2=3,7 V.

1- Comparer U_2 à E et déduire la valeur de la constante de temps τ_2 du dipôle dans ce cas.
2- Déduire la valeur de R_2.
3- Exprimer en fonction de τ_2 la durée de temps au bout de laquelle sera chargé à 1% prés.

Exercice N° 4 :



Le montage du circuit électrique schématisé ci-contre comporte :

-un générateur de force électromotrice E = 6 V

-un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω

-un condensateur de capacité C inconnue

-un interrupteur K

Le condensateur est initialement déchargé. A la date t = 0

On ferme l'interrupteur K.

1°) Reproduire sur ta copie le schéma du circuit.

a) En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.
b) Etablir l'équation différentielle notée (1) à laquelle obéit u_C.

2°) L'étude mathématique montre que $\mathbf{u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})}$ où τ = RC , est solution de l'équation différentielle (1) .

a) Vérifier que $u_C(t)$ est effectivement solution de l'équation différentielle (1) et qu'elle respecte la condition initiale .
b) Par une analyse dimensionnelle, vérifier que la constante de temps τ est bien homogène à une durée.

3°) Calculer la valeur du rapport $\frac{uc}{E}$ lorsque t = 5τ.

4°) On étudie expérimentalement **la charge du condensateur** soumis à l'échelon de tension E.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on enregistre l'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur ainsi que la tension u_R aux bornes du résistor. Seule une courbe est représentée sur la **figure de la feuille annexe** :

a) Quelle tension permet de connaitre les variations de l'intensité du courant en fonction du temps ? Justifier.
b) Quelle tension représente la courbe représentée sur la figure-3- ? Justifier la réponse.
   c) Représenter le circuit de, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour observer les deux courbes simultanément.

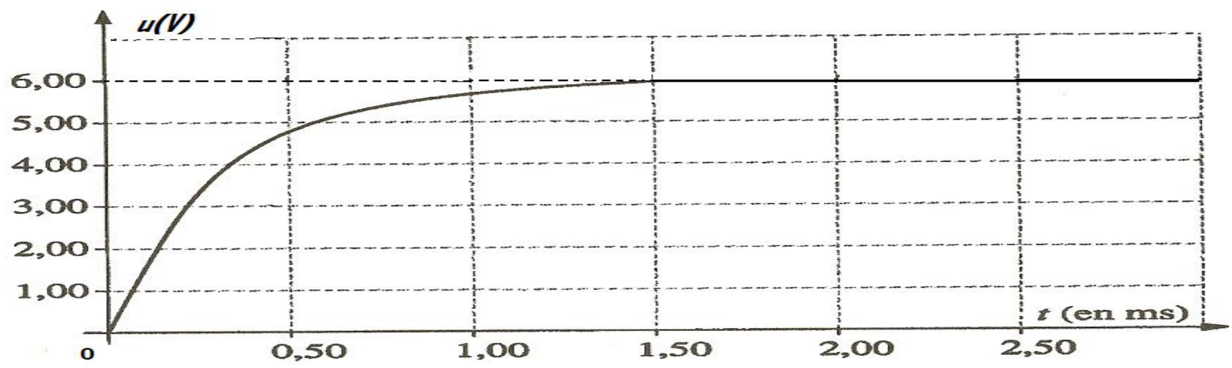
d) Déterminer, à l'aide de la courbe la constante de temps τ du dipôle RC étudié. La méthode utilisée doit figurer sur la courbe.

e) Déduire alors une valeur approchée de la capacité C du condensateur.

f) Evaluer, à partir de la courbe , la durée Δt nécessaire pour charger complètement le condensateur . Comparer ce résultat à celui de la question 3°).

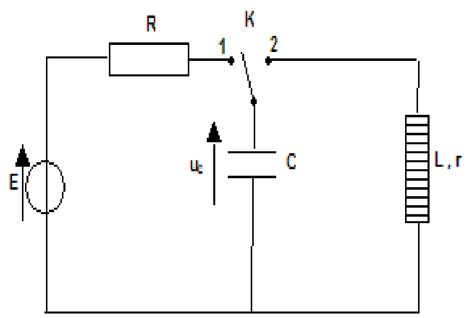
5°) Pour les mêmes réglages du générateur et du condensateur, on augmente la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.

Les valeurs E, I_{max} et τ sont elles modifiées ? Si oui dans quel sens ?

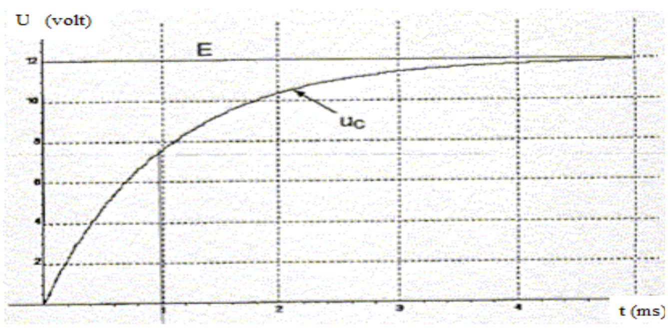


Exercice N° 5 :

Un montage formé par un générateur de tension constante continue E = 12 V ; une résistance R = 100 Ω ; un interrupteur K à trois points et un condensateur de capacité C.
Le condensateur étant déchargé, on place à t = 0, l'interrupteur K en position 1. Un système d'acquisition permet d'enregistrer les graphes des tensions E et u_C en fonction du temps. On obtient les courbes :



1- Indiquer sur le schéma du montage fourni, les branchements du système d'acquisition (analogue à un oscilloscope à mémoire) pour visualiser, sur la voie A, la tension E aux bornes du générateur et, sur la voie B, la tension u_C aux bornes du condensateur.



2-L'expression en fonction du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur est : $u_C = U.[1 - \exp(-t/\tau)]$ où U et τ sont des constantes non nulles.
a- Déterminer graphiquement U.
b- Que représente τ pour la charge d'un condensateur ? Nommer τ.
c- Déterminer graphiquement la valeur de τ. La méthode utilisée doit être visible sur les courbes I.

3- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur lors de sa charge.

4- Montrer que $u_C = U.[1 - \exp(-t/ \tau)]$ est bien une solution de cette équation différentielle et exprimer U et τ

en fonction des grandeurs caractéristiques du montage.
5- Vérifier la dimension de τ par une analyse dimensionnelle

Exercice N° 6 : On associe en série un générateur basse fréquence (GBF), un résistor (R= 10 kΩ) , un condensateur de capacité C= 10µF et un interrupteur. Le GBF délivre une tension u, rectangulaire telle que : $u(t)=U_0$ =10 V sur l'intervalle [0 ; ½T] et u(t) = 0 sur l'intervalle [½T, T]

1- Représenter u(t) sur l'intervalle [0, 2T].

2- A l'instant t=0 on ferme l'interrupteur et la tension u(t) prend la valeur U_0. Etablir l'équation différentielle caractérisant la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pendant la première demi-période de u(t).

a- Faire un schéma en indiquant le sens du courant et les différentes tensions.

b-On donne comme solution de l'équation différentielle : $u_c= A(1-\exp(-\alpha t))$. Déterminer littéralement et numériquement A et α

c- Que représentent physiquement A et α.

d- En déduire l'expression de $u_C(t)$.

e- Vérifier que la solution trouvée satisfait aux conditions initiales

f- Donner l'allure de la courbe $u_c(t)$ dans le cas ou ½T est très supérieur au produit RC.

g- En déduire l'énergie stockée à chaque instant par le condensateur.

h- Que vaut cette énergie en fin de charge (½T>> RC)

k- A quel instant t_1 la charge maximale est-elle atteinte au millième près ?

A l'instant t=½T, la tension u(t) passe de U_0 à 0. On réalise un changement de repère temporel : on appelle t' la nouvelle variable pour laquelle l'instant initial t'=0 correspond à t=½T.

a- Etablir l'équation différentielle caractérisant la tension $u_C(t')$ aux bornes du condensateur pendant la seconde demi-période de u(t).

b- Faire le schéma du montage en faisant apparaître l'intensité et les différentes tensions.

c- On donne comme solution de l'équation différentielle : $u_c= B\exp(-\alpha t)$. Déterminer littéralement et numériquement B et α

d- Que représentent physiquement $1/\alpha$?

e- En déduire la valeur de B puis l'expression de $u_C(t')$.

f- Vérifier que la solution trouvée satisfait aux conditions initiales

g- Donner l'allure de la courbe $u_c(t')$ dans le cas ou ½T est très supérieur au produit RC.

h- En déduire l'énergie stockée à chaque instant par le condensateur.

k- Que vaut cette énergie en fin de décharge (½T>> RC)

l- A quel instant t'_2 la charge vaut-elle 37% de la charge maximale ?

Exercice N° 7 :

On charge un condensateur de capacité C=0.5 µF sous une tension E=6V.

1-a- Quel est le rôle joué par le condensateur ?

b- Calculer l`énergie stockée par le condensateur.

c- Calculer la charge maximale du condensateur.

2- Le condensateur ainsi chargé est relié à un petit moteur électrique qui fait un monter un corps de masse m=150g. Après un certain temps le moteur s`arrête et la tension du condensateur est U`=2.5V et le corps soulevé d`une hauteur h=1,687m.

a- Quel est le rôle joué par le condensateur ?

b- Calculer le travail mécanique nécessaire pour faire monter le corps.

c- Calculer l`énergie électrostatique restante dans le condensateur.

d- Calculer le rendement de ce moteur.

Exercice N° 8 :

On considère un dipôle **RC** constitué d'un conducteur ohmique de résistance **R= 500 Ω** et d'un condensateur de capacité **C**, que l'on soumet à un échelon de tension **E**. (voir figure (1))

Un oscilloscope à mémoire suit l'évolution temporelle de deux tensions.
A la fermeture de l'interrupteur (t=0) le condensateur est initialement déchargé.

1- Nommer les tensions mesurées sur chaque voie.
2- Quelle est la courbe, parmi les deux courbes A et B de la figure (2) sur la page (3) qui correspond à la tension aux bornes du condensateur ? Justifier.
3- Evaluer graphiquement la durée pour charger complètement le condensateur.
4- Quelle expérience proposer vous pour charger moins vite le condensateur ? Représenter approximativement, sur la figure (2) de la page (3) à rendre avec la copie, l'allure du graphe obtenu.
5- Etablir l'équation différentielle relative à u_c, tension aux bornes du condensateur.
6- Montrer que $u_c = E[1-\exp(-t/\zeta)]$ est solution de l'équation différentielle si ζ correspond à une expression que l'on déterminera.
7- Déterminer graphiquement ζ et E.
8- Déduire la valeur de C.
9- Etablir l'expression de i(t). En déduire l'allure de la courbe i(t),en précisant sa valeur initiale I_0.
10- a- L'allure de cette courbe pourrait être fournie par une tension. Laquelle ? Cette tension est-elle observable avec le montage proposé ?
b- Refaire un schéma modifié permettant d'observer cette tension et la tension aux bornes du dipôle RC, en précisant les branchements de l'oscilloscope.

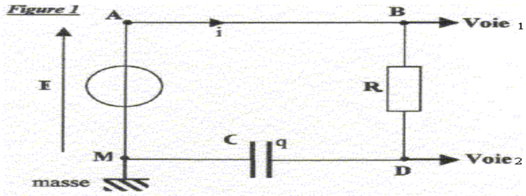
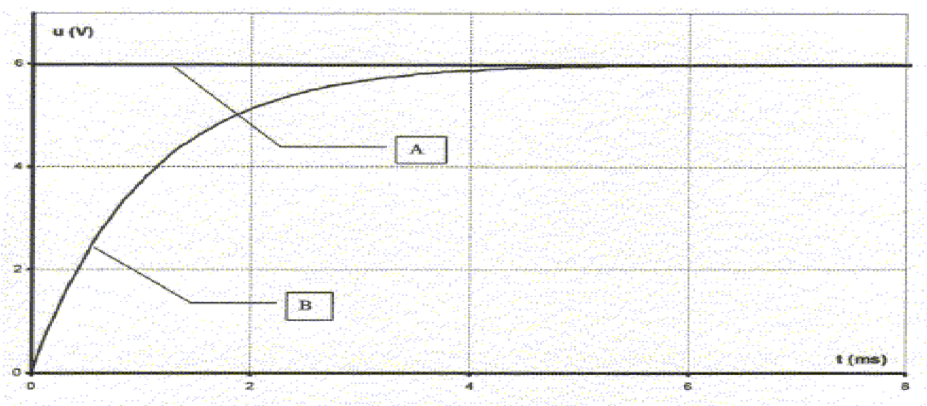


Figure 2



Exercice N° 9 :

On envisage le circuit de la figure (A), 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 $\mathbf{U_0 = 10\ V}$.

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

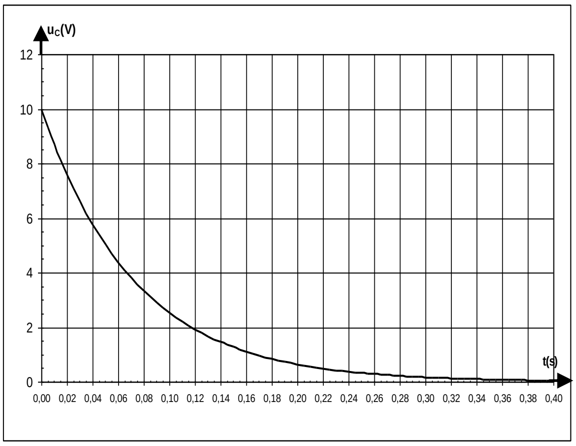
$\alpha\, u_C + \dfrac{du_C}{dt} = 0$ où α est une constante non nulle.

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

3- Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $\mathbf{u_C = Ae^{-\beta t}}$ où **A** et β sont deux constantes positives non nulles. En utilisant l'équation différentielle, montrer que $\beta = \dfrac{1}{RC}$.

4- Déterminer la valeur de **A**.
5- Indiquer parmi les **courbes 1** et **2** celle qui peut représenter u_C. Justifier la réponse.
6- Montrer par analyse dimensionnelle que $1/\beta$ a la même unité qu'une durée.
7- Déterminer sur la courbe choisie la valeur de la constante de temps $1/\beta$ du circuit.
8- Sachant que $\mathbf{R = 33\ \Omega}$, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
9- En utilisant les résultats précédents, montrer que $\mathbf{i(t)} = -\dfrac{U_0}{R} e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}$.
10- Déterminer la valeur $\mathbf{I_0}$ de i à **t = 0**.
11- Rappeler l'expression de l'énergie emmagasinée dans le condensateur du montage étudié en fonction de sa capacité et de la tension u_C à ses bornes, puis en fonction de sa capacité et de la charge $\mathbf{q_A}$ de son armature A.
12- On remplace ce condensateur par un autre condensateur de capacité **C'** supérieure à **C**. Ce condensateur est chargé sous la même tension $\mathbf{U_0}$. L'énergie emmagasinée dans ce condensateur est-elle supérieure à la précédente ?

courbe 1



Courbe 2