

Série n° 1

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Exercice n° 1 :

Un générateur de courant d'intensité I charge un condensateur de capacité C . A différents instants, un système d'acquisition adéquat permet d'évaluer l'énergie électrostatique W emmagasinée dans le condensateur et de tracer ses variations en fonction du carré du temps t . Voir la courbe.

- 1) Calculer la capacité C du condensateur sachant qu'il emmagasine une énergie électrostatique $W_1 = 0,049 \text{ J}$ quand la tension entre ses bornes est $u_1 = 5V$.

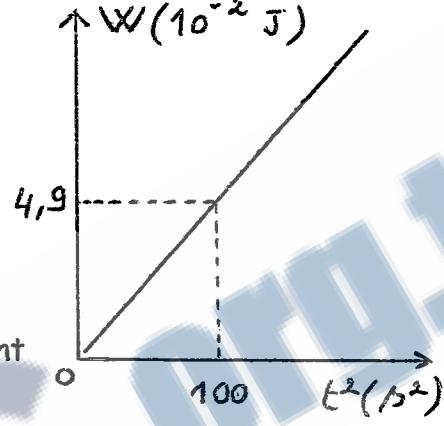
- 2) a) Justifier l'allure de la courbe ci-contre.
 b) Calculer I .
 c) A quel date t_1 le condensateur emmagasine la charge électrique $q_1 = 19,6 \text{ mC}$.
 3) A quel instant t_2 ce condensateur claque sachant que sa tension de claquage est $U_{cc} = 10V$.

Exercice n°2 :

Lors d'une séance de travaux pratiques, on charge un condensateur de capacité C à l'aide d'un générateur de courant d'intensité $I_0 = 1,76 \text{ mA}$. Par un voltmètre et à différents instants, on mesure la tension u_c aux bornes de ce condensateur. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

t (en s)	0	4	10	17	25
u_c (en V)	0	3,2	8	13,6	20

- 1) Proposer un schéma pour le montage qui a servi à dresser ce tableau.
 2) En adoptant l'échelle suivante : $1\text{cm} \rightarrow 2\text{V}$ et $1\text{cm} \rightarrow 2\text{s}$, tracer la courbe donnant les variations de u_c en fonction du temps t .
 3) Montrer que le condensateur est initialement ($t = 0\text{s}$) déchargé.
 4) Justifier l'allure de cette courbe.
 5) Déterminer la pente de la droite représentée. En déduire, en μF , la capacité C du condensateur.
 6) a) Rappeler, en fonction de l'expression de l'énergie potentielle électrique d'un condensateur, l'expression de l'énergie potentielle
 électrique d'un condensateur.
 b) Calculer, en joule, l'énergie W emmagasinée par le condensateur à la date $t = 12\text{s}$.
 7) A l'instant de date $t = 32\text{s}$, le condensateur claque.
 a) Calculer, en mC , la charge électrique emmagasinée par le condensateur au moment du claquage.
 b) Déterminer U_{cc} la tension de claquage de ce condensateur.



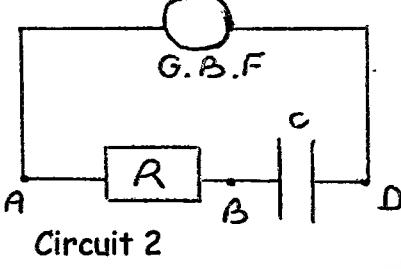
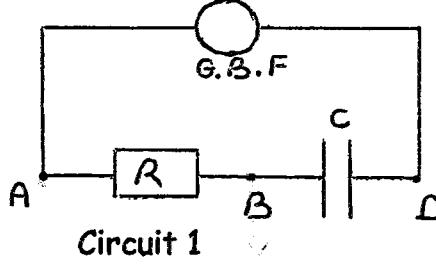
Série n° 2

Le dipôle RC

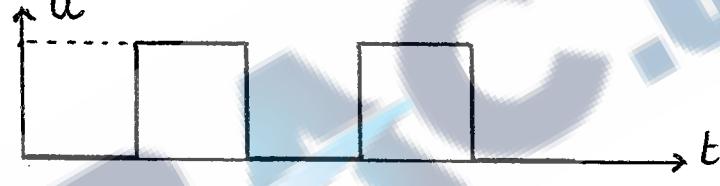
Profs : Abdelmoula et zribi

Exercice n° 1 :

On réalise les deux circuits ci-dessous identiques :



- 1) Indiquer les branchements de l'oscilloscope permettant d'obtenir :
 - a) Sur le circuit 1 : * La tension délivrée par le générateur en voie A.
* La tension aux bornes de R en voie B.
 - b) Sur le circuit 2 : * La tension délivrée par le générateur en voie A.
* La tension aux bornes de C en voie B.
- 2) La tension obtenue en voie A dans les circuits précédents est représentée ci-dessous :



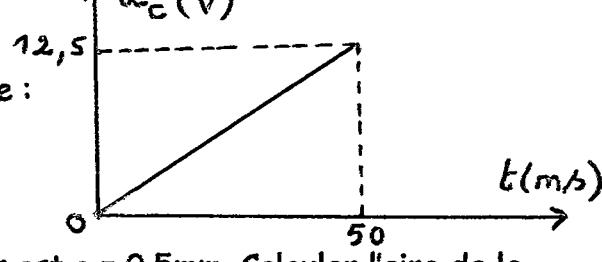
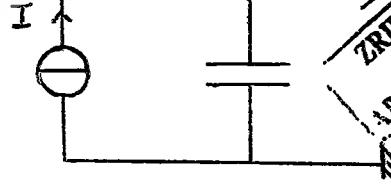
Donner, sur un schéma analogue, l'allure des courbes obtenues sur les voies B des circuits 1 et 2 en expliquant les différentes parties de ces courbes.

- 3) Indiquer en pointillés sur votre schéma l'allure des courbes obtenues si l'on diminue à la fois R et C.

Exercice n° 2 :

On utilise un générateur de courant délivrant un courant d'intensité constante : $I = 20\text{mA}$ pour charger un condensateur plan à air.

Le montage suivant permet de visualiser la tension $U_C(t)$ sur l'écran.



- 1) a) Déterminer la capacité : C_0 .
b) La distance séparant les armatures est $e = 0,5\text{mm}$. Calculer l'aire de la surface commune des armatures.
- 2) Une lame de verre est maintenant utilisée comme diélectrique.
La capacité prend la valeur C . Comparer C_0 et C .

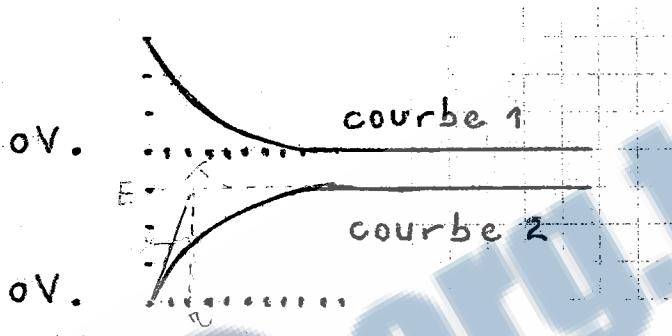
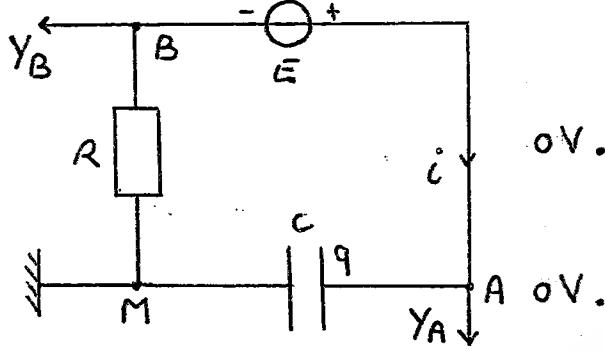
Série n° 3

Le dipôle RC

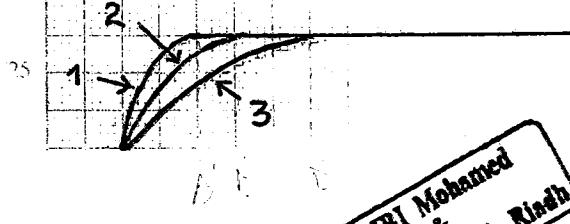
Prof : Abdelmoula et zribi

Pour étudier la charge d'un condensateur, on réalise un circuit que l'on soumet à un échelon de tension E . Grâce à l'oscilloscope, on observe simultanément :

- * La tension u_R aux bornes du conducteur ohmique de résistance $R = 200\Omega$.
 - * La tension u_C aux bornes du condensateur :
- Base de temps : 0,5 ms.div.
- Sensibilité verticale sur la voie A et la voie B : 2V.div⁻¹.



- 1) Quelle tension permet de connaître les variations de l'intensité du courant en fonction du temps ? Justifier.
- 2) a) Identifier les 2 courbes.
b) Déterminer à l'aide de l'oscilloscopogramme :
 - * la tension E entre les bornes du générateur.
 - * la valeur maximale I_{max} de l'intensité du courant qu'il débite.
- 3) a) Déterminer graphiquement la constante de temps τ en précisant la méthode employée.
b) En déduire la valeur approchée de la capacité C du condensateur.
- 4) Pour les mêmes réglages du générateur et de l'oscilloscope, on augmente la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.
 - a) Les grandeurs E , I_{max} et τ sont-elles modifiées ? Si oui, dans quel sens ?
 - b) L'oscilloscopogramme ci-dessous représente l'allure de la tension aux bornes du condensateur pour R , pour une augmentation de R et pour une diminution de R . A quel cas correspond chacune des courbes ?



- 5) On augmente la valeur de l'échelon de tension E , les grandeurs I_{max} et τ sont-elles modifiées ? Si oui, dans quel sens ?

Série n° 4

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Exercice n° 1 :

Un condensateur plan est formé, de deux armatures métalliques parallèles, de surface $S = 1\text{m}^2$ chacune, séparées par une couche d'air d'épaisseur e . Sa capacité C est $10^{-3}\mu\text{F}$. On donne la permittivité absolue de l'air $\epsilon = 8,85 \cdot 10^{-12}\text{F.m}^{-1}$.

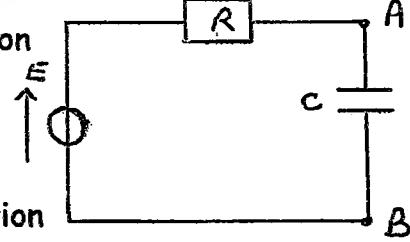
- 1) On charge ce condensateur en réunissant ses armatures aux pôles d'un générateur qui crée entre elles une d.d.p constante $U = 3000\text{V}$.
 - a) Calculer la charge électrique Q du condensateur.
 - b) Calculer l'énergie électrique E_e qui a été emmagasinée.
- 2) Calculer l'épaisseur e de la couche d'air qui sépare les deux armatures.
- 3) Le condensateur, chargé comme il est indiqué au début, est ensuite séparé du générateur et ses armatures sont maintenues isolées. On éloigne les armatures l'une de l'autre de manière à multiplier par 10 la distance e qui les sépare. (la distance entre les armatures devient $e' = 10e$ et la charge Q est maintenue constante).
 - a) Que devient la capacité du condensateur ?
 - b) Calculer la d.d.p U' qui existe alors entre les deux armatures.
 - c) Calculer l'énergie électrique E'_e que contient maintenant le condensateur.
 - d) Comparer E'_e et E_e . Interpréter.

Exercice n° 2 :

Avec un générateur délivrant à ses bornes une tension constante $E = 6\text{V}$, un résistor de résistance R et un condensateur de capacité $C = 4\mu\text{F}$, on réalise le montage suivant.

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) Reproduire et compléter le schéma du montage en indiquant les branchements permettant de visualiser $u_c(t)$ sur la voie Y_1 .
- 2) Montrer que l'étude de $u_c(t)$ permet de faire celle de la charge $q(t)$.
- II) La visualisation de $u_c(t)$ sur l'écran de l'oscilloscope a permis d'obtenir le chronogramme (C) de la figure.
- 1) Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_c(t)$.
- 2) Sachant que la solution de cette équation est : $u_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ où $\tau = RC$, déterminer graphiquement :
 - a) la valeur U_0 de la tension u_c à la fin de la charge et la comparer avec E.
 - b) la valeur de τ et en déduire celle de R .
- 3) Si l'on veut charger plus rapidement le condensateur, doit-on augmenter ou bien diminuer la valeur de R ? Justifier la réponse.
- 4) Calculer l'énergie W_c emmagasinée dans le condensateur à la fin de la charge.



www.BAC.org.tn

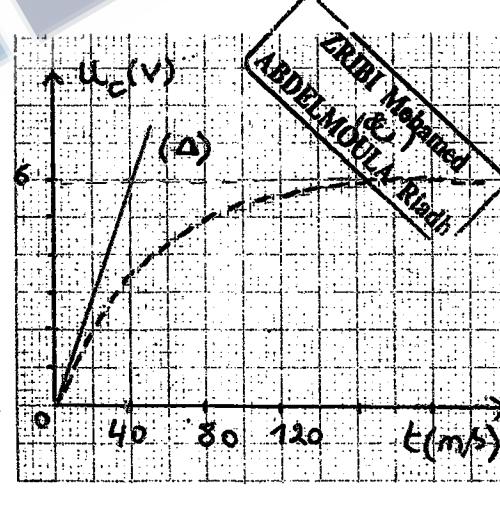


Fig. 2

Série n° 5

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Un circuit électrique série (figure 1) comporte :

- * un générateur de tension idéal (G) de f.e.m. E .
- * un résistor de résistance $R = 10^4 \Omega$
- * un condensateur de capacité $C = 10 \mu F$ initialement déchargé.
- * un interrupteur K qui a été fermé à $t = 0$.

A l'aide d'un oscilloscope à ~~membrane~~ on visualise la tension u_G aux bornes du générateur sur la voie Y_A et la tension u_C aux bornes du condensateur sur la voie Y_B .

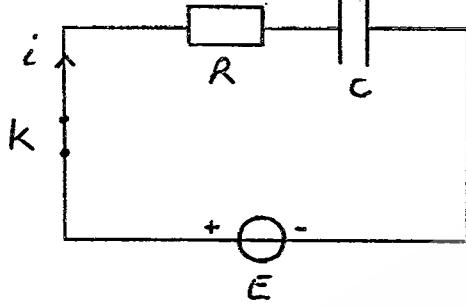


Fig. 1

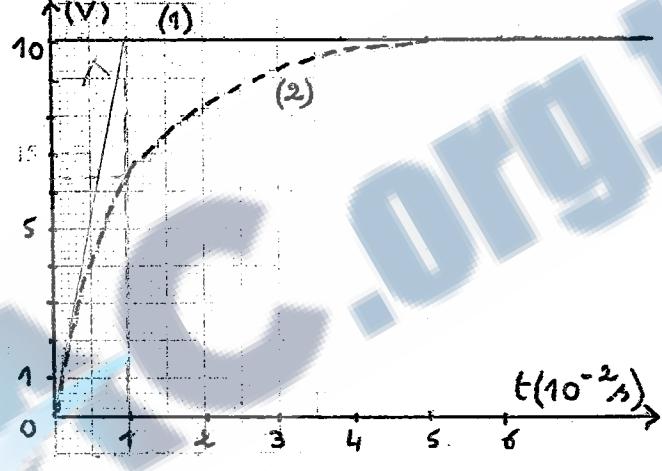


Fig. 2

- 1) Compléter le schéma de la figure 1 en ajoutant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope.
- 2) * Identifier les courbes (1) et (2) de la figure 2.
* Déduire la valeur de la f.e.m. E du générateur utilisé.
- 3) a) En utilisant la loi adéquate montrer que u_C aux bornes du condensateur vérifie l'équation différentielle suivante :

$$u_C + RC \left(\frac{du_C}{dt} \right) = E$$

- b) Sachant que l'une des solutions de l'équation différentielle est de la forme :

$$u_C = E \frac{1 - e^{-\frac{t}{RC}}}{1 + \frac{t}{RC}}$$

Trouver les expressions de A et α en fonction des paramètres du circuit.

- 4) a) Déterminer graphiquement le temps mis par le condensateur pour qu'il se charge à 63%.
- b) Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
- 5) Quelle est la réponse du dipôle RC à l'échelon de tension étudiée ?
- 6) a) Déterminer l'intensité du courant circulant dans le circuit à la date $t = 0,02 s$.
- b) Représenter l'allure de la courbe donnant les variations de l'intensité « i » du courant en fonction du temps « t » en précisant sa valeur initiale.

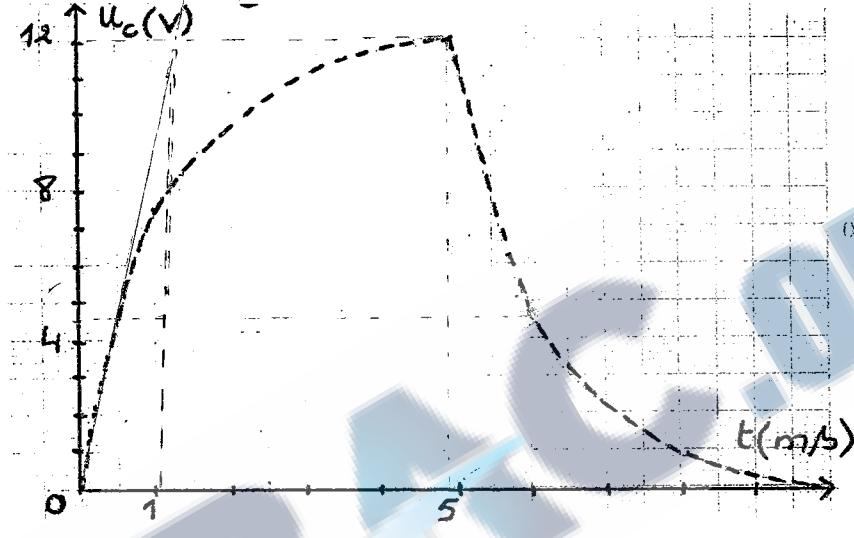
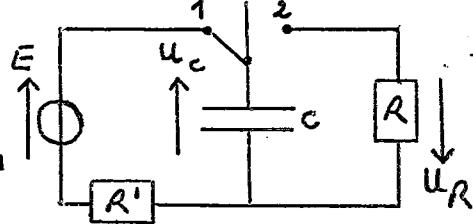
Série n° 6

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

On réalise le circuit électrique suivant :

On relève la tension aux bornes du condensateur à l'aide d'un ordinateur avec centrale d'acquisition munie d'un capteur voltmètre. On obtient ainsi les graphes ci-dessous représentant la tension $U_C(t)$ aux bornes du condensateur au cours de sa charge ou de sa décharge.



Lorsque l'interrupteur est en position 1, le condensateur est chargé à travers une résistance R' , à l'aide d'un générateur de tension continue de force électromotrice $E = 12V$. A l'instant $t = 0$, alors que le condensateur est complètement chargé, on bascule l'interrupteur en position 2 : le condensateur se décharge dans la résistance $R = 500\Omega$.

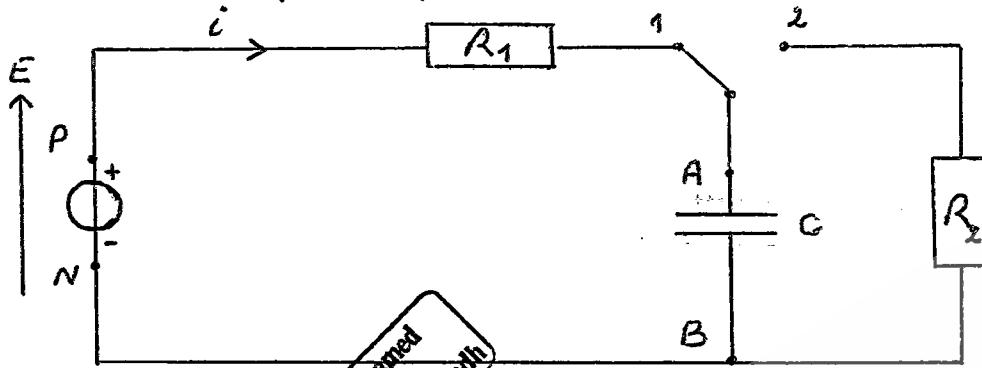
- 1) En appliquant la loi d'additivité des tensions lors de la décharge, établir la relation entre les tensions aux bornes des différents dipôles.
Montrer que l'on obtient, pour $t > 0$: $RC \cdot \frac{dU_C}{dt} + U_C = 0$.
- 2) Vérifier que la solution $U_C(t)$ de l'équation différentielle établie peut être exprimée sous la forme : $U_C(t) = A \exp(-t/(RC))$ avec A constante que l'on exprimera à l'aide des conditions initiales.
- 3) Attribuer à chaque courbe le phénomène observé : charge ou décharge du condensateur.
- 4) Etablir l'expression de $i(t)$. Tracer l'allure de la courbe correspondant à $i(t)$ lors de la décharge.
- 5) Rappeler l'expression et l'unité de la constante de temps τ du dipôle RC.
Déterminer sa valeur en utilisant la courbe représentative de la fonction $U_C(t)$. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Série n° 7

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

On considère le circuit représenté par le schéma suivant :



A) Le condensateur, étant étant éteint, on ferme K sur (1), à un instant pris comme origine des dates.

- 1) Interpréter le phénomène de la charge du condensateur.
- 2) Cette «opération charge» constitue-t-elle un régime transitoire ou permanent?
- 3) a) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_C .
- b) Vérifier que l'expression :

$$u_C(t) = E \left(1 - e^{-t/R_1 C} \right)$$

est solution de cette équation.

- c) Donner l'allure de la courbe : $u_C(t)$.
- 4) a) Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit.
- b) Donner l'allure de la courbe $i(t)$.

B) Le régime permanent étant établi, on bascule k sur (2), à un instant pris comme nouvelle origine des dates.

- 1) Interpréter le phénomène de la décharge.
 - 2) a) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la charge $q(t)$ portée par l'armature
 - b) Vérifier que l'expression :
- $$q(t) = CE \cdot e^{-t/R_2 C}$$
- est solution de cette équation.
- c) Donner l'allure de la courbe : $q(t)$.
 - 3) a) Donner l'expression $i(t)$.
 - b) Tracer l'allure de la courbe : $u_{R2}(t)$.

Série n° 8

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

On réalise le montage suivant :

Le générateur délivre un échelon de tension de période : $T = 0,12s$ tel que :

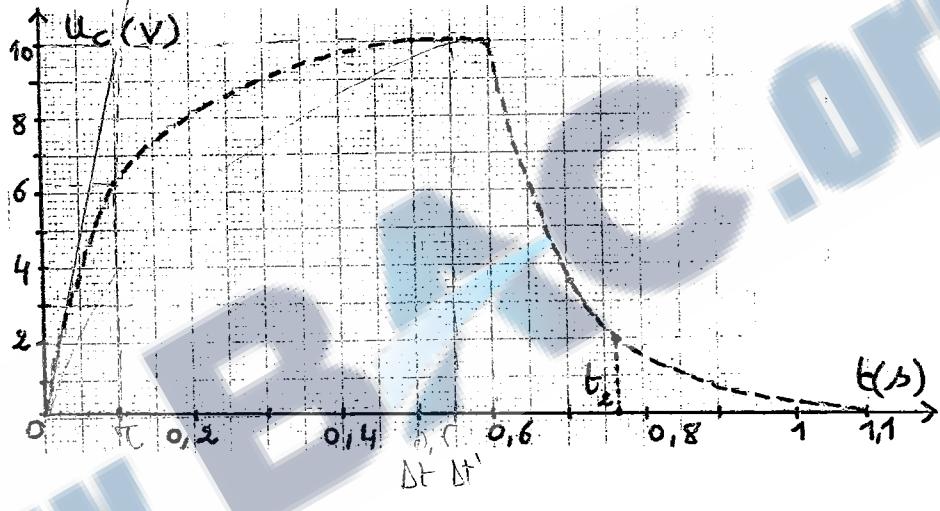
* $u = E = 10 V$ pour $t \in [0, T/2]$

* $u = 0$ pour $t \in [T/2, T]$.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire enregistre : $u(t)$ et $u_C(t)$, ensuite $u(t)$ et $u_R(t)$.

1) Faire, à chaque fois, le schéma du montage en précisant les branchements avec l'oscilloscope.

2) On propose l'oscillogramme :



a) Quelle est la tension représentée ? Justifier.

b) Préciser le signe et le mode de variation de l'intensité du courant au cours de chaque demi-période.

3) Au cours de la charge du condensateur on a : $u_C(t) = E (1 - e^{-t/RC})$.

a) Montrer que le produit : (RC) est équivalent à une durée. Cette durée est la constante de temps notée : τ .

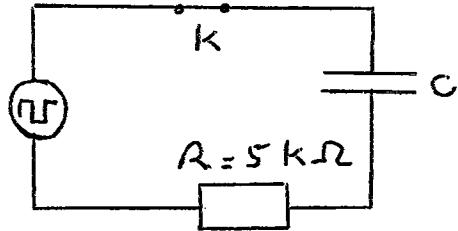
b) Utiliser deux méthodes pour déterminer la valeur de τ .

c) Déduire la valeur de la capacité C .

d) Que deviendrait l'allure de $u_C(t)$ avec la même résistance et une capacité plus grande ?

e) Calculer la durée : θ au bout de laquelle, le condensateur acquiert 99,9% de sa charge maximale.

4) Calculer l'énergie dissipée, par effet Joule, dans le résistor entre les dates : $t_1 = T/2$ et t_2 .

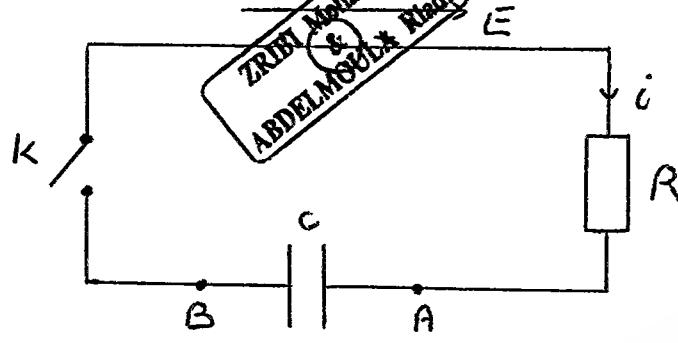


Série n° 9

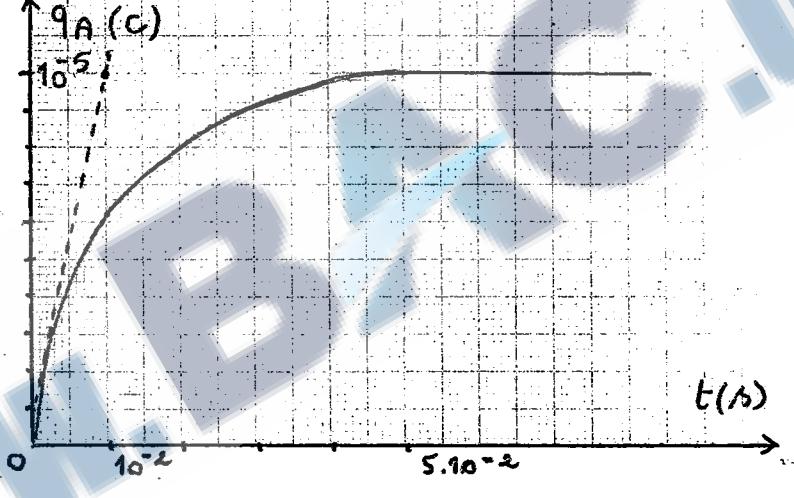
Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula et Zribi

Pour charger un condensateur de capacité $C = 1\mu\text{F}$, on réalise un circuit série orienté dans le sens indiqué sur la figure :



À l'instant $t = 0$, on ferme K, les variations de la charge $q = q_A$ de l'armature A du condensateur sont données par la courbe suivante :



- 1) Vers quelle valeur tend u_C quand $t \rightarrow \infty$? En déduire, en s'aidant de la courbe, la valeur numérique de E.
- 2) Montrer que l'intensité I_0 du courant à la date $t = 0$ vaut $I_0 = E/R$.
- 3) a) Pourquoi peut-on affirmer que l'intensité du courant dans le circuit, à un instant de date t quelconque, est donnée par le coefficient directeur de la tangente au point de la courbe d'abscisse t ?
 b) En utilisant la remarque du point a), déterminer la valeur numérique de I_0 .
 En déduire la valeur numérique de R. Justifier, en s'aidant du graphique, l'évolution de i en fonction du temps.
- 4) Déterminer, à partir de la courbe, les valeurs numériques de u_C ; u_R et i, à l'instant de date $t = 10^{-2}\text{s}$.
 En déduire l'énergie emmagasinée dans le condensateur à cet instant.

Série n° 10

Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula et zribi

Le circuit de la figure 1 comporte, en série, un générateur de tension de f.e.m E , un résistor de résistor R , un condensateur polarisé de capacité C initialement déchargé et un interrupteur k .

À $t = 0s$, on ferme l'interrupteur k et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire on visualise les tensions u_{AM} et u_{BM} respectivement sur la voie 1 et sur la voie 2.

La figure 2 montre les chronogrammes (a) et (b) observés sur son écran.

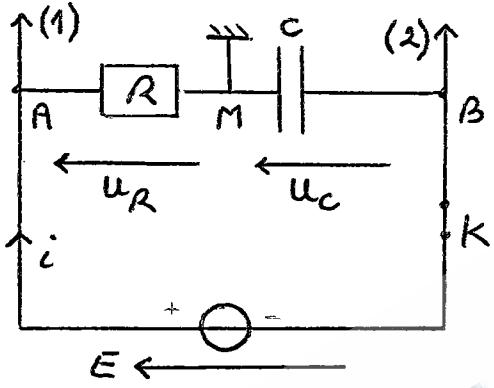


Figure 1

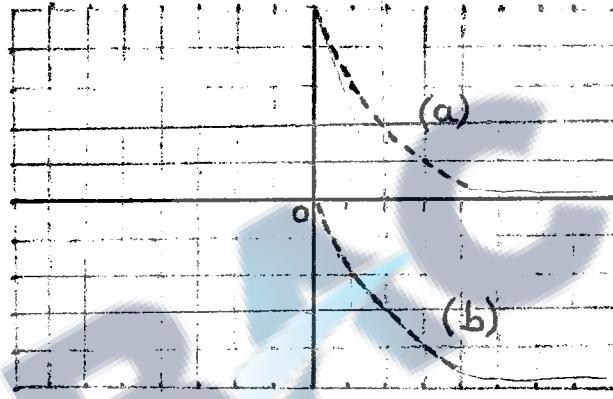


Figure 2

- 1) Lequel des deux chronogrammes celui qui correspond à la tension u_{AM} ? Justifier la réponse.
- 2) Justifier le signe négatif du chronogramme (b).
- 3) Sur l'oscilloscope on lit les sensibilités suivantes :
 - * sensibilité verticale voie 1 : 2V/div
 - * sensibilité verticale voie 2 : 2V/div
 - * sensibilité horizontale : 1ms/div
 a) En indiquant le chronogramme utilisé, déterminer la valeur de E .
 b) Compléter, en justifiant, les chronogrammes (a) et (b).
 c) Reproduire la figure 2 et représenter l'allure de la tension u_C .
 d) Déterminer, en expliquant la méthode utilisée, la constante de temps τ du dipôle RC.
 e) A quelle date t_0 on a $u_C = (2/3) u_R$?
- 4) A la date t_1 , le condensateur emmagasine une charge électrique $q_1 = 16\mu C$ et un courant électrique d'intensité $i_1 = 12mA$ circule dans le circuit.
 - a) Déterminer R et C .
 - b) En déduire la valeur de t_1 .

Série n° 11

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Le montage de la figure 1 est constitué par :

- * Un générateur de tension de f.e.m $E = 5V$
- * Un conducteur ohmique de résistance R .
- * Un condensateur de capacité C .
- * Un interrupteur k .

Une interface, reliée à un ordinateur, permet l'acquisition de la charge électrique q du condensateur au cours du temps. À la date $t = 0s$, on ferme l'interrupteur k . La courbe des variations de q est donnée par la figure 2.

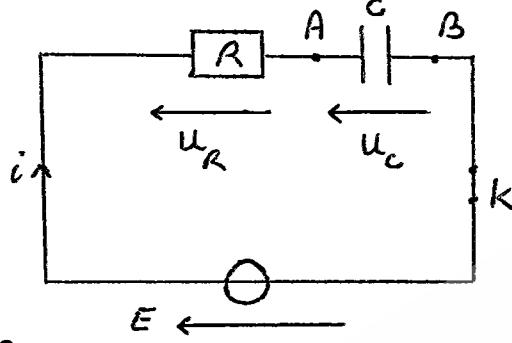


Figure 1

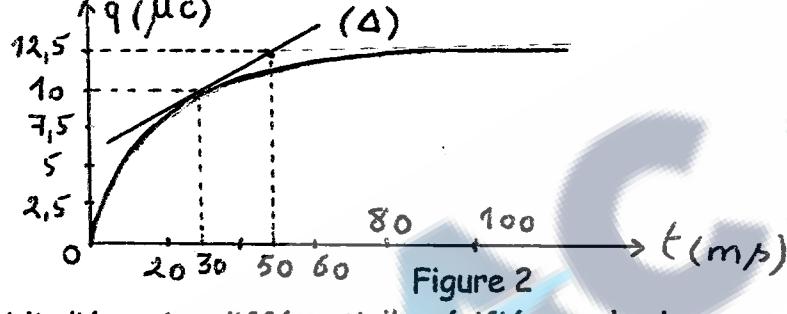


Figure 2

- 1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur.
- 2) a) Rappeler les conditions aux limites que doit vérifier la charge q du condensateur.
 - b) On cherche une solution à l'équation différentielle ci-dessus de la forme $q(t) = A e^{-t/RC} + B$, A et B sont des constantes. Exprimer A et B en fonction des données de l'exercice.
 - c) En déduire l'expression $q(t)$.
- 3) a) Déterminer, à partir de la courbe de la figure 2, la charge maximale Q_{\max} emmagasinée par le condensateur.
 - b) En déduire la valeur de C .
- 4) a) En se servant de la tangente (Δ) représentée sur la figure 2, déterminer, à la date $t = 30ms$, l'intensité i du courant électrique.
 - b) Déterminer, à la date $t = 30ms$, la tension U_C aux bornes du condensateur. En déduire la valeur de la résistance R .
 - c) Calculer la constante de temps τ du dipôle RC .
- 5) On remplace le condensateur précédent par un autre de capacité $C' = 1\mu F$.
 - a) Calculer la nouvelle constante de temps τ' du dipôle RC' .
 - b) Comparer τ et τ' . Que peut-on conclure.
 - c) Reproduire la courbe de la figure 2 et tracer l'allure des variations de la charge q' du nouveau condensateur.

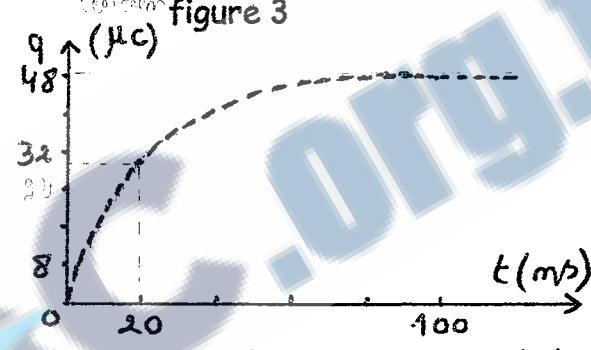
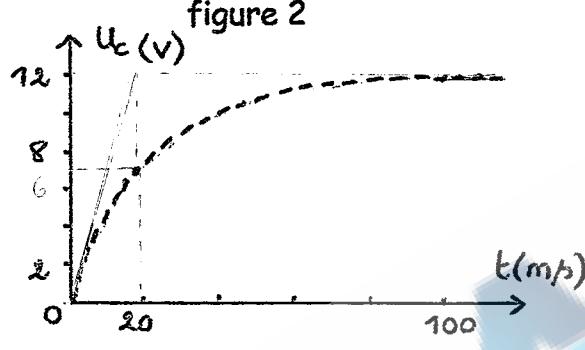
Série n° 12

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Un générateur de tension de f.e.m E est associé en série avec un condensateur de capacité C , un résistor de résistor R et un interrupteur k . La figure 1 montre le schéma du circuit électrique réalisé.

Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur permet de suivre l'évolution de la charge q emmagasinée par le condensateur et de la tension u_C entre ses bornes en fonction du temps. A $t = 0$ s, on ferme l'interrupteur k et l'ordinateur enregistre les courbes $u_C(t)$ et $q(t)$. Les chronogrammes de la figure 2 et de la figure 3 correspondent respectivement à $u_C(t)$ et $q(t)$.



- 1) Quels phénomènes physiques sont mis en évidence par le chronogramme de la figure 2 ? Déterminer ses limites dans le temps.
- 2) Déterminer la valeur de l'énergie électrostatique W_1 emmagasinée par le condensateur à $t_1 = 20$ ms.
- 3) a) Déterminer graphiquement les valeurs de E et de la charge Q_{\max} .
b) En déduire l'énergie électrostatique maximale W_{\max} emmagasinée.
- 4) En utilisant les chronogrammes $u_C(t)$ et $q(t)$ déterminer, en μF , la capacité C .
 - a) Définir la constante du temps τ d'un dipôle RC.
 - b) En indiquant la méthode utilisée, déterminer la valeur de τ .
 - c) En déduire celle de R .
- 5) a) Montrer que l'équation différentielle qui régit les variations de la charge électrique $q(t)$ emmagasinée dans le condensateur peut se mettre sous la forme : $\alpha \frac{dq(t)}{dt} + q(t) = \beta$ où α et β sont des constantes qu'on les exprimera en fonction des données de l'exercice.
b) Donner les significations physiques ainsi que les unités des termes α et β .
c) Montrer que $q(t) = \beta (1 - e^{-t/\alpha})$ est solution de l'équation différentielle.
d) Montrer que l'intensité du courant électrique est donnée par la formule suivante : $i(t) = I_0 e^{-t/\alpha}$, I_0 est une constante qu'on en exprimera en fonction des données de l'exercice.
- 6) Représenter l'allure de l'intensité $i(t)$ du courant électrique.

Série n° 13

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Un condensateur plan, constitué par deux armatures A et B séparées par un diélectrique de permittivité relative $\epsilon_r = 20$ et d'épaisseur $e = 1,77\text{nm}$, maintient entre ses bornes la tension électrique $U_{AB} = U_0 > 0$ et son armature A porte la charge électrique Q_0 .

- 1) Les armatures A et B, ont une surface de regard de valeur $S = 5\text{cm}^2$.

Exprimer la capacité C de ce condensateur en fonction de S , e , ϵ_r et la permittivité ϵ_0 du vide. Calculer sa valeur sachant que $\epsilon_0 = 0,885 \cdot 10^{-11} \text{ F.m}^{-1}$.

- 2) Exprimer l'énergie électrostatique w_0 emmagasinée par le condensateur plan en fonction Q_0 et C .

- 3) A la date $t = 0\text{s}$, on relie les bornes de ce condensateur à celles d'un conducteur ohmique de résistance R et ce ci comme le montre la figure 1. Un système d'acquisition de données, non représenté sur la figure 1, permet de suivre les variations de l'énergie électrostatique w emmagasinée par le condensateur au cours du temps.

La représentation graphique de $\ln(w)$ en fonction du temps t est donnée dans la figure 2.

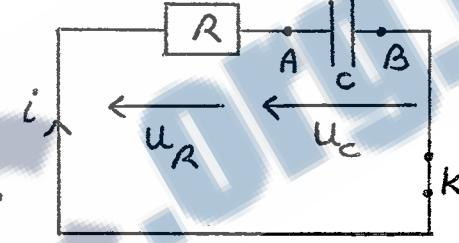


Figure 1

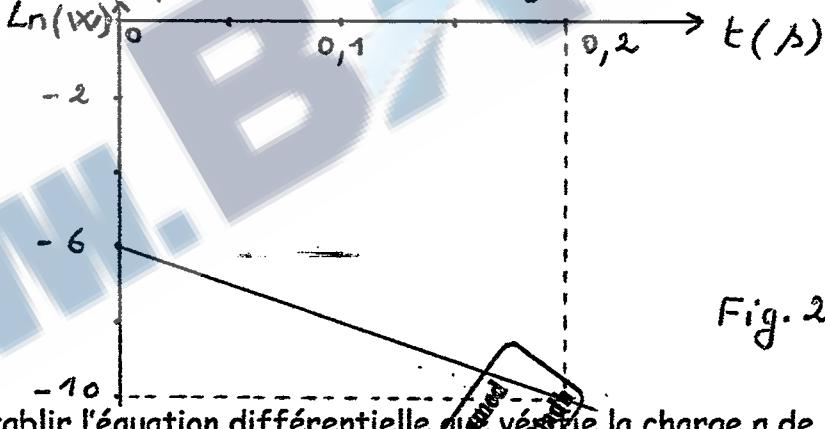


Fig. 2

- a) Etablir l'équation différentielle que vérifie la charge q de ce condensateur.
- b) Vérifie que $q(t) = Q_0 e^{-t/RC}$ est solution de l'équation différentielle trouvée.
- c) Justifier l'allure de la courbe de la figure 2.
- d) Déterminer, à partir de cette courbe, la constante de temps τ du dipôle RC et w_0 .
- e) En déduire la valeur de la charge électrique Q_0 et celle de la tension U_0 .
- f) Déterminer la date t_0 pour laquelle le condensateur n'emmagine que le 1% de son énergie initiale.
- g) Pour $t = \tau$ calculer le rapport w/w_0 .

Série n° 14

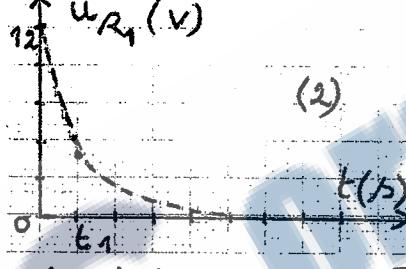
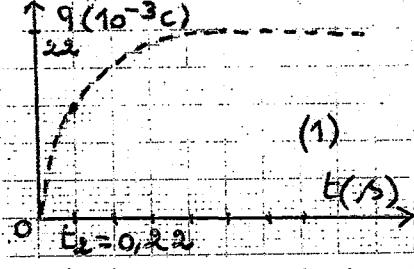
Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Le circuit électrique représenté par la figure ci-contre est constitué des éléments suivants :

- * Un générateur de tension idéale de f.e.m. E
- * Deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 .
- * Un condensateur de capacité C initialement déchargé.
- * Un commutateur K .

I- A l'instant de date $t = 0$, on place le commutateur (K) dans la position 1. Un système d'acquisition approprié permet d'obtenir les courbes des variations de la charge q du condensateur et de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du résistor (R_1)



- 1) a) Etablir à un instant de date t quelconque la relation entre q , u_{R_1} , E et C .
b) Montrer qu'à la date $t = 0$, la tension u_{R_1} est égale à E . En déduire sa valeur.
c) Déterminer la charge maximale (Q_{\max}) du condensateur. En déduire C .
- 2) a) Définir la constante de temps τ d'un dipôle RC. Montrer qu'elle a la dimension d'un temps.
b) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de u_{R_1} au cours du temps peut s'écrire sous la forme : $(d u_{R_1}/dt) + (1/\tau_1) u_{R_1} = 0$ avec $\tau_1 = R_1 C$.
c) La solution générale de cette équation est de la forme : $u_{R_1} = A e^{-\alpha t} + B$. Exprimer A , B et α et vérifier que : $u_{R_1}(t) = E e^{-t/\tau_1}$.

- 3) a) Montrer que $t_1 = \tau_1$.
b) Vérifier que $t_2 = t_1$. Calculer la valeur de R_1 .
- 4) Calculer l'énergie emmagasinée dans le condensateur lorsque $u_{R_1} = u_C$.

II- Lorsque le condensateur précédent est complètement chargé, on bascule le commutateur à la position 2. Un instant choisi comme nouvelle origine $t = 0$

- 1) a) Ecrire la loi des mailles correspondante.
b) Montrer qu'à la date $t = 0$, la tension $u_{R_2} = -E$.
- 2) La tension aux bornes du résistor (R_2) est donnée par l'expression :
$$u_{R_2} = -E e^{-t/\tau_2} \text{ avec } \tau_2 = R_2 C$$

a) Sachant qu'à la date $t_3 = 12,65 \cdot 10^{-2}$ s, la charge du condensateur $q = 11 \cdot 10^{-3}$ C, calculer R_2 .
b) Représenter l'allure de la courbe $u_{R_2}(t)$ en précisant la date à laquelle le condensateur est déchargé complètement à 1% près.

Série n° 15.

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

On réalise le montage suivant comportant, un générateur idéal de f.e.m $E = 5V$, un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R .

A) Le condensateur est préalablement déchargé, on met l'interrupteur K en position (1).

1) Quel est le phénomène mis en jeu.

2) Pourquoi ce phénomène est rapide.

3) Que valent, en régime permanent, la tension U_C aux bornes du condensateur et l'intensité du courant dans le circuit.

B) A l'instant pris comme origine des dates, on bascule l'interrupteur en position (2).

Le phénomène est suivi à l'aide d'un oscilloscope à mémoire permettant l'enregistrement et le trace de la courbe $U_C = f(t)$. (courbe de la figure 2).

1) En respectant les conventions d'orientation du circuit

a) Préciser le signe de l'intensité du courant lors de la décharge.

Faire un schéma sur lequel indiquer le sens réel du courant et celui de la circulation des électrons.

b) En appliquant les relations algébriques liant les grandeurs électriques, établir l'équation différentielle qui réagit les variations de la tension U_C au cours de la décharge du condensateur.

c) Vérifier que $U_C = E e^{-t/RC}$ est une solution de cette équation différentielle.

2) Analyse graphique :

a) Sous quelle forme est dissipée l'énergie électrostatique au cours de la décharge du condensateur.

b) Sachant que l'énergie dissipée pendant les 20 premières millisecondes est $E_d = 2,31 \cdot 10^{-4} J$, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

c) Déterminer la valeur de constante de temps τ du dipôle RC.

d) En déduire la valeur de R .

e) Déterminer alors la valeur de l'intensité du courant dans le circuit au début de la décharge ($t = 0$).

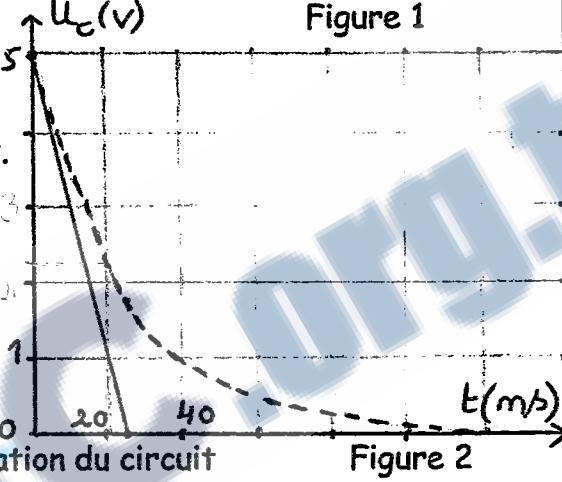
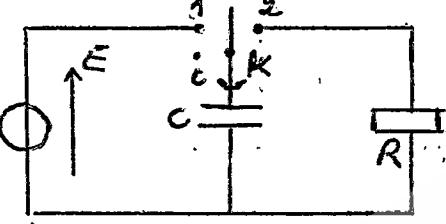


Figure 2

Série n° 16

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Le circuit de la figure 1 comporte, en série, un générateur de courant d'intensité $I = 1,8\text{mA}$, un interrupteur k et un condensateur de capacité C initialement chargé dont q_0 est la charge de son armature A.

A l'instant de date $t = 0\text{s}$, on ferme l'interrupteur k et le condensateur commence à se charger.

Quand la tension u_C atteindra la valeur 20V , on ouvrira l'interrupteur k . Soit T la durée de la charge du condensateur. Le système d'acquisition de données représenté sur la figure 1 donne la courbe de la figure 2 qui représente les variations dans le temps de la tension u_C aux bornes du condensateur.

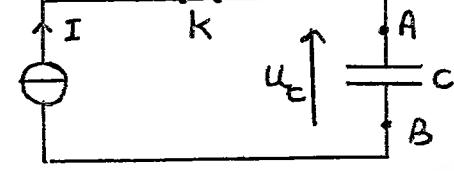


Figure 1

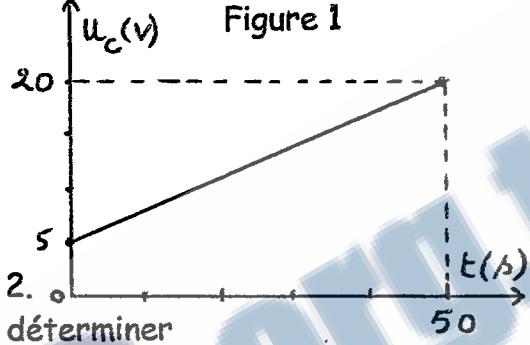


Figure 2

- 1) Justifier l'allure de la courbe de la figure 2.
- 2) En se servant de la courbe de la figure 2, déterminer
 - a) La durée T , la capacité C et la charge électrique q_0 .
 - b) L'énergie potentielle électrique W_0 emmagasinée par le condensateur à $t = 0\text{s}$.
 - c) La charge électrique maximale Q_{\max} de l'armature A. En déduire celle de l'armature B.
- 3) On débranche le condensateur chargé à Q_{\max} puis on le ferme sur un conducteur ohmique de résistance R . (Voir le circuit de la figure 3). Au cours du temps, les variations de la tensions u_C aux bornes du condensateur sont données par la courbe de la figure 4.

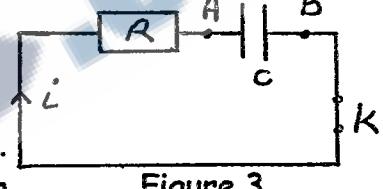


Figure 3

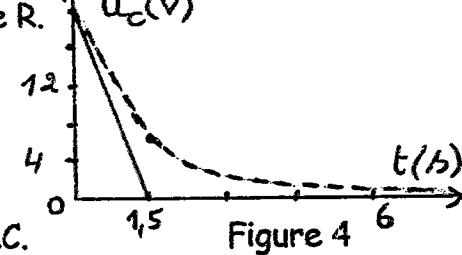


Figure 4

- a) Définir la constante de temps τ d'un dipôle RC.
- b) Montrer que l'équation différentielle qui régit les variations de la tension u_C peut s'écrire sous la forme : $\tau \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = 0$
- c) On cherche une solution à l'équation différentielle ci-dessus sous la forme : $u_C(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$. A et B sont des constantes. En utilisant les conditions aux limites, déterminer les valeurs de A et B.
- d) En indiquant la méthode utilisée, déterminer la valeur τ . En déduire la résistance R du conducteur ohmique.
- e) Montrer qu'à tout t la charge électrique q du condensateur et le courant électrique i de décharge sont donnés par la relation suivante : $q(t) = -\tau i(t)$.
- f) A quelle date t_1 la valeur du courant de la décharge sera $i_1 = -24\text{ mA}$.
- g) Définir le temps $t_{1/2}$ de demi décharge du condensateur. Déterminer graphiquement et numériquement sa valeur.

Série n° 17

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

On considère le circuit électrique de la figure 1 formé par un générateur idéal de tension de f.e.m. E , un condensateur de capacité C initialement déchargé, un résistor de résistance R et un interrupteur K . A l'instant $t_0 = 0s$, on ferme l'interrupteur K . A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on visualise la tension u_g aux bornes du générateur et la tension u_R aux bornes du résistor lors de la charge du condensateur.

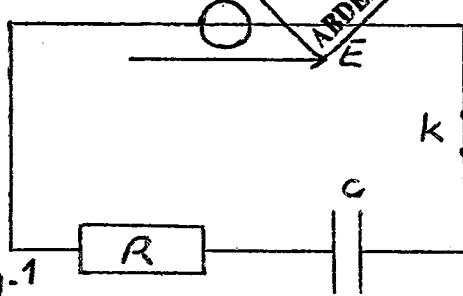


Fig.1

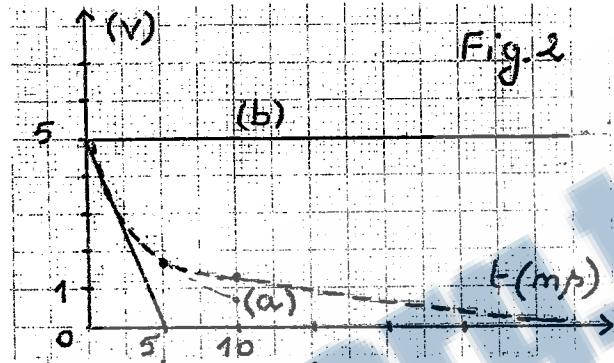


Fig.2

- 1) Compléter le schéma de la figure 1 en ajoutant les connexions vers l'oscilloscope permettant de visualiser la tension $u_g(t)$ sur la voie Y_1 et la tension $u_R(t)$ sur la voie Y_2 .
- 2) Etablir l'équation différentielle régissant la variation de u_R en fonction du temps.
- 3) L'équation différentielle précédente a pour solution : $u_R(t) = A \cdot e^{-\alpha t}$ où A et α sont des constantes. Montrer que : $A = E$ et $\alpha = 1/\tau$. ($\tau = R \cdot C$)
- 4) Les oscillosogrammes obtenus sur l'écran de l'oscilloscope sont donnés dans la figure 2.
 - a) La quelle des deux courbes (a) et (b) correspond à $u_g(t)$?
 - b) Déterminer :
 - * la valeur de E .
 - * la valeur approximative de la constante de temps τ .
 - * la tension u_R à la date $t_1 = 10 \text{ ms}$.
 - c) Sachant que l'énergie emmagasinée par le condensateur à la date t_1 est $E_e = 3,065 \cdot 10^{-5} \text{ J}$, calculer la valeur de C .
 - d) En déduire R .
 - e) Déterminer la valeur maximale I_{\max} de l'intensité du courant.
- 5) On refait l'expérience précédente en remplaçant le résistor de résistance R par un autre de résistance R' légèrement inférieur à R .
 - a) Représenter sur la figure 2 la nouvelle allure de la tension aux bornes du résistor.
 - b) Dire, en le justifiant, si la valeur de l'énergie E'_e emmagasinée par le condensateur à l'instant t_1 va être supérieure, inférieure ou égale à $E_e = 3,065 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

Série n° 18

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

La figure 1 montre l'association en série d'un générateur de tension idéal de f.e.m E , d'un ampèremètre, d'un condensateur de capacité C , d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un interrupteur k .

A $t=0s$, on ferme l'interrupteur k .

1) Quel est le phénomène électrique qui prend naissance dans ce circuit ?

2) Un système d'acquisition adéquat, non représenté sur la figure 1, donne la courbe de la figure 2 représentant les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur au cours du temps t .

- Déterminer graphiquement la valeur de E .
- Calculer R sachant qu'à $t = 0s$, l'ampèremètre indique la valeur $i = 2,5mA$.

- A quelle date t_0 , le condensateur maintient entre ses bornes une tension $u_C = 0,63 E$?
- Que représente la date t_0 ? En déduire la valeur de C .

- Calculer la valeur de u_R à la date t_0 .

En déduire l'indication de l'ampèremètre à cette date.

3) Montrer qu'au cours de la charge du condensateur, le courant i est positif.

4) Reproduire la courbe de la figure 2 et tracer dans le même système d'axe l'allure de la tension u_R .

5) Quand on remplace le conducteur ohmique précédent par un deuxième de résistance R' , on constate la constante du temps du dipôle $R'C$ vaut $3,5ms$.

- Déterminer la valeur de R' .
- Reproduire la courbe de la figure 2 et tracer dans le même système d'axe l'allure de la tension u_C aux bornes du condensateur. Conclure.

6) L'équation de la courbe de la figure 2 est solution d'une équation différentielle reliant R, C, E, u_C et du_C/dt ...

- Etablir cette équation différentielle.
- Vérifier que $u_C(t) = E(1 - e^{-t/RC})$ est solution de cette équation différentielle.
- Quelles conditions initiales vérifie-t-elle cette solution ?
- Exprimer en fonction de la constante de temps τ du dipôle RC la date t pour laquelle $u_R = u_C$.

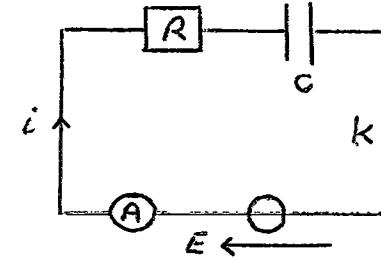


Figure 1

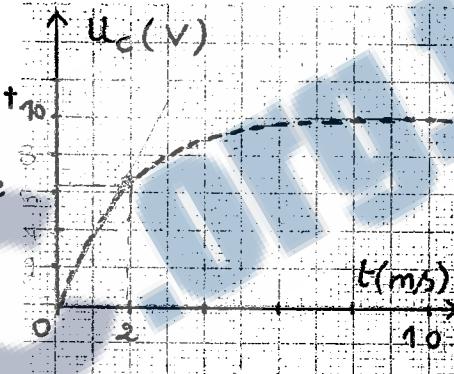


Figure 2

Série n° 19

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Le montage du circuit schématisé par la figure-1- comporte :

- * Un générateur idéal de tension de f.e.m.E.
- * Un conducteur ohmique de résistance R inconnue.
- * Un condensateur initialement déchargé de capacité $C = 5\mu F$.
- * Un interrupteur K.

I) A $t = 0$ on ferme K en position-1-

- 1) a) Interpréter le phénomène physique qui se produit au niveau du condensateur.
- b) Préciser le sens de circulation des électrons et celui du courant réel i dans le circuit.
- c) Comparer q_A et q_B , donner l'expression de i en fonction de la charge q_A portée par l'armature A du condensateur.
- 2) a) Etablir l'équation différentielle en fonction de la charge q .
- b) La solution de cette équation est de la forme : $q(t) = A.e^{-\alpha t} + B$.
On donne l'expression de $i(t) = 10^{-2}.e^{-200t}$, t en (s) et i en (A), déduire les valeurs des constantes A , B et α .
- 3) On enregistre l'évolution des tensions $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et $u_R(t)$ aux bornes du résistor à l'aide d'un oscilloscope à mémoire on obtient la figure-2-.

- a) Faire le branchement de l'oscilloscope pour visualiser ces deux tensions.
- b) Quelle est la courbe qui correspond à $u_C(t)$? Courbe (a) ou courbe (b). Justifier la réponse.
- c) Identifier la sensibilité verticale et la sensibilité horizontale utilisées.
- d) * Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ en précisant sur l'une des courbes la méthode utilisée.

* Cette valeur est-elle prévisible à partir de l'expression de $i(t)$?

* En déduire la valeur de R.

II) Le condensateur étant complètement chargé on ouvre K et on ramène l'interrupteur à la position-2-.

- 1) Calculer l'énergie dissipée dans le résistor à $t = 5\tau$ (durée supposée correspondante à la décharge totale du condensateur).
- 2) Tracer $u_C(t)$ sur la figure-2-.
- 3) a) Calculer la valeur de l'intensité de courant à $t=0$ (passage à la position-2-).
b) Quel est le sens du courant pendant cette phase.
- 4) On charge de nouveau le condensateur puis à $t = 0$ on le décharge à travers un autre résistor de résistance $R' = R/2$.
 - a) Calculer l'énergie emmagasinée dans le condensateur à $t = 0$.
 - b) Tracer sur la figure-2- en faisant le calcul nécessaire la courbe $u_C(t)$.

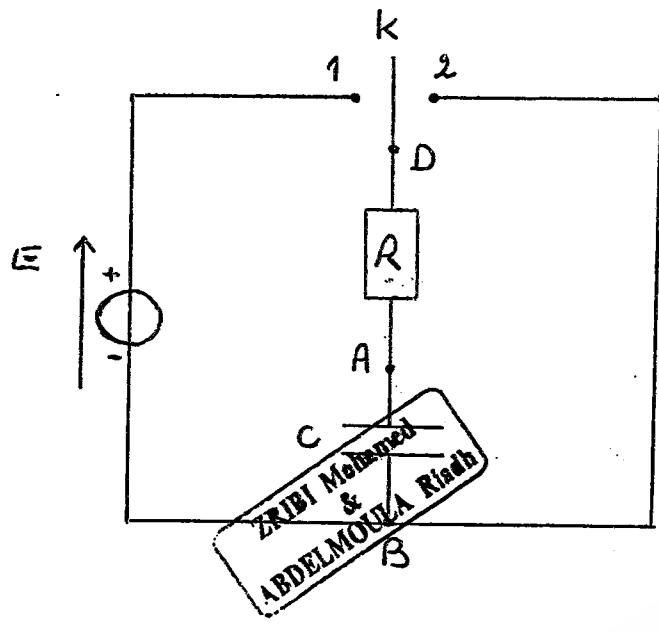


Fig. 1

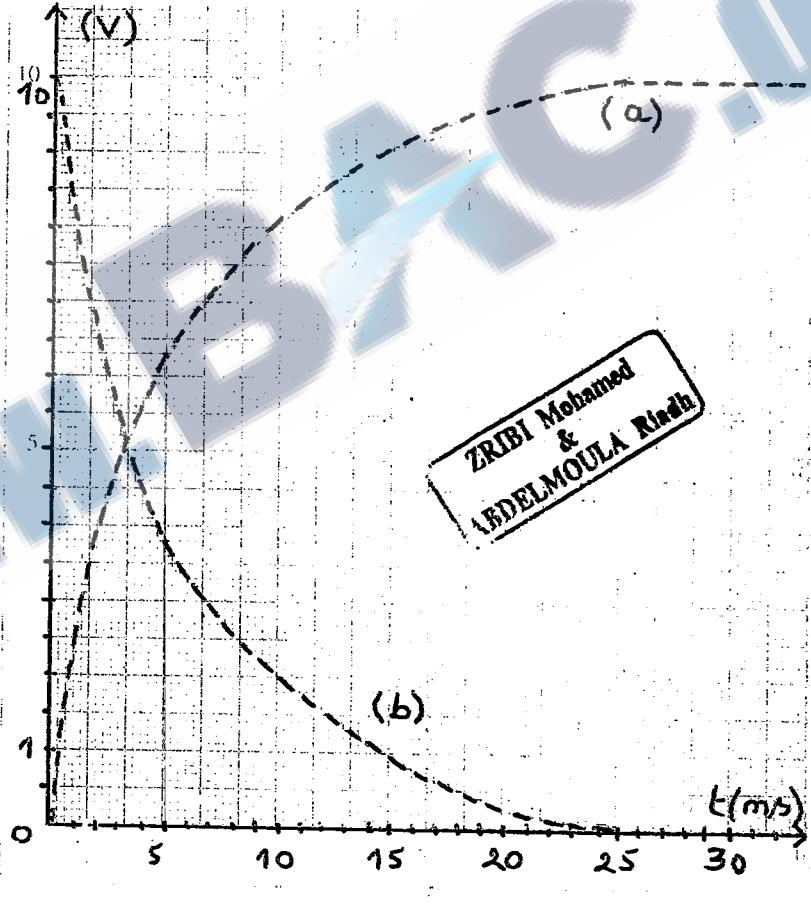


Fig. 2

Série n° 20

Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula et zribi

Un générateur de tension de f.e.m. E est branché aux bornes d'un dipôle RC constitué par un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C ayant initialement la tension $u_{C0} = u_{AB} > 0$ entre ses bornes. Voir figure 1.

À $t = 0$, on ferme l'interrupteur et à l'aide d'un système d'acquisition non représenté sur la figure on obtient la courbe de la figure 2 qui représente les variations de la tension u_R en fonction de la charge q du condensateur.

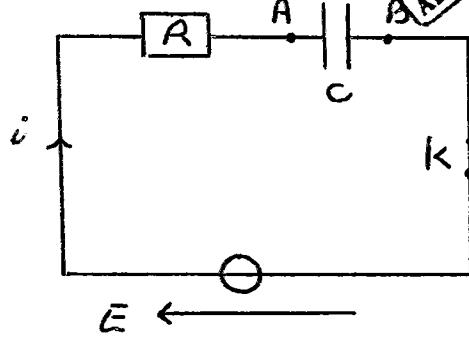
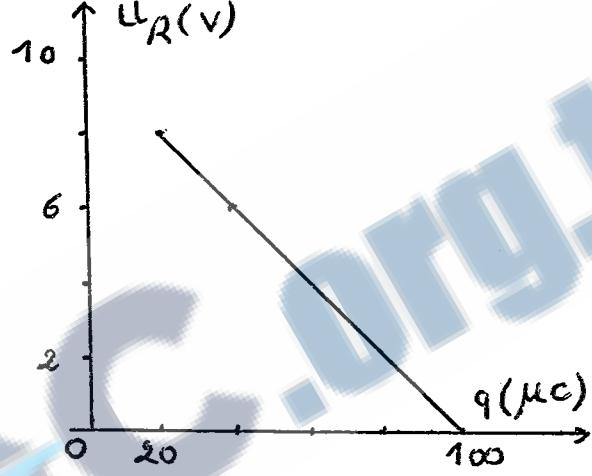


Fig. 1



- 1) Justifier l'allure de cette courbe.
- 2) Déterminer à partir de la courbe de la figure 2 la capacité C et la charge électrique q_0 emmagasinée par le condensateur à $t = 0$.
- 3) a) Quelle est la valeur maximale Q_{\max} de la charge électrique emmagasinée par le condensateur ?
b) En déduire la valeur de E et celle de la tension u_{C0} .
c) Reproduire la figure 2 et tracer la courbe des variations de u_C en fonction de q .
d) Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à $t = 0$.
- 4) Pour un courant de charge d'intensité $i = 3mA$, le condensateur emmagasine la charge électrique $q = 40\mu C$.
 - a) Montrer que $R = 2000\Omega$.
 - b) Calculer la constante de temps τ du dipôle RC.
- 5) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C .
- 6) On cherche une solution de l'équation différentielle trouvée précédemment de la forme $u_C(t) = A e^{-t/\tau} + B$.
En écrivant les conditions aux limites, déterminer en fonction des données de l'exercice les expressions des constantes A et B .
- 7) Représenter les allures des tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$.

Série n° 21

Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula et zribi

Un échelon de tension de valeur $E = 10V$ alimente un condensateur de capacité C initialement déchargé et un conducteur ohmique de résistance R associés en série et ceci comme le montre la figure 1.

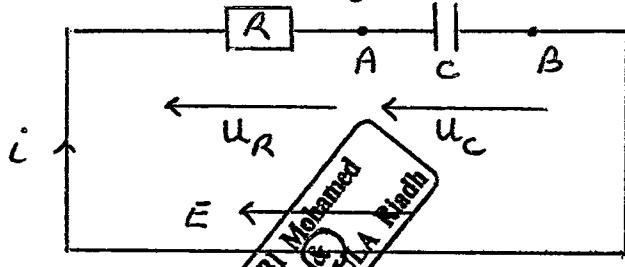
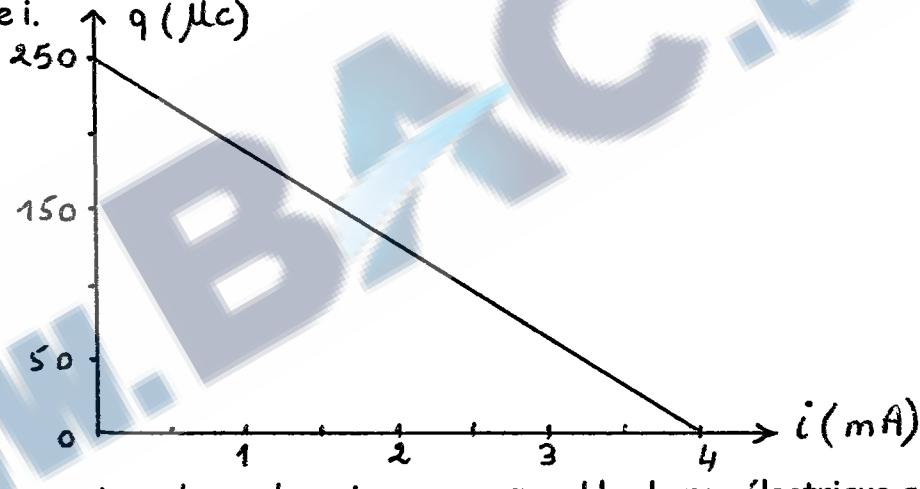


Figure 1

Un système d'acquisition de données adéquat relié à un ordinateur et non représenté sur la figure 1 permet de suivre l'évolution de la charge q du condensateur et de l'intensité i du courant électrique circulant dans le circuit au cours du temps. A la date $t = 0s$, l'interrupteur k est fermé et l'ordinateur fournit la courbe de la figure 2 qui correspond aux variations de q en fonction de i .

Figure 2



- 1) A quelle armature du condensateur correspond la charge électrique q ?
- 2) a) Justifier l'allure de la courbe de la figure 2.
 - b) Déterminer la capacité C du condensateur et la constante du temps τ du dipôle RC. En déduire la valeur de la résistance R .
- 3) Calculer l'énergie W_1 emmagasinée par le condensateur quand un courant d'intensité $i_1 = 1,6mA$ circule dans le circuit.
- 4) Reproduire la figure 1 et ajouter les branchements de l'oscilloscope bicourbe qui permet de visualiser sur la voie 1 la tension u_R et sur la voie 2 la tension u_C .
- 5) a) Représenter l'allure des variations de u_R en fonction du temps t .
 - b) Comment varie cette allure si on remplace le conducteur ohmique de résistance R par un deuxième de résistance $R' = 2R$?

Série n° 2.2

Le dipôle RC

Prof : Abdelmoula et zribi

Un générateur de tension supposé idéal de f.e.m. E est branché aux bornes d'une branche électrique constituée par un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur, initialement déchargé, de capacité C montés en série. Voir figure 1

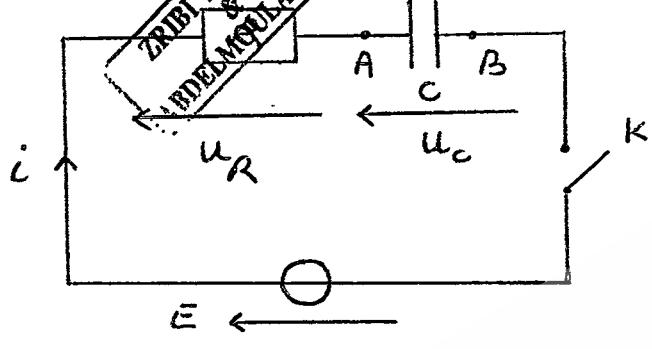
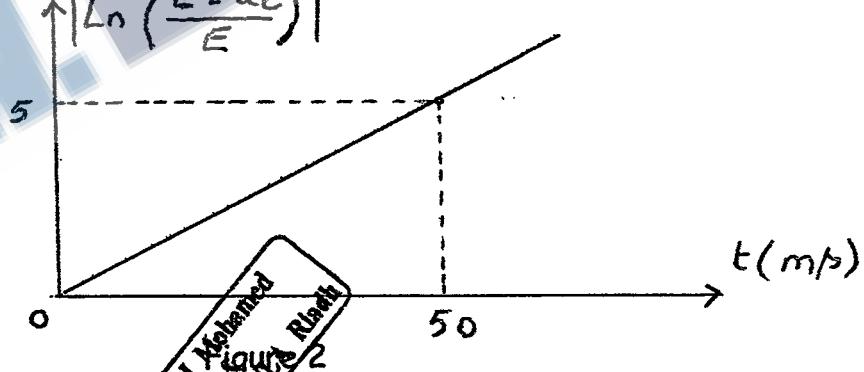


Figure 1

- 1) Etablir la relation liant la tension u_C aux bornes du condensateur, sa dérivée première du_C/dt , R , C , et E .
- 2) a) Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme : $\tau (du_C/dt) + u_C = E$; $\tau = R C$.
b) Donner, dans système international, l'unité de τ .
c) Donner la définition et la signification physique de τ .
- 3) Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$.
- 4) Un système d'acquisition adéquat permet de suivre l'évolution de la tension u_C et de représenter la courbe de la figure 2.



- a) Justifier l'allure de cette courbe.
- b) Déterminer la valeur de τ .
- c) En déduire R sachant que $C = 2,5 \mu F$.
- 5) A la date $t_0 = 40ms$, la valeur de la tension aux bornes du condensateur est $U_{C0} = 7,86V$.
 - a) Déterminer la f.e.m. E du générateur.
 - b) En déduire à cette date l'intensité du courant électrique dans le circuit.