

Série n° 1

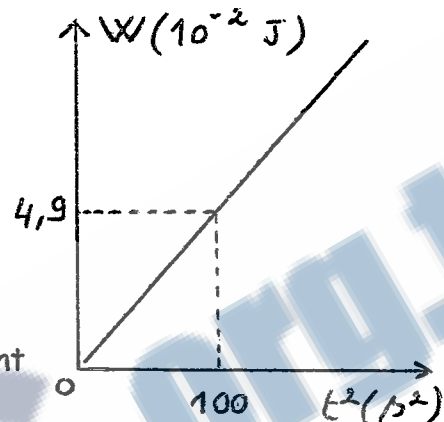
Le dipôle RC

Profs : 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  $u_1 = 5 \text{ V}$ .
- 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  $U_{cc} = 10 \text{ V}$ .



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  $\mu\text{F}$ , la capacité  $C$  du condensateur.
- 6) a) Rappeler, en fonction de  $C$  et  $u$ , 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  $\text{mC}$ , la charge électrique emmagasinée par le condensateur au moment du claquage.  
b) Déterminer  $U_{cc}$  la tension de claquage de ce condensateur.

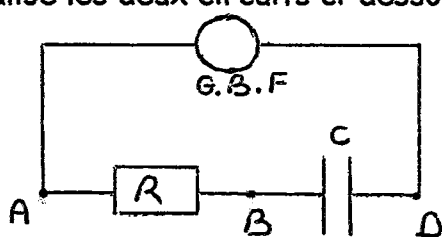
Série n° 2

Le dipôle RC

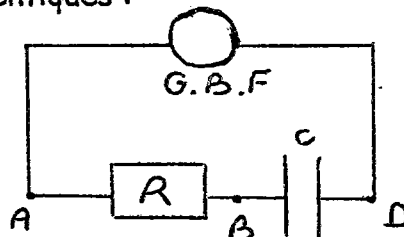
Profs : Abdelmoula et zribi

### Exercice n° 1 :

On réalise les deux circuits ci-dessous identiques :

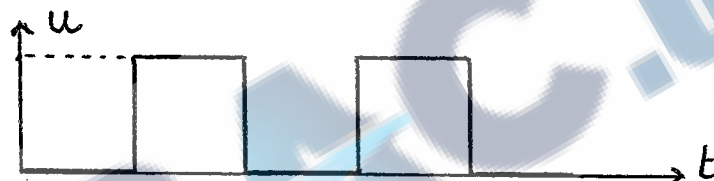


Circuit 1



Circuit 2

- 1) Indiquer les branchement 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 :



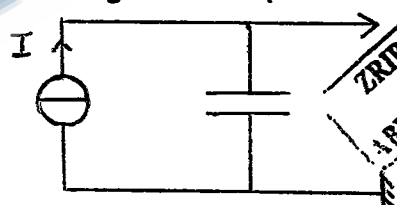
Donner, sur un schéma analogue, l'allure des courbes obtenues sur les voies B des circuits 1 et 2 en expliquant les différentes parties de ces courbes.

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

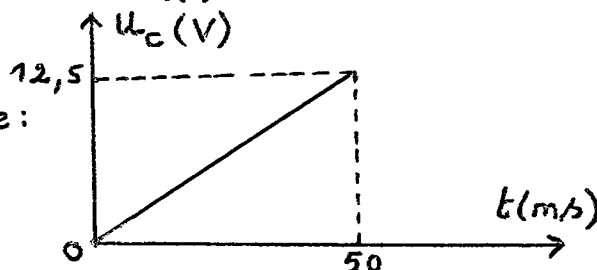
### Exercice n°2 :

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.



On observe :



- 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.

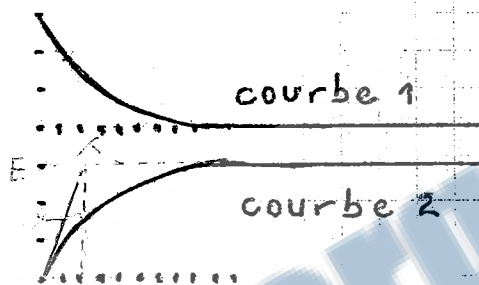
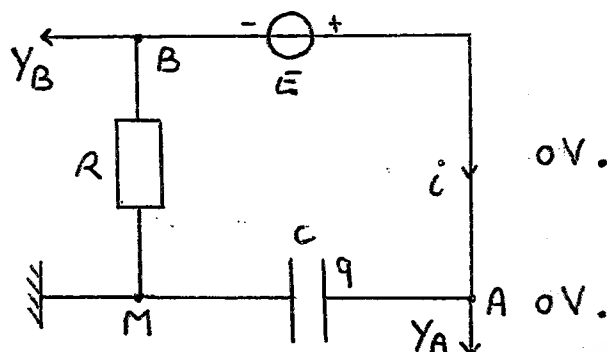
Série n° 3

Le dipôle RC

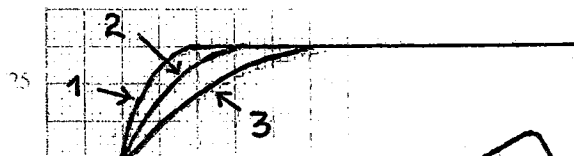
Profs : Abdelmoula  
et zribi

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 :  $0,5\text{ms.div}^{-1}$
  - Sensibilité verticale sur la voie A et la voie B :  $2\text{V.div}^{-1}$ .



- 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'oscillogramme :
  - \* 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  $\tau$  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  $\tau$  sont-elles modifiées ? Si oui, dans quel sens ?
  - b) L'oscillogramme 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  $\tau$  sont-elles modifiées ? Si oui, dans quel sens ?

Série n° 4

Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula  
et zribi

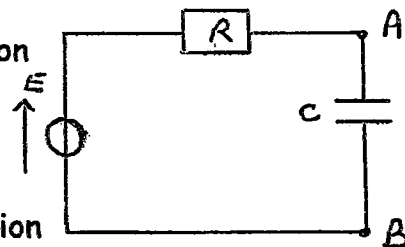
### Exercice n° 1 :

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  $\tau$  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.



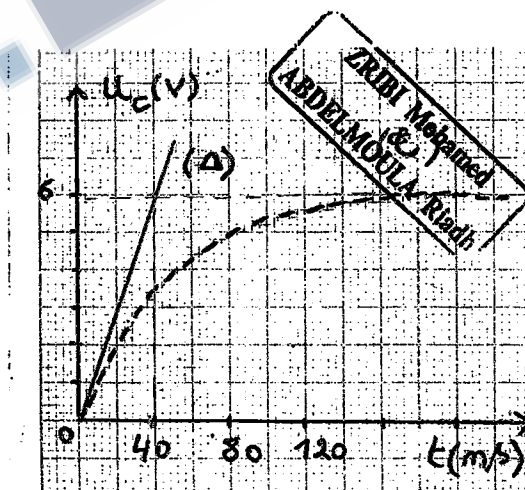


Fig. 2

Série n° 5

Le dipôle RC

Profs : 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  $C$  initialement déchargé.
- \* un interrupteur K qui a été fermé à  $t=0s$ .

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

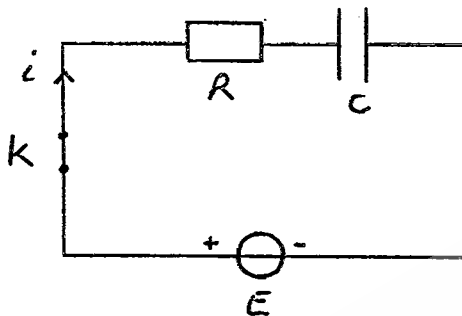


Fig. 1

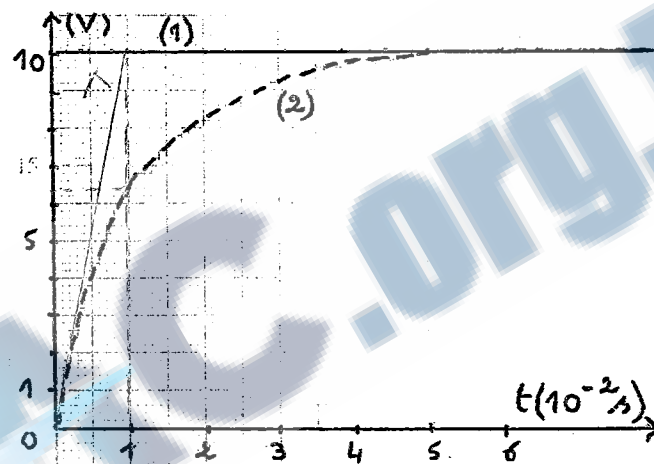


Fig. 2

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:

$$u_C = A e^{-at}$$

Trouver les expressions de A et a 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  $t=0,02s$ .

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

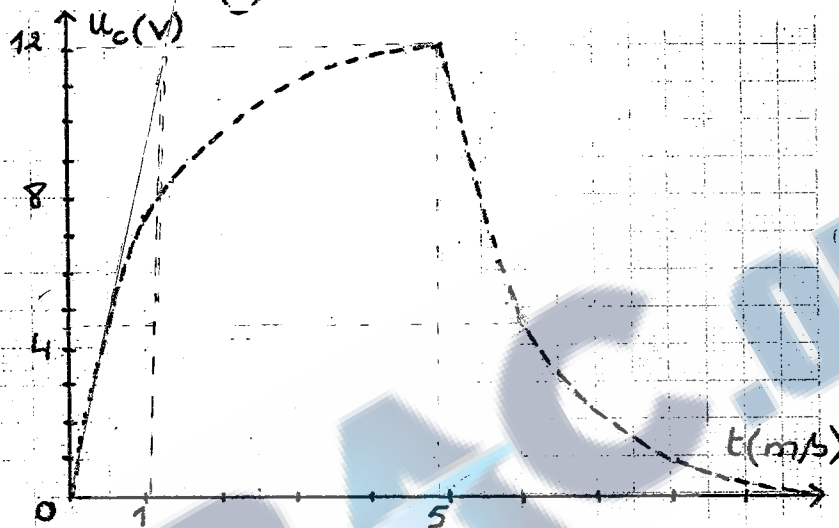
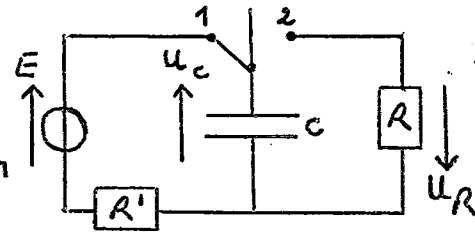
Profs : Abdelmoula et zribi

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  $R = 500\Omega$ .

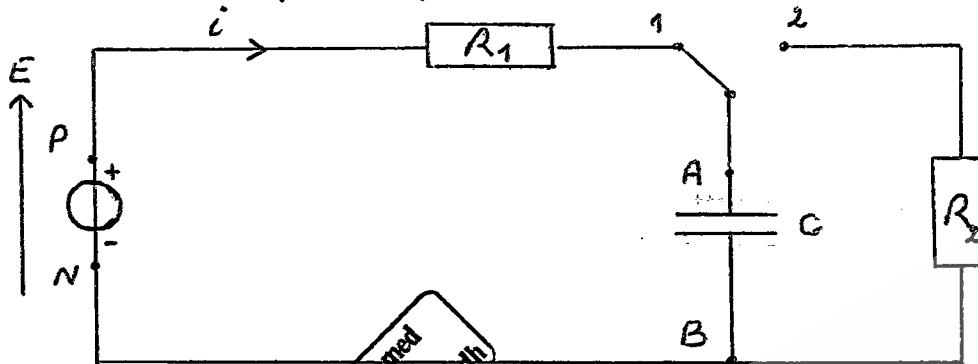
- 1) En appliquant la loi d'additivité des tensions lors de la décharge, établir la relation entre les tensions aux bornes des différents dipôles.  
Montrer que l'on obtient, pour  $t > 0$  :  $RC \cdot dU_c / dt + U_c = 0$ .
- 2) Vérifier que la solution  $U_c(t)$  de l'équation différentielle établie 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  $\tau$  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

Profs : Abdelmoula  
et zribi

On considère le circuit représenté par le schéma suivant :



A) Le condensateur, étant déchargé, 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 :  

$$u_c(t) = E (1 - e^{-t/R_1 C})$$
 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 (A) du condensateur.
- b) Vérifier que l'expression :  

$$q(t) = CE.e^{-t/R_2 C}$$
 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

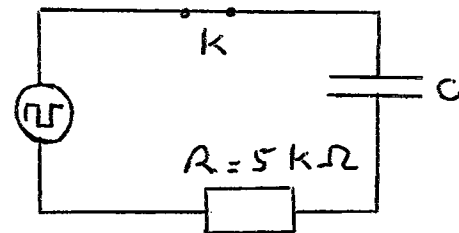
Profs : Abdelmoula et zribi

On réalise le montage suivant :  
Le générateur délivre un échelon de tension de période :  $T = 0,12s$  tel que :

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

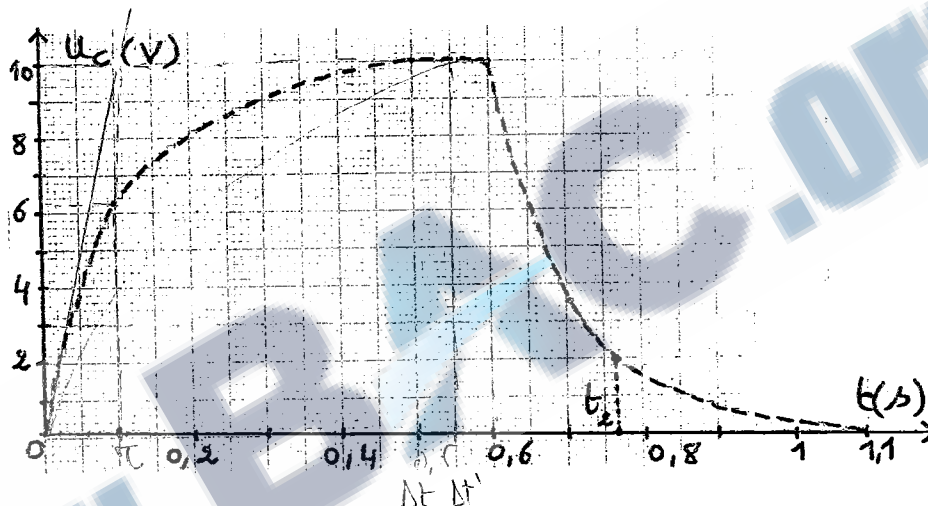
\*  $u = 0$  pour  $t \in ]T/2, T]$

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire on 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 :



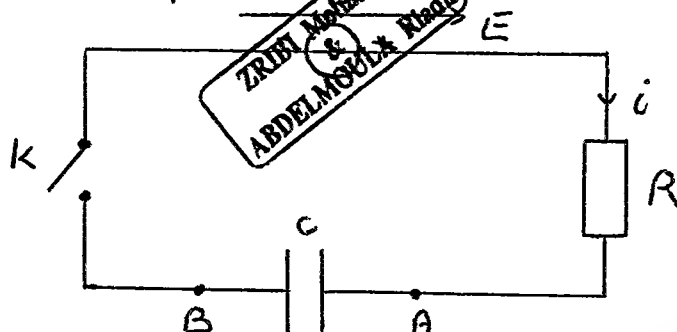
- Quelle est la tension représentée ? Justifier.
- Préciser le signe et le mode de variation de l'intensité du courant au cours de chaque demi-période.
- Au cours de la charge du condensateur on a :  $u_C(t) = E(1 - e^{-t/RC})$ .
  - Montrer que le produit :  $(RC)$  est équivalent à une durée. Cette durée est la constante de temps notée :  $\tau$ .
  - Utiliser deux méthodes pour déterminer la valeur de  $\tau$ .
  - Déduire la valeur de la capacité.
  - Que deviendrait l'allure de  $u_C(t)$  avec la même résistance et une capacité plus grande ?
  - Calculer la durée :  $\theta$  au bout de laquelle, le condensateur acquiert 99,9% de sa charge maximale.
- Calculer l'énergie dissipée, par effet Joule, dans le résistor entre les dates :  $t_1 = T/2$  et  $t_2$ .

Série n° 9

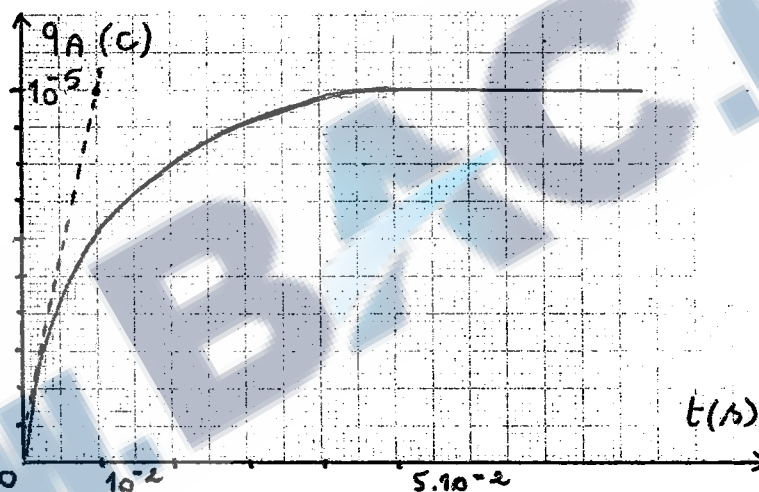
Le dipôle RC

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 :



A 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 qui abscisse  $t$  ?  
b) En utilisant la remarque du 3) 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 résistance  $R$ , un condensateur polarisé de capacité  $C$  initialement déchargé et un interrupteur  $k$ .

A  $t = 0s$ , 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.

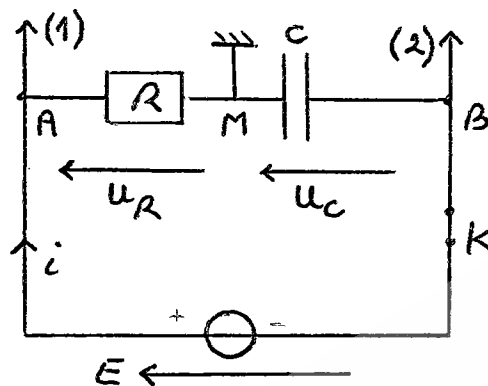


Figure 1

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

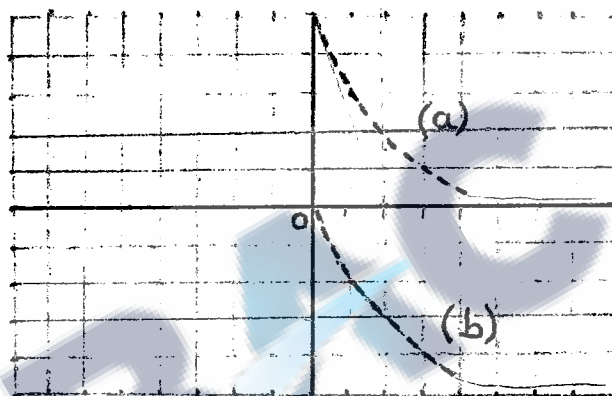


Figure 2

- 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  $\tau$  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

Profs : 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. A la date  $t = 0s$ , on ferme l'interrupteur  $k$ . La courbe des variations de  $q$  est donnée par la figure 2.

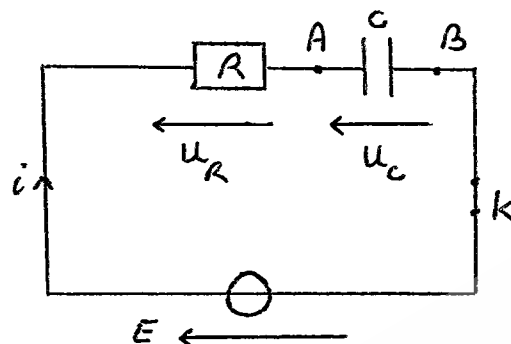


Figure 1

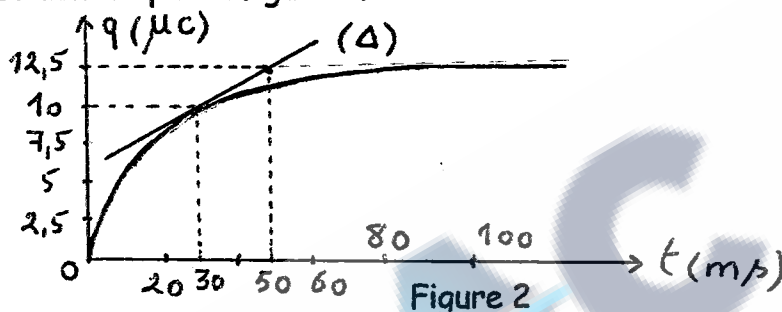


Figure 2

- 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  $(\Delta)$  représentée sur la figure 2, déterminer, à la date  $t = 30ms$ , l'intensité  $i$  de 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  $\tau$  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  $\tau'$  du dipôle RC'.  
b) Comparer  $\tau$  et  $\tau'$ . 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

Profs : 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.

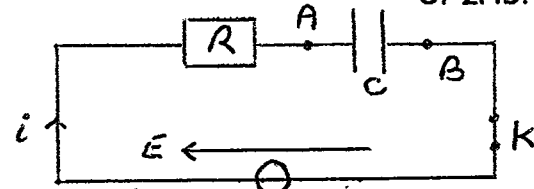


Figure 1

Un dispositif d'acquisition de données est 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  $t = 0s$ , 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  $q(t)$ .

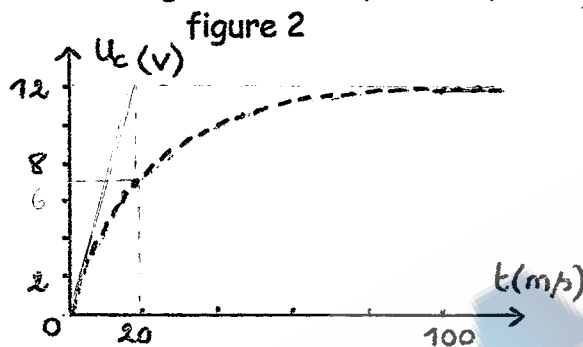


figure 2

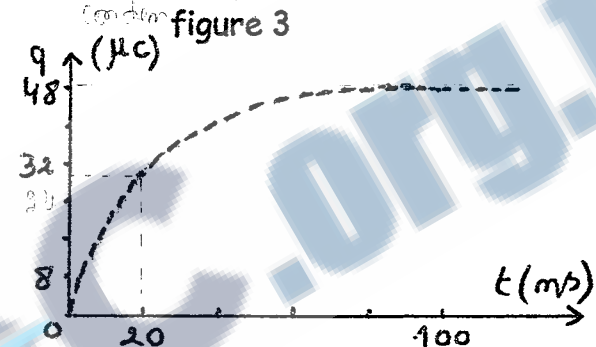


figure 3

- 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  $t_1 = 20ms$ .
- 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  $\mu F$ , la capacité  $C$ .  
a) Définir la constante du temps  $\tau$  d'un dipôle RC.  
b) En indiquant la méthode utilisée, déterminer la valeur de  $\tau$ .  
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  $\alpha$  et  $\beta$  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  $\alpha$  et  $\beta$ .  
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

Profs : 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  $S$ ,  $e$ ,  $\epsilon_r$  et la permittivité  $\epsilon_0$  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.

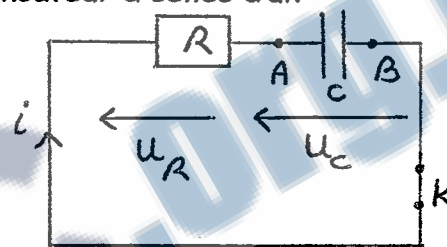


Figure 1

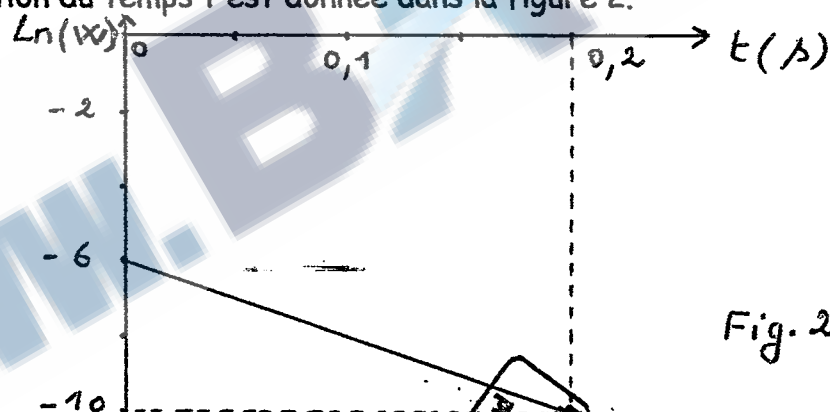


Fig. 2

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

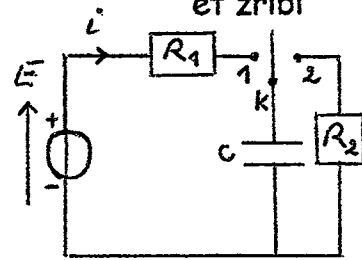
Série n° 14

Le dipôle RC

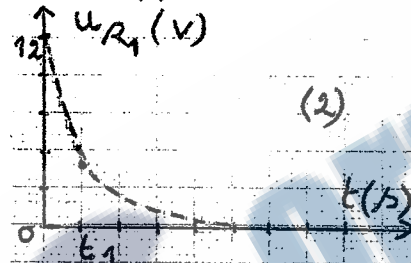
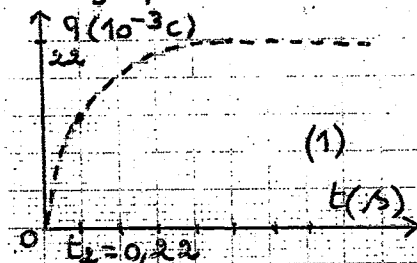
Profs : Abdelmoula et zribi

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  $u_{R1}(t)$  aux bornes du résistor ( $R_1$ )



- 1) a) Etablir à un instant de date  $t$  quelconque la relation entre  $q$ ,  $u_{R1}$ ,  $E$  et  $C$ .  
 b) Montrer qu'à la date  $t = 0$ , la tension  $u_{R1}$  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  $\tau$  d'un dipôle RC. Montrer qu'elle a la dimension d'un temps.  
 b) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de  $u_{R1}$  au cours du temps peut s'écrire sous la forme :  $(d u_{R1}/dt) + (1/\tau_1) u_{R1} = 0$  avec  $\tau_1 = R_1.C$ .  
 c) La solution générale de cette équation est de la forme :  $u_{R1} = A e^{-\alpha t} + B$ . Exprimer  $A$ ,  $B$  et  $\alpha$  et vérifier que :  $u_{R1}(t) = E e^{-t/\tau_1}$ .

- 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  $u_{R1} = u_C$ .

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

- 1) a) Ecrire la loi des mailles correspondante.  
 b) Montrer qu'à la date  $t = 0$ , la tension  $u_{R2} = -E$ .
- 2) La tension aux bornes du résistor ( $R_2$ ) est donnée par l'expression :  $u_{R2} = -E e^{-t/\tau_2}$  avec  $\tau_2 = R_2.C$ .  
 a) Sachant qu'à la date  $t_3 = 12,65.10^{-2}$ s, la charge du condensateur  $q = 11.10^{-3}$ C, calculer  $R_2$ .  
 b) Représenter l'allure de la courbe  $u_{R2}(t)$  en précisant la date à laquelle le condensateur est déchargé complètement à 1% près.

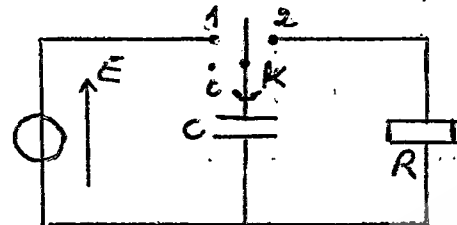


Série n° 15.

Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula  
et zribi

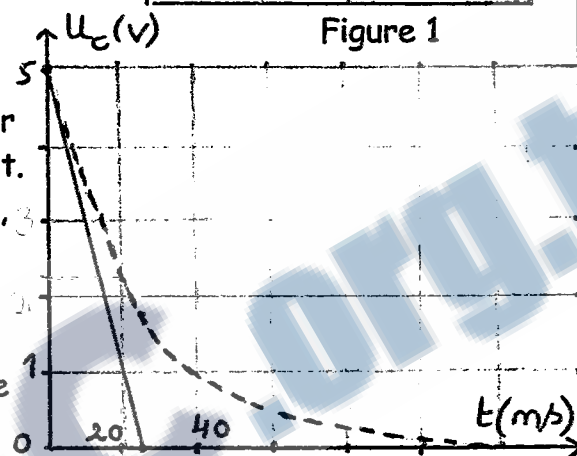
On réalise le montage suivant comportant, un générateur idéal de f.e.m  $E = 5V$ , un condensateur de capacité  $C$  et un conducteur ohmique de résistance  $R$ .



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 régit 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  $\tau$  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 ( $t = 0$ ).



Série n° 16

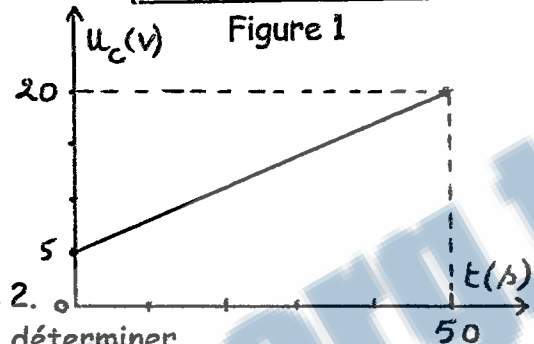
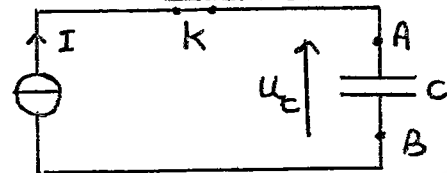
Le dipôle RC

Profs : Abdelmoula  
et zribi

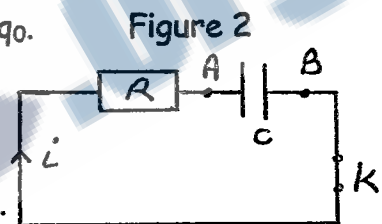
Le circuit de la figure 1 comporte, en série, un générateur de courant d'intensité  $I = 1,8\text{mA}$ , un interrupteur  $k$  et un condensateur de capacité  $C$  initialement chargé dont  $q_0$  est la charge de son armature A.

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  $20\text{V}$ , on ouvrera l'interrupteur  $k$ . Soit  $T$  la durée de la charge du condensateur. Le système d'acquisition de données non 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.

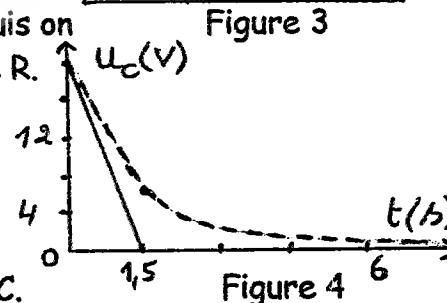


- Justifier l'allure de la courbe de la figure 2.
- En se servant de la courbe de la figure 2, déterminer
  - La durée  $T$ , la capacité  $C$  et la charge électrique  $q_0$ .
  - L'énergie potentielle électrique  $W_0$  emmagasinée par le condensateur à  $t = 0\text{s}$ .
  - La charge électrique maximale  $Q_{\text{max}}$  de l'armature A. En déduire celle de l'armature B.



3) On débranche le condensateur chargé à  $Q_{\text{max}}$  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.



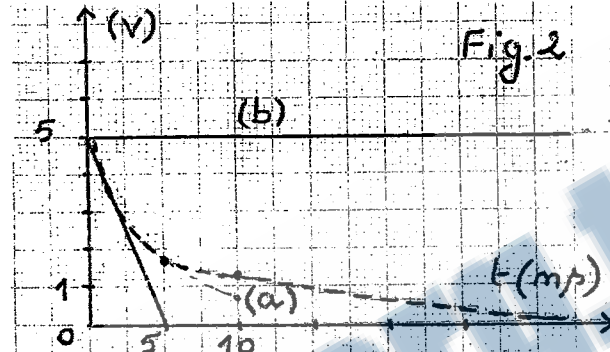
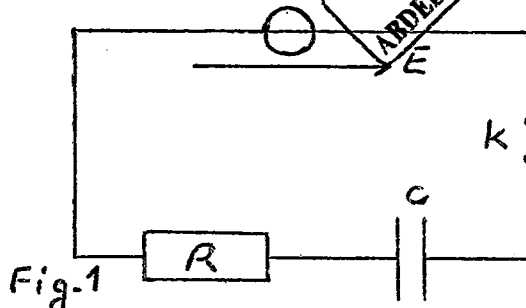
- Définir la constante de temps  $\tau$  d'un dipôle RC.
- Montrer que l'équation différentielle qui régit les variations de la tension  $u_c$  peut s'écrire sous la forme :  $\tau \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$
- On cherche une solution de l'équation différentielle ci-dessus sous la forme :  $u_c(t)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

Série n° 17

Le dipôle RC

Profs : 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.



- 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 :  $u_R(t) = A.e^{-\alpha t}$  où  $A$  et  $\alpha$  sont des constantes. Montrer que :  $A = E$  et  $\alpha = 1/\tau$  ( $\tau = R.C$ )
- 4) Les oscillogrammes 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  $\tau$ .
    - \* la tension  $u_R$  à la date  $t_1 = 10$  ms.
  - c) Sachant que l'énergie emmagasinée par le condensateur à la date  $t_1$  est  $E_e = 3,065.10^{-5}J$ , 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  $E_e = 3,065.10^{-5}J$ .

Série n° 18

Le dipôle RC

Profs : 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  $k$ .

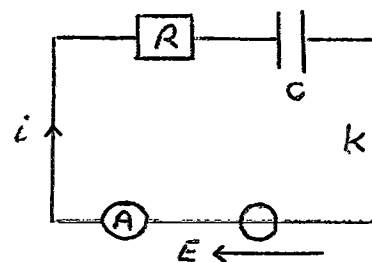


Figure 1

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  $t$ .

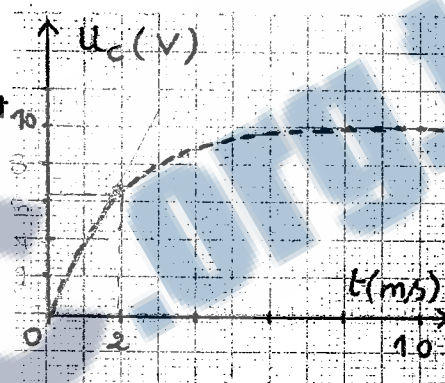


Figure 2

a) Déterminer graphiquement la valeur de  $E$ .

b) Calculer  $R$  sachant qu'à  $t = 0s$ , l'ampèremètre indique la valeur  $i = 2,5mA$ .

c) A quelle date  $t_0$ , le condensateur maintient entre ses bornes une tension  $u_c = 0,63 E$  ?

d) Que représente la date  $t_0$  ? En déduire la valeur de  $C$ .

e) 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 de temps du dipôle  $R'C$  vaut  $3,5ms$ .

a) Déterminer la valeur de  $R$ .

b) 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  $du_c/dt$ ...

a) Etablir cette équation différentielle.

b) Vérifier que  $u_c(t) = E(1 - e^{-t/RC})$  est solution de cette équation différentielle.

c) Quelles conditions initiales vérifie-t-elle cette solution ?

d) Exprimer en fonction de la constante de temps  $\tau$  du dipôle RC la date  $t$  pour laquelle  $u_R = u_c$ .



Série n° 19

Le dipôle RC

Profs : 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  $C = 5\mu\text{F}$ .
- \* 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  $\alpha$ .

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  $\tau$  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 du 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  $u_C(t)$ .



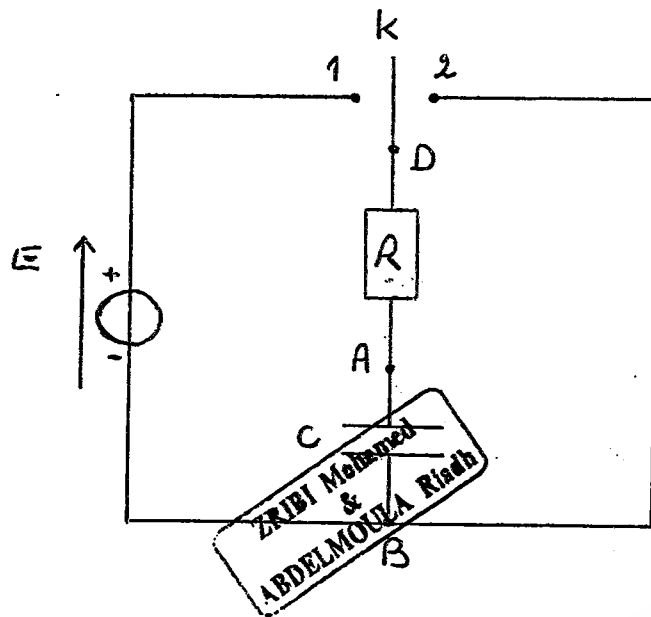


Fig. 1

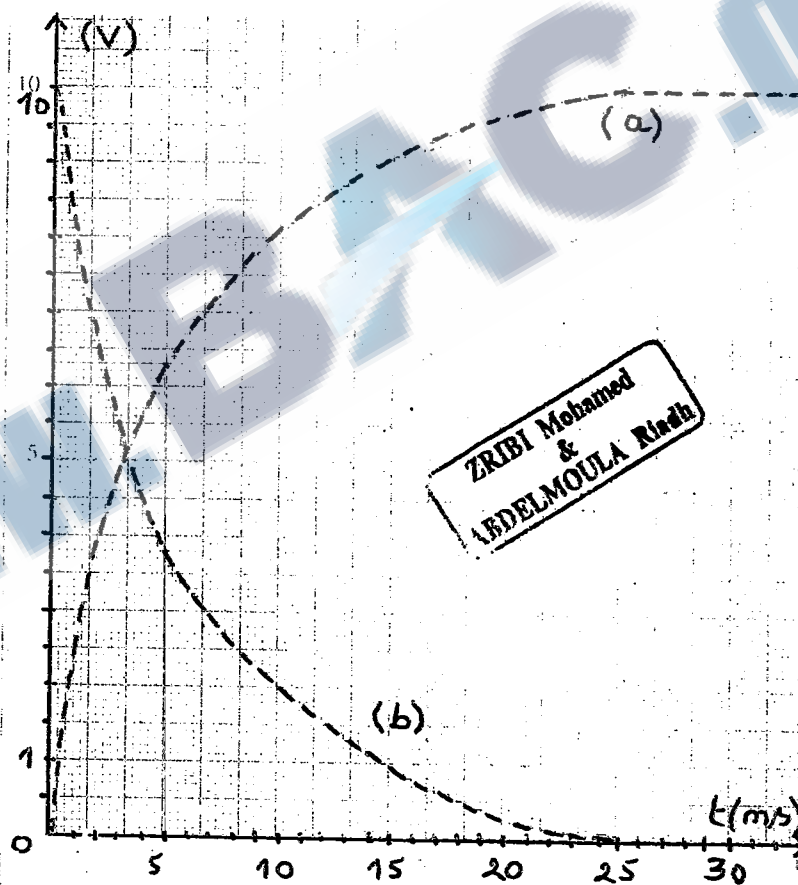


Fig. 2

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  $u_{CO} = u_{AB} > 0$  entre ses bornes. Voir figure 1.

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

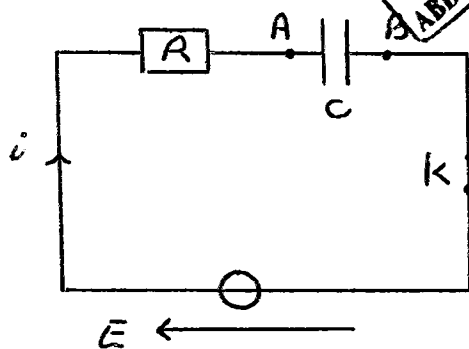
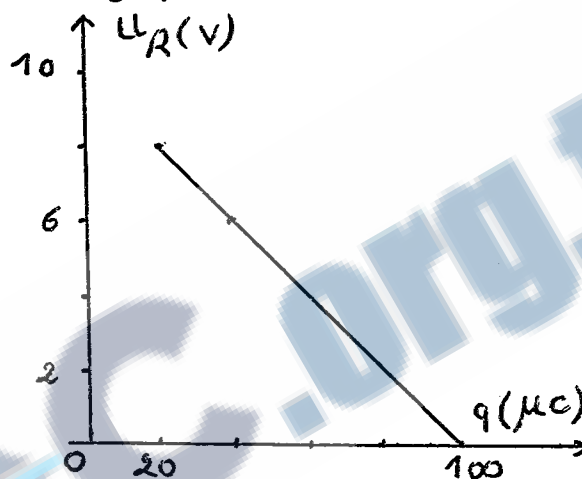


Fig. 1



- 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  $t = 0s$ .
- 3) a) Qu'elle 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  $u_{CO}$ .  
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  $t = 0s$ .
- 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  $\tau$  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.

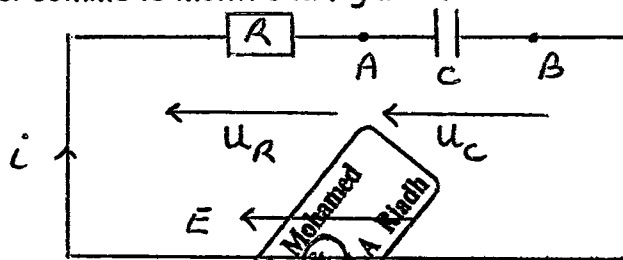


Figure 1

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  $i$ .

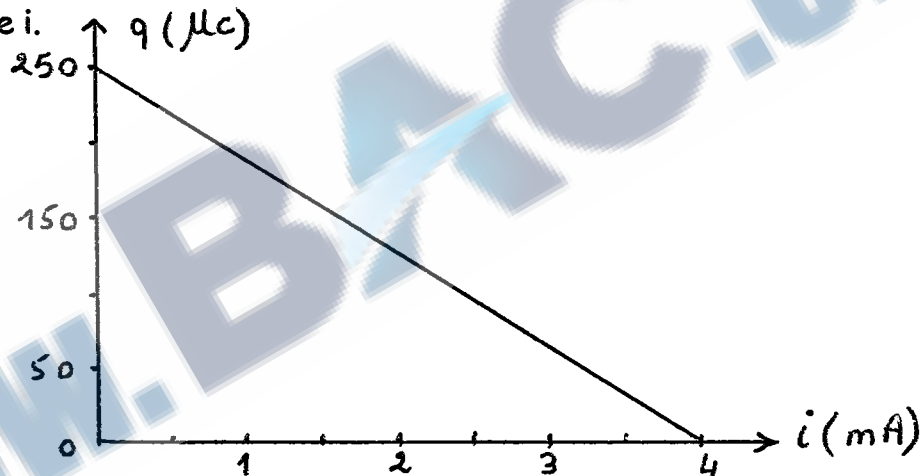


Figure 2

- 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  $\tau$  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° 22

Le dipôle RC

Profs : 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

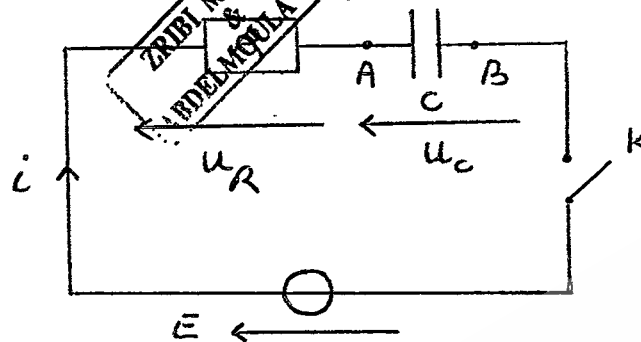
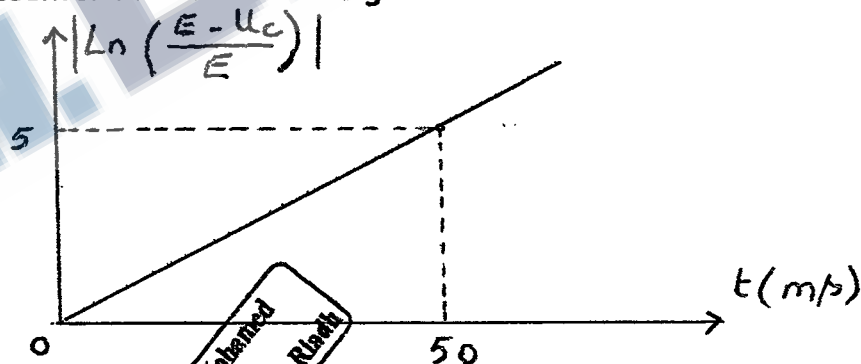


Figure 1

- 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 :  $\tau (du_C/dt) + u_C = E$  ;  $\tau = RC$ .  
b) Donner, dans système international, l'unité de  $\tau$ .  
c) Donner la définition et la signification physique de  $\tau$ .
- 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  $\tau$ .
- 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.