

# Devoir N°1 circuitRC

## Exercice N°1 (4points)

Un condensateur plan est formé par deux feuilles de surface en regard  $S = 1 \text{ m}^2$ , séparées par un isolant de permittivité absolue  $\epsilon$  et d'épaisseur  $e = 0,1 \text{ mm}$ .

1°) On charge le condensateur, à l'aide d'un générateur de courant continu d'intensité  $I = 1,8 \mu\text{A}$ . On ferme le circuit à l'aide d'un interrupteur à l'instant pris comme origine du temps ( $t=0\text{s}$ ).

a- Représenter le schéma d'un montage qui permet de suivre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur.

b- Déterminer la valeur de la charge  $q$  accumulée sur l'armature positive du condensateur à  $t=20\text{s}$ .

c- La tension aux bornes du condensateur prend la valeur  $u_c=12 \text{ V}$  à l'instant  $t=20\text{s}$ . Calculer la capacité  $C$  du condensateur.

d- Calculer la permittivité électrique absolue  $\epsilon$  de l'isolant.

2°) La valeur de l'énergie électrique maximale qui peut être accumulée par le condensateur est égale à  $3,75 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ .

a- Calculer la tension de claquage du condensateur.

b- la durée maximale de la charge du condensateur.

## Exercice N°2 (7points)

On considère le circuit schématisé par la **figure 3**, comportant :

\* un condensateur de capacité  $C$ .

\* un résistor de résistance  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ .

\* un résistor de résistance  $R_2$  réglable.

\* un générateur de tension de f.e.m  $E$ .

\* un commutateur.

### 1<sup>ère</sup> Partie

Le condensateur est initialement non chargé ,à l'instant de date  $t = 0\text{s}$  on place le commutateur sur la position (1).

1°) Indiquer le phénomène physique mis en jeu.

2°) a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_c$ .

b- Sachant que  $u_c(t) = E[1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}]$  est solution de cette équation différentielle, déterminer l'expression de  $\tau_1$

3°) A l'aide d'un oscilloscope à mémoire on visualise la tension  $u_c$  aux bornes de condensateur et la tension  $E$  aux bornes du générateur. On obtient les courbes (1) et (2) de la **figure 4**.

a- Indiquer sur un schéma clair les connexions nécessaires avec l'oscilloscope.

b- Identifier les deux courbes. Justifier.

4°) Déterminer graphiquement :

a- La f.e.m  $E$  de générateur.

b- La constante de temps  $\tau_1$  puis déduire la valeur de  $C$ .

c- La valeur de  $u_c$  à  $t = 10 \text{ ms}$  puis déduire à cet instant :

$c_1$ - la valeur de la charge  $q$  du condensateur

$c_2$  - l'intensité du courant  $i$  dans le circuit.

$c_3$ - l'énergie stockée par le condensateur.

5°) On refait cette opération successivement avec différentes valeurs de  $E$ ,  $C$  et  $R_1$  après avoir déchargé rapidement le condensateur avant chaque opération. Les courbes obtenues sont données par la **figure 5** Associer à chacune des expériences (a), (b), (c) et (d) indiquées sur le tableau de la **figure 6**, le graphe correspondant. Justifier.

### 2<sup>ème</sup> Partie

A une nouvelle origine des dates  $t = 0\text{s}$ , on bascule le commutateur sur la position (2) et on règle la valeur de  $R_2 = R_1$ .

1°) Préciser l'expression de la nouvelle constante du temps  $\tau'$ .

2°) Comparer la durée  $\Delta t'$  de la décharge à la durée  $\Delta t$  de la charge.

3°) Sachant qu'au cours de la décharge l'expression de  $u_c = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau'}}$

a- Donner l'exp

a) Donner l'expression de  $i$  en fonction du temps  $t$ .

b- Représenter l'allure de la courbe qui traduit l'évolution de  $i$  en fonction du temps

### FEUILLE ANNEXE

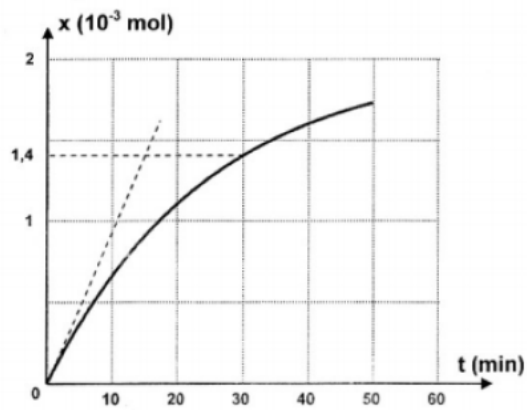


Figure 1

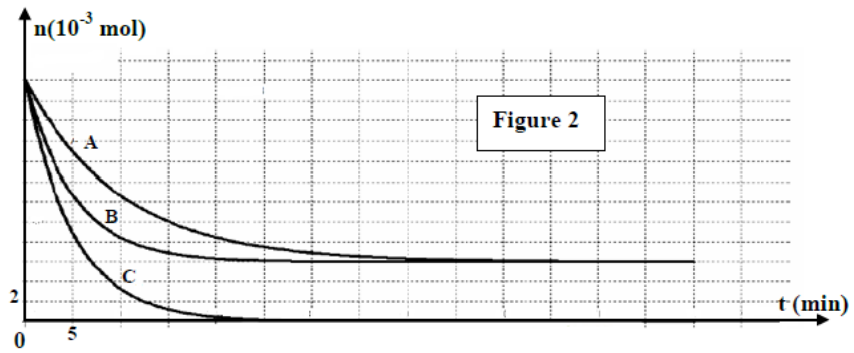


Figure 2

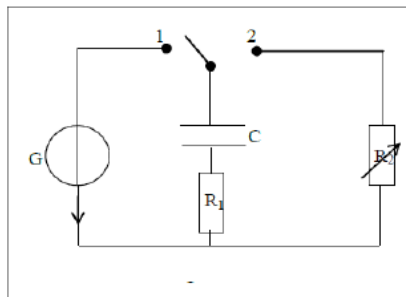


Figure 3

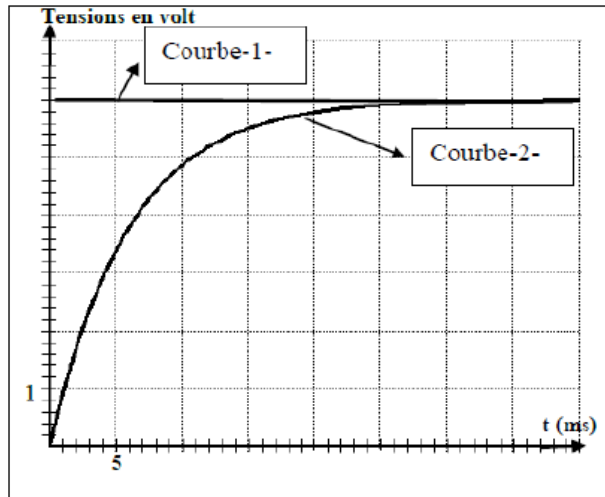


Figure 4

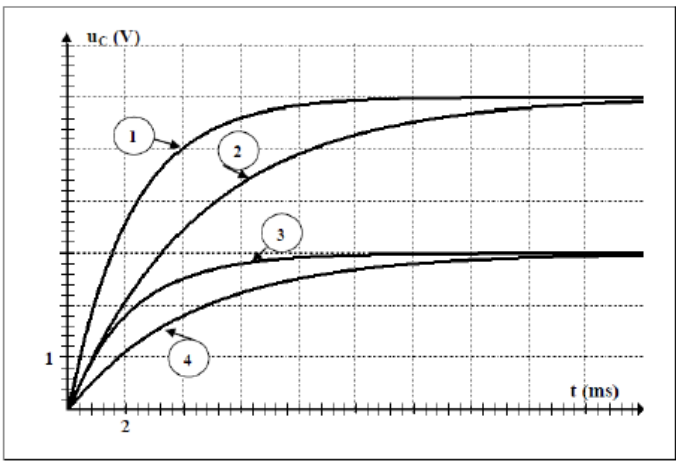


Figure 5

Expérience	(a)	(b)	(c)	(d)
$R_1$ (k $\Omega$ )	10	20	10	10
C ( $\mu$ F)	0,22	0,22	0,22	0,47
E (V)	6	3	3	6

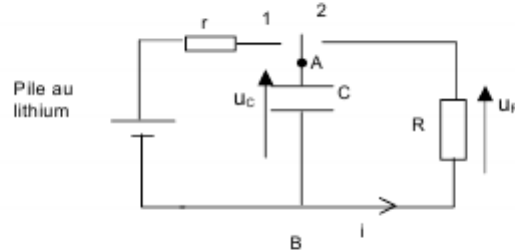
Figure 6

Exercice3

## LE STIMULATEUR CARDIAQUE

Un stimulateur cardiaque est un dispositif hautement perfectionné et très miniaturisé, relié au cœur humain par des électrodes (appelées les sondes). Le stimulateur est actionné grâce à une pile intégrée, généralement au lithium; il génère de petites impulsions électriques de basse tension qui forcent le cœur à battre à un rythme régulier et suffisamment rapide. Il comporte donc deux parties : le boîtier, source des impulsions électriques, et les sondes, qui conduisent le courant.

Le générateur d'impulsions du stimulateur cardiaque peut être modélisé par le circuit représenté ci-dessous :



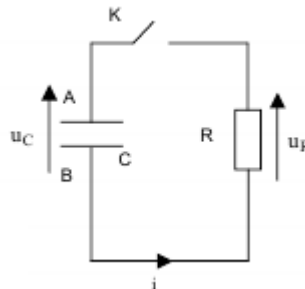
La valeur de  $r$  est très faible, de telle sorte que le condensateur se charge très rapidement lorsque l'interrupteur (en réalité un dispositif électronique) est en position 1. Lorsque la charge est terminée, l'interrupteur bascule en position 2. Le condensateur se décharge lentement dans la résistance  $R$ , de valeur élevée.

Quand la tension aux bornes de  $R$  atteint une valeur donnée ( $e^{-1}$ ) fois sa valeur initiale, avec  $\ln(e) = 1$ , le boîtier envoie au cœur une impulsion électrique par l'intermédiaire des sondes. L'interrupteur bascule simultanément en position 1 et la recharge du condensateur se fait quasiment instantanément à travers  $r$ . Le processus recommence.

D'après Physique, Terminale S, Ed. Bréal

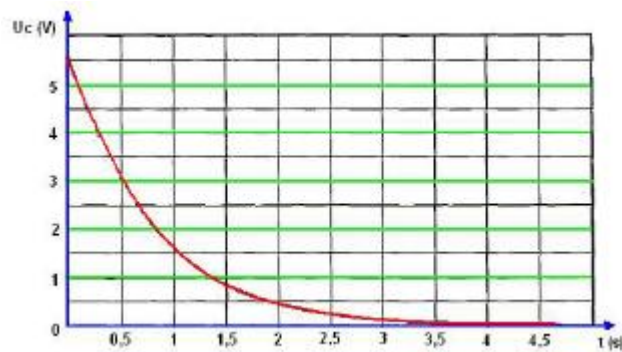
### PARTIE 1- Étude du générateur d'impulsions

Pour déterminer la valeur de la résistance  $R$ , on insère le condensateur préalablement chargé sous la tension  $E$  dans le circuit schématisé ci-dessous :



La valeur de la capacité  $C$  du condensateur utilisé est :  $C = 0,40 \mu\text{F}$

On enregistre alors l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur. La courbe obtenue est ci-dessous :



1 - Exploitation de la courbe

a - Déterminer graphiquement la valeur de la tension  $E$ .

b - Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps  $\tau$  correspondant à la décharge du condensateur, en justifiant brièvement.

2 - Détermination de R

a - En respectant les notations du schéma ci-dessus, donner :

la relation liant l'intensité du courant  $i$  et la charge  $q$  de l'une des armatures du condensateur, que l'on précisera ;

la relation liant  $U_R$  et  $i$ .

b - En déduire que la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{RC} = 0$$

c - Montrer que cette équation différentielle admet une solution de la forme :

$$u_c(t) = A \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

Donner les expressions de A et  $\tau$  en fonction de E, C et R.

d - En utilisant la valeur de  $\tau$  déterminée à la question 1-b, calculer la valeur de R.

3 - Les impulsions

On admet pour la suite que, tant que le condensateur se décharge, l'évolution de  $U_R$  en fonction du temps est donnée par :

$$u_R(t) = 5,6 \exp\left(-\frac{t}{0,80}\right)$$

On rappelle qu'une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes de R atteint  $e^{-1}$  fois sa valeur initiale.

a - Calculer la valeur de  $u_R$  qui déclenche l'envoi d'une impulsion vers le cœur.

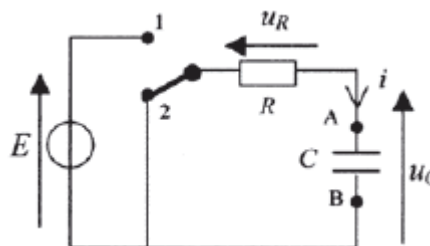
b - À quelle date après le début de la décharge du condensateur, cette valeur est-elle atteinte ?

c - Que se passe-t-il après cette date ? Représenter l'allure de l'évolution de  $u_R$  au cours du temps lors de la génération des impulsions. Préciser les valeurs remarquables.

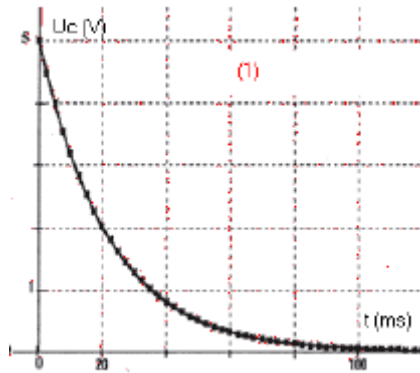
d - Déterminer la fréquence des impulsions de tension ainsi générées. On exprimera le résultat en hertz, puis en impulsions par minute. Vérifier que le résultat est bien compatible avec une fréquence cardiaque normale.

#### Exercice 4 Décharge d'un condensateur

Le montage ci-contre permet d'étudier l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes d'un condensateur de capacité C en série avec une résistance R. Le commutateur (interrupteur à plusieurs positions) a deux positions possibles repérées par 1 et 2. Une interface, reliée à un ordinateur, permet de saisir les valeurs instantanées de cette tension  $u_C$ . Initialement, le commutateur est depuis longtemps en position 2 et le condensateur est déchargé. Donnée : E = 5,0 V



1. Dès lors, comment faut-il manipuler le commutateur pour obtenir la courbe ci-dessous donnant l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps ?



2. En respectant les conventions d'orientations du schéma du circuit :

- préciser le signe de l'intensité  $i$  du courant lors de la décharge ;
- écrire la relation entre l'intensité  $i$  du courant et la tension  $u_R$  ;
- écrire la relation entre la charge  $q$  de l'armature A du condensateur et la tension  $u_C$  ;
- écrire la relation entre l'intensité  $i$  et la charge  $q$  ;
- écrire la relation entre les tensions  $u_R$  et  $u_C$  lors de la décharge.
- En déduire que, lors de la décharge, l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  est de

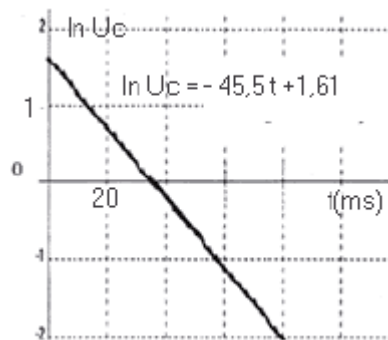
$$u_C + \frac{1}{\alpha} \frac{du_C}{dt} = 0$$

la forme :

- Identifier le rapport.  $1/\alpha$
  - Ce rapport est appelé constante de temps du dipôle RC. En recherchant son unité, justifier cette appellation.
3. La solution de l'équation différentielle précédemment établie est de la forme :

$u_C = E \exp(-\alpha.t)$ . La tension  $u_C$  est exprimée en volts. Etablir l'expression du logarithme népérien de sa valeur, notée  $\ln u_C$ . On rappelle que  $\ln ab = \ln a + \ln b$  ;  $\ln ax = x \cdot \ln a$  ;  $\ln e = 1$ .

a- On a tracé, à l'aide d'un logiciel, la courbe représentant  $\ln u_C$  en fonction du temps



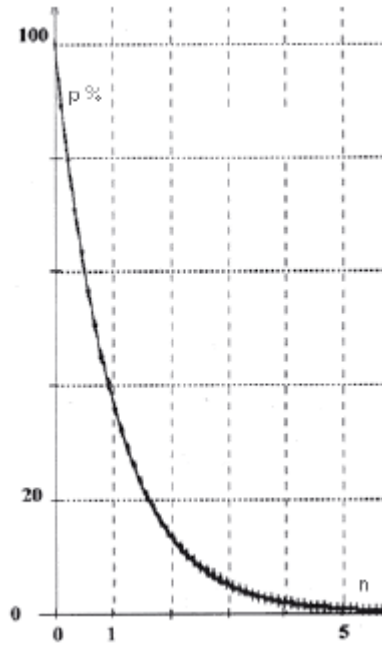
- Montrer que l'allure de cette courbe est en accord avec l'expression obtenue.
- Avec laquelle des trois valeurs proposées pour la constante de temps, les résultats de la modélisation vous semblent-ils en accord ? 0,46 ms ; 2,2 ms ; 22 ms

4. Le logiciel permet de créer deux nouvelles grandeurs :  $p = 100 \cdot u_C / E$  et  $n = \alpha \cdot t$

$p$  : représentant le pourcentage de charge restant à la date  $t$

$n$  : représentant la durée de la décharge en unités de constante de temps (c'est à dire quant  $t = t$ ,  $n = 1$  ;  $t = 2t$ ,  $n = 2$ , etc ...).

La courbe ci-dessous représente  $p$  en fonction de  $n$ .



- Pour  $n = 1$ , déterminer graphiquement le pourcentage de charge restante.
- Pour quelle valeur de  $n$ , la décharge peut-elle être considérée comme terminée ?
- Quelle est la durée minimale pendant laquelle le commutateur doit rester dans la position convenable pour que la charge du condensateur puisse être considérée comme totale ?