**BAC 2004 Réunion** **Exercice 1: Quelques usages des condensateurs (9pts)**

*Calculatrice autorisée* **Correction © http://labolycee.org**

# I. Génération d'impulsions: le stimulateur cardiaque

## I.1. Charge du condensateur

**I.1.a.** Le condensateur est chargé à 99,9% au bout d'une durée égale à 5$\tau$.
Dans cette partie du circuit $\tau$ = r.C.
C est faible puisque C = 470 nF soit $4,70 \times 10^{-7}$ F.
et la valeur de la résistance est très faible,
donc $\tau$ est proche de 0 s.
Le condensateur se charge presque instantanément.

**I.1.b.** Branchements de l'interface d'acquisition:

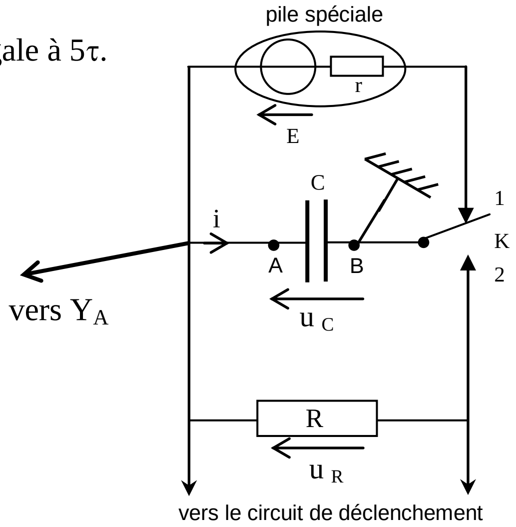
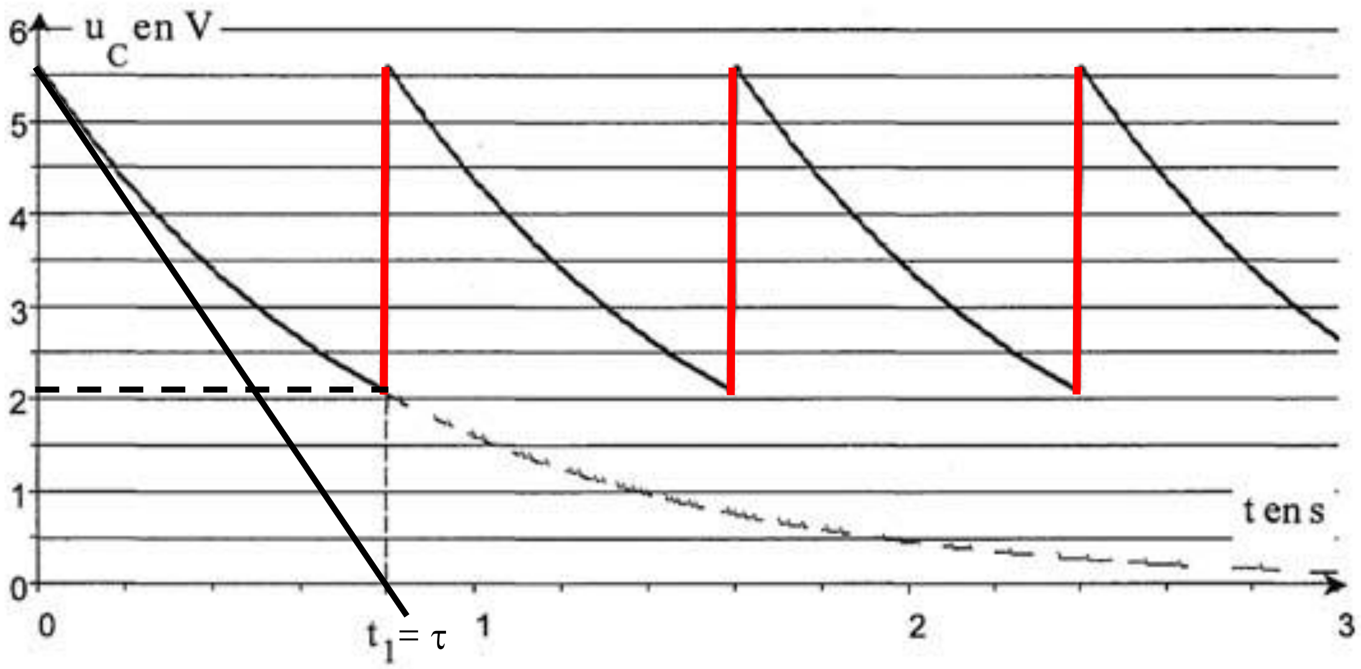



**SCHÉMA 1**

**I.1.c.**
*En rouge, la tension uc lors de la charge du condensateur.*
*($u_C$ est croissante et cela très rapidement)*




**I.1.d.** Lorsque le condensateur est complètement chargé, il n'y a plus de courant qui circule. $i$ = 0 A.
On lit sur la courbe 1: $u_C$ maximale = **5,7 V = E**

## I.2. Décharge du condensateur

**I.2.a.**

- signe de l'intensité i du courant lors de la décharge: i négative
- D'après la loi d'Ohm: $u_R = -R.i$ (signe – car flèche i et flèche $u_R$ dans le même sens)
- $q = C.u_C$
- $i = \dfrac{dq}{dt}$
- lors de la décharge d'après la loi d'additivité des tensions: $u_C = u_R$

**I.2.b.** $u_C = -R.i$

$u_C + R.i = 0$

$u_C + R\dfrac{dq}{dt} = 0$

$u_C + R.C.\dfrac{du_C}{dt} = 0$

$\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{1}{RC}.u_C = 0$ avec $\tau = R.C$, on obtient finalement $\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{1}{\tau}.u_C = 0$

**I.2.c.** $\tau = R.C$

D'après la loi d'Ohm: $u = R.i$ $R = \dfrac{u}{i}$ donc $[R] = \dfrac{[U]}{[I]}$

Comme expliqué dans la question précédente: $i = C.\dfrac{du_C}{dt}$ soit $C = i.\dfrac{dt}{du_C}$ donc $[C] = [I].\dfrac{[T]}{[U]}$

$[R.C] = [R]\times[C] = \dfrac{[U]}{[I]} \times [I].\dfrac{[T]}{[U]}$

[R.C] = [T] la constante de temps est bien homogène à une durée.

**I.2.d.** Détermination graphique de $\tau$.

*Méthode 1:* Pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur est égale à 37% de sa valeur maximale $u_C = 0{,}37\times E$

$u_C = 2{,}1$ V). On trouve **$\tau = 0{,}8$ s**.

*Méthode 2 (moins précise):* On trace la tangente à la courbe représentative de $u_C(t)$ en t =0 s.

La tangente coupe l'asymptote horizontale $u_C = 0$ à l'instant $t = \tau$.

On trouve $\tau = 0{,}8$ s

**I.2.e.** $R = \dfrac{\tau}{C} = \dfrac{0{,}8}{470.10^{-9}}$ = **1,7 MΩ**

## I.3. Lien entre la décharge du condensateur et les battements du cœur

**I.3.a.** L'énoncé indique que l'impulsion est créée quand $u_C(t_1) = u_{limite} = \dfrac{E}{e}$.

donc $E = u_C.e$

$E = 2{,}1\times e$ = **5,7 V**

On vérifie que la valeur de E est en accord avec celle trouvée à la question I.1.d.

**I.3.b.** $u_C(t) = E.e^{-t/\tau}$

$u_C(t_1) = u_{limite} = \dfrac{E}{e} = E.e^{-1} = E.e^{-t_1/\tau}$

par analogie, on a $t_1/\tau = 1$ donc $\mathbf{t_1 = \tau}$

**I.3.c.** La durée $\Delta t$ qui sépare deux impulsions consécutives doit être proche $\tau$ ($\tau$ durée nécessaire pour que $u_C$ atteigne $u_{limite}$ + $t_0$ durée très faible pour recharger le condensateur).

**I.3.d.** Nombre de battements du cœur par minute:

Toutes les $\tau = 0{,}8$ s → 1 battement

toutes les 60 s → N battements $N = \dfrac{60}{0{,}8}$ = **75 battements par minute**, ce qui semble réaliste.

## II. Stockage d'énergie: le flash électronique

**II.1.** Les piles permettent d'obtenir 100 éclairs de durée et d'intensité lumineuse maximales.
L'énergie totale des piles vaut E = 18 kJ
La moitié de cette énergie est utilisée pour fournir 100 éclairs.
Donc pour 1 éclair: $E_1 = \frac{E}{2 \times 100} = 90$ J

**II.2.** $E_1 = \frac{1}{2}.C.U^2$ donc $C = \frac{2E_1}{U^2}$

$C = \frac{2 \times 90}{36} = 5$ F grande capacité par rapport aux valeurs rencontrées au cours de l'année scolaire (de l'ordre de $10^{-6}$ ou $10^{-9}$ F). Il s'agirait d'un super-condensateur.

**II.3.** La recharge dure 11 s.
Donc $5\tau = 11$
$\tau = 2,2$ s environ, soit un ordre de grandeur de la seconde.

**II.4.** $\tau = R.C$
$R = \frac{\tau}{C} = \frac{2,2}{5} = 0,44\ \Omega = 4,4 \times 10^{-1}\ \Omega$ soit un ordre de grandeur de $10^{-1}\ \Omega$

## III. Oscillations électriques: le détecteur de fraude

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
$T_0^2 = 4\pi^2.L.C$
$C = \frac{T_0^2}{4\pi^2.L}$
$N_0 = N = 1/T_0$
$C = \frac{1}{4\pi^2.L.N^2}$
$C = \frac{1}{4\pi^2 \times 0,5.10^{-6} \times (10.10^6)^2}$
$C = 5.10^{-10}$ F
**C = 0,5 nF**