Rapport : circuits RC et RL

Groupe : Mattens Simon, Dom Eduardo
BAB2 Sciences Informatiques

May 25, 2018

1 Introduction

Étude de la charge et de la décharge d'un condensateur C à travers une résistance R visualisée au moyen du programme informatique LabView. Vérification de la loi expérimentale de la loi de l'association de capacités.

2 Résumé théorique

2.1 Les condensateurs

La capacité équivalente pour un montage en série des condensateurs est donnée par:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum \frac{1}{C_i} \tag{1}$$

Pour un montage en parallèle des condensateurs, la formule est:

$$C_{eq} = \sum C_i \tag{2}$$

La charge d'un condensateur à travers une résistance est donnée par:

$$Q(t) = Q_0(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) \tag{3}$$

Quant à la décharge, la formule est la suivante :

$$Q(t) = Q_0 e^{\frac{-t}{\tau}} \tag{4}$$

L'unité des capacités est exprimé en Farad. Un condensateur chargé ne laisse pas passer le courant continu. En effet, il existe un isolant entre les armatures.

Les capacités sont définies par cette relation:

$$Q = C \cdot U \tag{5}$$

2.2 La loi d'Ohm

La résistance électrique détermine l'intensité du courant traversant le conducteur en fonction de la valeur de la tension appliquée à ses bornes.

$$U = R \cdot I \tag{6}$$

3 Dispositif expérimental

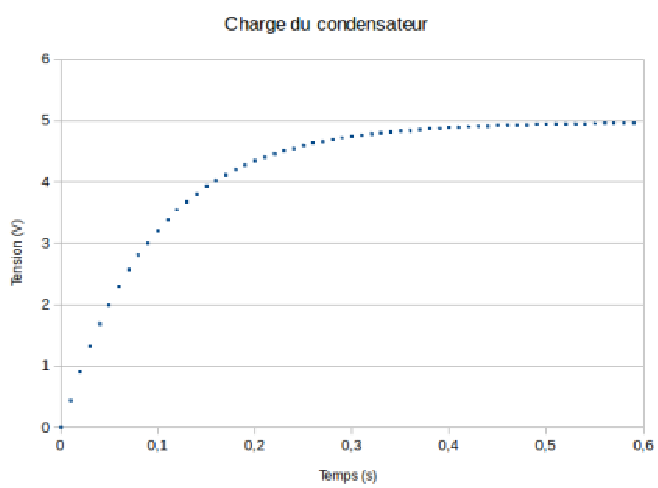
3.1 Matériel utilisé

- Eléments R, L et C et plaque de réalisation de circuits Nous disposons de plusieurs résistances, selfs (ou bobines) et condensateurs à fixer sur une plaquette d'essai.

- Circuit RC à longue constante de temps : carte ARDUINO + PC. L'alimentation en tension continue(0 -5 V) ainsi que le voltmètre mesurant la tension aux bornes du condensateur seront fournis par une carte d'acquisition ARDUINO UNO pilotée via PC.
- Circuits RC et RL à constante de temps courte : générateur de signaux + oscillo. Pour les circuits à constante de temps rapide, il est impossible d'observer "à l'œil" la croissance (ou décroissance) de la tension aux bornes du condensateur (circuit RC) ou de la tension aux bornes de R (circuit RL).
- Un générateur de tension alternative de forme carrée. Celui-ci permet de stabiliser le comportement du circuit.
- Un oscilloscope.

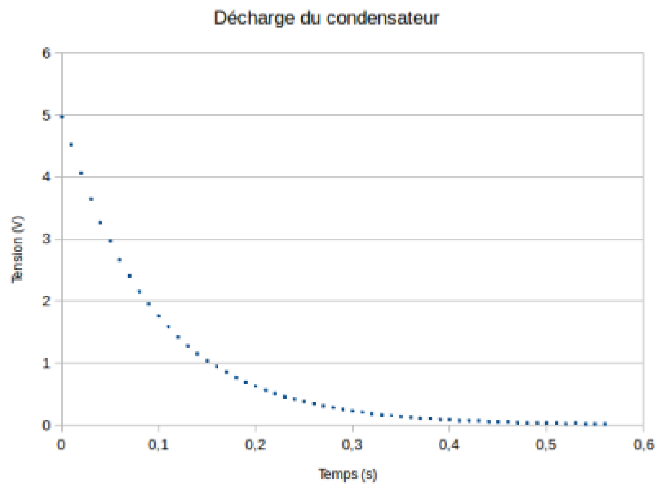
4 Prise des mesures & résultats

4.1 Charge d'un condensateur à travers une résistance



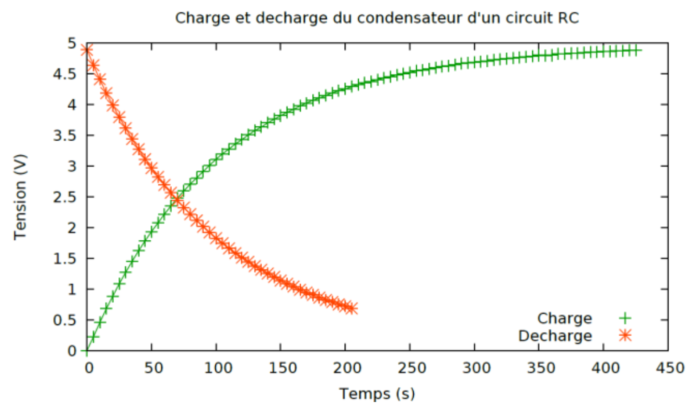
Nous constatons que le condensateur charge plus vite au début de la manipulation qu'à la fin. De plus la charge du condensateur tend vers 10V sans l'atteindre. Il a fallu 400 secondes pour s'approcher sensiblement du voltage maximum.

4.2 Décharge d'un condensateur à travers une résistance



Nous constatons que le condensateur se décharge plus vite au début de la manipulation qu'à la fin. De plus le condensateur ne se décharge pas complètement. Il a fallu approximativement 500 secondes pour que le condensateur se décharge totalement.

5. Analyse des résultats



Les courbes s'intersectent à la demi-vie τ de la charge et de la décharge du condensateur. C'est le temps nécessaire pour que la tension aux bornes du condensateur atteigne la moitié de sa valeur maximale.

5.1 Analyse dimensionnelle de la constante de temps τ

Vérifions que $\tau = \mathrm{RC}$ a bien des unités de temps.
On a donc:

$$[\tau] = 1\Omega \cdot 1F$$

Par la loi d'Ohm, on a alors:

$$[\tau] = \frac{1V \cdot 1F}{1A}$$

Or, on sait que:

$$1F = \frac{1s \cdot 1A}{1V}$$

Donc,

$$[\tau] = \frac{1V \cdot 1s \cdot 1A}{1A \cdot 1V}$$
$$\Leftrightarrow [\tau] = 1s$$

L'unité internationale du temps est la seconde. τ a bien des unités de temps.

5.2 Déduction de la constante de temps via le tracé de la tangente de la courbe exponentielle.

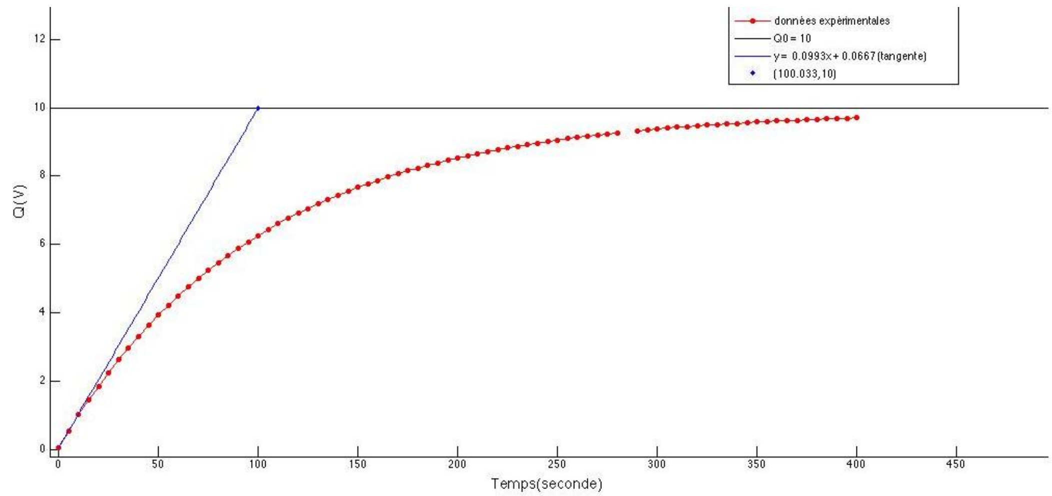


Figure 1: Tangente à la courbe exponentielle au temps t = 0 s'intersectant avec la droite horyzontal Q = Q0.

Le point d'intersection entre la tangente à la courbe exponentielle au t = 0 et la droite horyzontale Q = Q0 a les coordonnées suivantes:

$$P = (100,033; 10) \tag{7}$$

Nous en déduisons que, expérimentalement, nous avons une constante de temps τ = 100,033 secondes.

5.3 Justification mathématique du procédé de détermination de τ.

Pour savoir le point d'intersection entre la tangente et la droite Q = Q0, on doit savoir l'équation de cette tangente. Pour ce faire, nous devons approximer la courbe exponentielle au moyen d'un dévelloppement de Taylor d'ordre 6 (calculé avec un logiciel) :

$$P(x) = -3^{(-15)} \cdot x^6 + 6^{(-12)} \cdot x^5 - 4^{(-09)} \cdot x^4 + 2^{(-06)} \cdot x^3 - 0.0005 \cdot x^2 + 0.0993 \cdot x + 0.0667 \tag{8}$$

De par ce dévelloppement de Taylor, nous savons l'équation de la tangente:

$$T(x) = -0.0993 \cdot x + 0.0667 \tag{9}$$

On peut donc maintenant calculer le point d'intersection entre les deux droites :

$$\begin{cases} y &= 10 \\ y &= 0.0993 \cdot x + 0.0667 (tangente) \end{cases}$$

On obtient ainsi le point P :

$$P = (100,033; 10) \tag{10}$$

5.4 Calcul théorique de τ et comparaison avec la valeur mesurée.

Pour calculer la valeur de τ théoriquement, nous utilisons la formule cidessous:

$$\tau = R \cdot C \tag{11}$$

Pour réaliser ce tp, nous avons utilisé une résistance de $12 \cdot 10^5 \Omega$ et un condensateur de $68\mu F$.
On obtient:

$$\tau = 12 \cdot 10^5 \cdot 68 \cdot 10^{-6} \tag{12}$$

$$\Leftrightarrow \tau = 81,6 \text{ secondes} \tag{13}$$

5.4 Circuit à constante de temps rapide

Après avoir réglé la fréquence à 1 kHz et une forme de signal carrée sur le générateur de signaux(GS) en tension alternative, nous avons visualisé cette tension sur l'oscilloscope. L'amplitude est de 2 Volts et la période de 0,5 seconde.

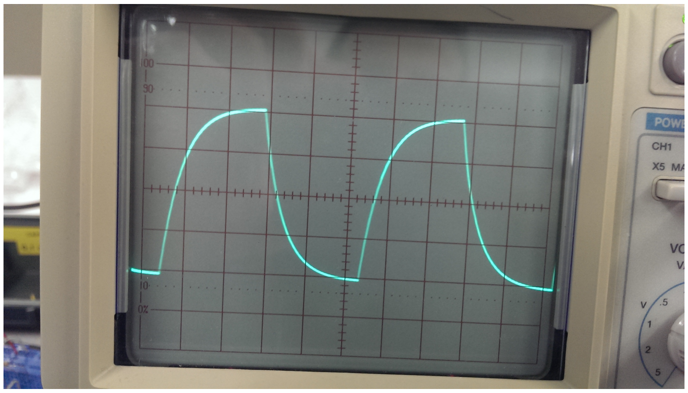


Figure 2: Tension visualisé.

Nous avons ensuite branché cette tension aux bornes du circuit RC. Le signal visualisé sur l'oscilloscope est ci-dessous.

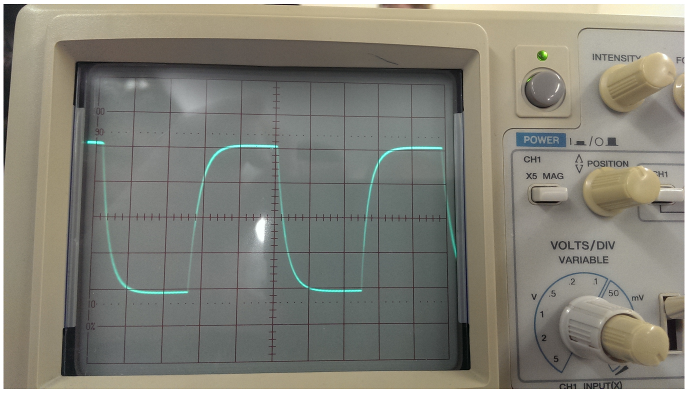


Figure 3: Tension visualisé.

L'amplitude est toujours de 2 Volts et la période est de 1 seconde. Ensuite, nous avons calculé expérimentalement la demi-vie:

$$T_{1/2} = \frac{0,3}{5} \tag{14}$$

On peut maintenant calculer τ:

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{ln2} \tag{15}$$

$$\Leftrightarrow \tau = \frac{0,3}{5 \cdot ln2} \tag{16}$$

$$\Leftrightarrow \tau = 0.08656170245 \text{ seconde} \tag{17}$$

Valeur théorique de τ : 0.001 seconde.
Nous constatons que la valeur théorique est plus petite que la valeur expérimentale. Dès lors, on doit tenir compte de la résistance interne du générateur de signaux. Pour calculer cette résistance interne, nous savons que :

$$R = \frac{\tau}{C} \tag{18}$$

$$\Leftrightarrow R = \frac{0.08656170245}{0,1 \cdot 10^{-6}} \tag{19}$$

$$\Leftrightarrow R = 865617.0245\Omega \tag{20}$$

5.5 Vérification de la loi d'association des capacités

5.5.1 Capacités montées en série

Nous avons remplacé la capacité par 2 capacités en série. Nous avons observer la décharge. Nous avons également mesuré la demi-vie.

$$T_{1/2} = 40\mu s \tag{21}$$

Le condensateur se décharge plus vite.

7.2 Capacités montées en parallèles

Nous avons remplacé la capacité par 2 capacités en parallèles. Nous avons observer la décharge. Nous avons également mesuré la demi-vie.

$$T_{1/2} = 116\mu s \tag{22}$$

Le condensateur met plus de temps à se décharger.

6 Conclusion

Nous avons étudié la charge et la décharge exponentielle d'un condensateur C à travers une résistance R visualisée au moyen du programme LabView. On a aussi vérifié la loi expérimentale de la loi d'association de capacités en série et en parallèle.

Tous nos résultats concordaient avec ce que prévoyait la théorie.