Rapport : circuits RC et RL

Groupe : Mattens Simon, Dom Eduardo
BAB2 Sciences Informatiques

19 avril 2018

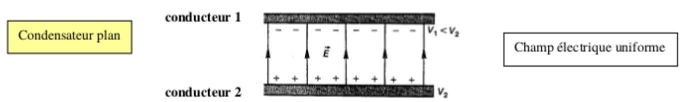
1 Introduction

Le but de la manipulation est l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur C à travers une résistance R ainsi que la vérification expérimentale de la loi d'association de capacités. La manipulation comportera également l'étude d'un circuit RL à constante de temps courte.

2 Résumé théorique

2.1 Condensateur

Un condensateur est formé de 2 conducteurs isolés électriquement l'un de l'autre, donc séparés par un diélectrique. Les 2 conducteurs sont en influence totale (toute ligne de champ issue de l'un aboutit sur l'autre), les surfaces en regard portant des charges opposées.



Un condensateur est symbolisé par 2 barres parallèle et caractérisé par une capacité C définie par la relation :

$$Q = C \cdot U \tag{1}$$

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.

2.2 Bobine

Une bobine est formée d'un fil conducteur enroulé formant des spires. à l'intérieur des spires, on trouve de l'air ou un matériau ferromagnétique. Un courant parcourt ce fil et un champ magnétique est généré par cette bobine. Lorsque des variations de courant se produisent, il y a variation du flux du champ magnétique et donc induction d'une tension électromotrice aux bornes de la bobine, plus précisément il y a auto-induction d'une tension U tel que :

$$U = -L\frac{dI}{dt} \tag{5}$$

L'unité d'inductance est le Henry(H).

bobine de 20 mH à noyau en ferrite.

2.3 Résistance

Tout matériau est caractérisé par sa résistivité électrique ρ et on distingue ainsi :

Conducteur	Semi-conducteur	Isolant
$\rho < 10^{-5}\ \Omega.m$	$10^{-5} < \rho < 10^{7}\Omega.m$	$\rho > 10^{7}\Omega.m$

La résistance électrique d'un élément cylindrique (longueur L et section transversale S) est donnée par $R = \frac{\rho L}{S}$ et elle va déterminer l'intensité du courant traversant le conducteur en fonction de la valeur de la tension appliquée à ses bornes U = RI (loi d'Ohm). Le courant électrique I représente la quantité de charge dQ traversant une section du conducteur pendant l'intervalle de temps dt : $I = \frac{dq}{dt}$.

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

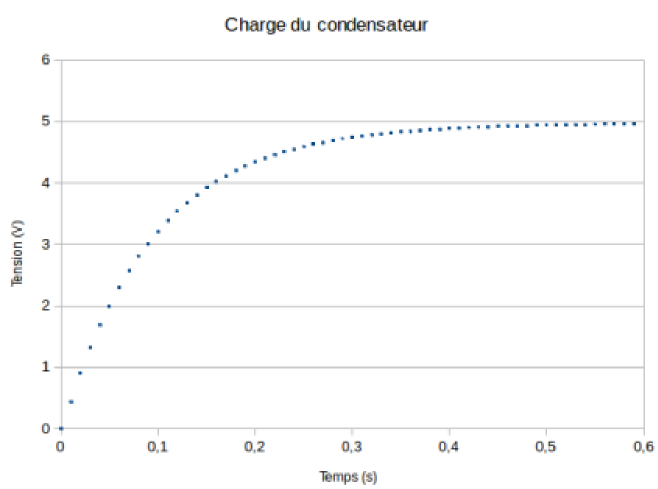
d'observer "à l'œil" la croissance (ou décroissance) de la tension aux bornes du condensateur (circuit RC) ou de la tension aux bornes de R (circuit RL).

- Un générateur de tension alternative de forme carrée. Celui-ci permet de stabiliser le comportement du circuit.
- Un oscilloscope.

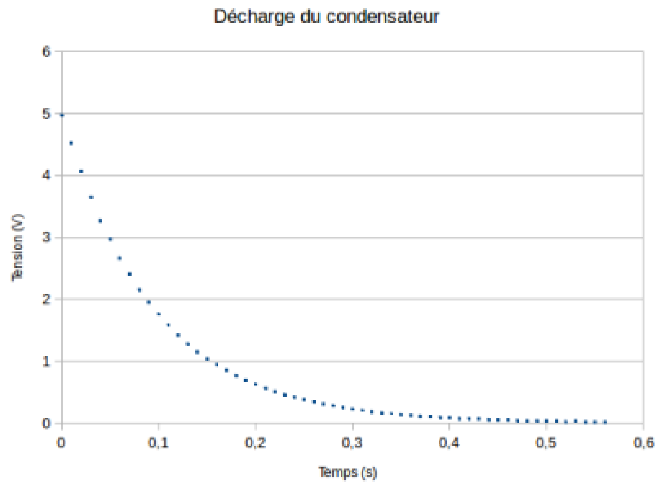
4 Prise des mesures & résultats

Après avoir réalisé le circuit via une plaquette d'essai et une carte d'acquisition ARDUINO, nous avons vérifié qu'on a bien placé en série une résistance et un condensateur de 0.982 nF. Par calcul, on obtient que la constante de temps du circuit vaut 0.002 Nous avons ensuite démarré un programme sur l'arduino qui génère la tension au circuit (0-5V) et qui lit et enregistre la tension aux bornes du condensateur C afin d'observer la variation (augmentation) de la tension aux bornes du condensateur qui s'enregistre en fonction du temps toutes les 5 secondes et les résultats de mesure correspondants. Après la charge quasi complète du condensateur , la décharge du condensateur s'enregistre automatiquement et on observe la variation (diminution) de la tension aux bornes du condensateur qui s'enregistre en fonction du temps toutes les 5 secondes. Ces 2 variations sont schématisé ci dessous.

On peut voir que le condensateur charge plus vite au début qu'à la fin. La



courbe tend vers 5V et y est très proche après 0.6s .



On peut voir que le condensateur décharge plus vite au début qu'à la fin. Il faut environ 0.6s pour qu'il se décharge complètement.

5. Analyse des résultats

Lorsque l'on superpose les courbes de charges et décharges, les courbe se coupent à la demi-vie 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 τ = RC a bien des unités de temps.
On sait:

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

Par la loi d'Ohm, on a que:

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

On sait :

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

En conclusion,

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

L'unité internationale du temps est bel et bien la seconde.

5.2 Circuit à constante de temps rapide

Nous avons réglé la fréquence à 1 kHz et choisi 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. Nous avons ensuite branché cette tension aux bornes du circuit RC. L'amplitude est toujours de 2 Volts et la période est de 1 seconde. Ensuite, nous avons calculé expérimentalement la demi-vie:

$$T_{1/2} = \frac{0,3}{5} \tag{6}$$

On peut maintenant calculer τ:

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{ln2} \tag{7}$$

$$\Leftrightarrow \tau = \frac{0,3}{5 \cdot ln2} \tag{8}$$

$$\Leftrightarrow \tau = 0.08656170245 \text{ seconde} \tag{9}$$

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 :

$$R = \frac{\tau}{C} \tag{10}$$

$$\Leftrightarrow R = \frac{0.08656170245}{0,1 \cdot 10^{-6}} \tag{11}$$

$$\Leftrightarrow R = 865617.0245\Omega \tag{12}$$

On ne doit pas tenir compte de la résistance de l'oscillateur car elle est très grande.

5.2.1 Capacités montées en série

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

$$T_{1/2} = \frac{0,2}{5} \tag{13}$$

Comme les deux capacités de 0,1µF sont montées en série, nous pouvons calculer théoriquement C equivalent:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \tag{14}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = (\frac{1}{0,1 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{0,1 \cdot 10^{-6}})^{-1} \tag{15}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 5 \cdot 10^{-8} F \tag{16}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 0,05 \mu F \tag{17}$$

Calculons maintenant C équivalent avec les valeurs empiriques.

$$C_{eq} = \frac{\tau}{R} \tag{18}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{\frac{T_{1/2}}{ln(2)}}{R} \tag{19}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{0,2}{5 \cdot ln(2) \cdot R} \tag{20}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{0,2}{5 \cdot ln(2) \cdot 865617.0245} \tag{21}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 6.66666686 \cdot 10^{-8} \tag{22}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 0.066 \mu F \tag{23}$$

Nous constatons que la différence de valeur entre C équivalent calculé avec les valeurs empiriques et l'autre sont sensiblement proches. En effet, il n'y a que 0,016 µF de différence.

5.2.2 Capacités montées en parallèles

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

$$T_{1/2} = \frac{0,6}{5} \tag{24}$$

Comme les deux capacités de 0,1µF sont montées en parallèles, nous pouvons calculer théoriquement C equivalent:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \tag{25}$$

$$C_{eq} = 0,1 \cdot 10^{-6} + 0,1 \cdot 10^{-6} \tag{26}$$

$$C_{eq} = 2 \cdot 10^{-7} \tag{27}$$

$$C_{eq} = 0,2 \mu F \tag{28}$$

Calculons maintenant C équivalent avec les valeurs empiriques.

$$C_{eq} = \frac{\tau}{R} \tag{29}$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{\frac{T_{1/2}}{ln(2)}}{R} \quad (30)$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{0,6}{5 \cdot ln(2) \cdot R} \quad (31)$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{0,6}{5 \cdot ln(2) \cdot 865617.0245} \quad (32)$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 2 \cdot 10^{-7} \quad (33)$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = 0,2\mu F \quad (34)$$

On constate que la valeur de C calculé empiriquement est égale à la valeur de C calculé théoriquement.

6 Conclusion

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