

Sahlaoui Mohammed
 mohammed.sahlaoui@gmail.com
 Sekkal Abdessamad
 a.sekkal@epsta.dz

Premier Cycle Classe Préparatoire,
 École Supérieure en Sciences Appliquées
 de Tlemcen.

Le condensateur est un dipôle électrique élémentaire, constitué de la superposition de deux armatures conductrices séparées par un isolant diélectrique. Ce composant électronique à la capacité de stocker des charges électriques q si une tension u_C est appliquée à ses armatures, $q = C u_C$.

Objectif

- Étudier l'évolution de la tension et le courant aux bornes d'un condensateur lors de la charge et la décharge.
- Déterminer la capacité d'un condensateur à l'aide de l'oscilloscope.

1 Étude théorique

1.1 Charge d'un condensateur

Soit le circuit électrique RC représenté sur la figure 1:

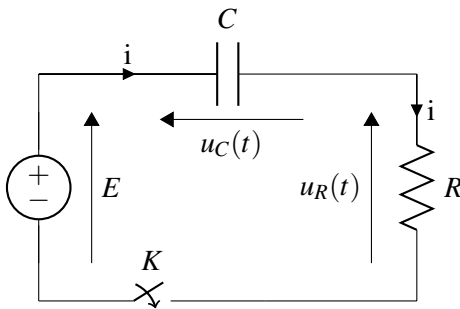


Figure 1: Circuit RC

composé d'un condensateur de capacité C en série avec un conducteur ohmique de résistance R et un interrupteur K , alimenté par une source de tension continue E . En fermant l'interrupteur, un courant électrique $i(t)$ commence à circuler dans le circuit au-cours de chargement du condensateur. Pendant ce temps de chargement, la loi de Kirchhoff des mailles nous permet d'écrire l'équation :

$$E = u_R(t) + u_C(t) \tag{1}$$

Sachant que

$$u_R(t) = R i(t) \text{ et } i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = C \frac{du_C(t)}{dt} \tag{2}$$

nous pouvons donc déduire l'équation différentielle:

$$\tau \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = E \tag{3}$$

avec $\tau = RC$. Cette équation admet la solution:

$$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \tag{4}$$

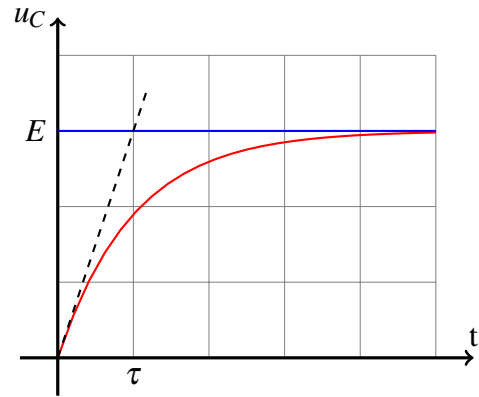


Figure 2: Variation de la tension $u_C(t)$ aux bornes d'un condensateur au cours du temps lors de la charge.

De l'équation (2) nous pouvons déduire que

$$i_C(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \tag{5}$$

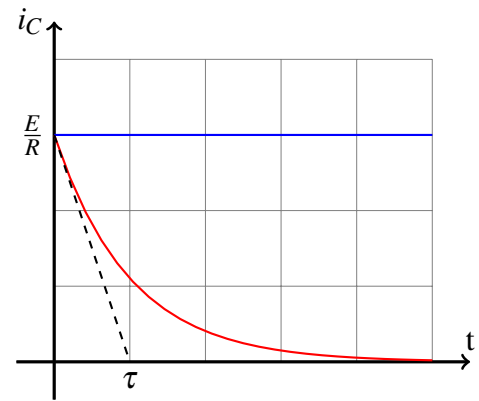


Figure 3: Variation de l'intensité du courant $i_C(t)$ au cours du temps lors de la charge.

1.2 Décharge d'un condensateur

Supposons maintenant que le condensateur est chargée. Ouvrons l'interrupteur K , débranchons le générateur et fermons le circuit. On obtient le circuit présenté sur la figure 4.

Il n'y a pas donc de circulation de courant dans le circuit ($i(t) = 0$). Mais, dès l'instant où on ferme l'interrupteur un courant électrique $i(t)$ commence à circuler dans le circuit. Ceci est dû au décharge du condensateur. La loi des mailles nous permet ainsi d'écrire l'équation:

$$u_R(t) + u_C(t) = 0 \tag{6}$$

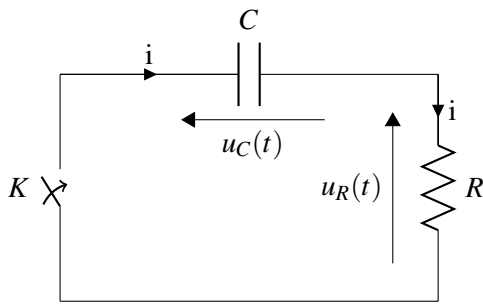


Figure 4: Circuit RC

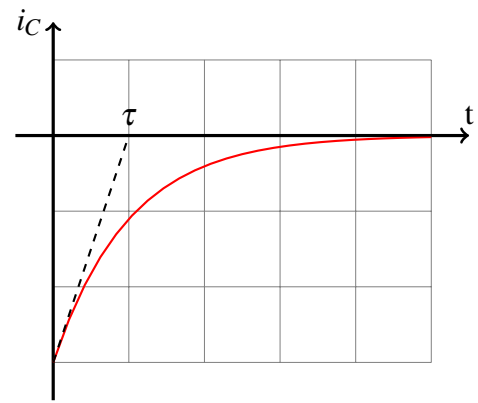


Figure 6: Variation de l'intensité de courant $i_C(t)$ au cours du temps lors de la décharge.

À l'aide de l'équation (2) nous pouvons déduire l'équation différentielle:

$$\tau \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = 0 \quad (7)$$

Cette équation admet la solution suivante :

$$u_C(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (8)$$

avec $\tau = RC$, défini précédemment.

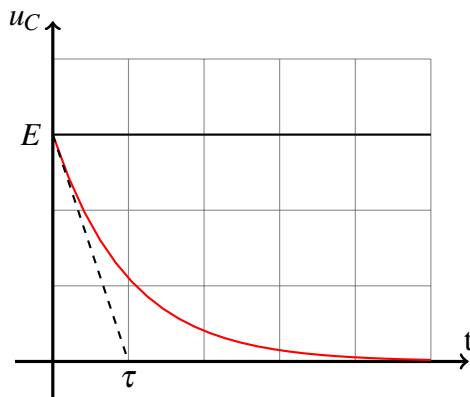


Figure 5: Variation de la tension $u_C(t)$ au cours du temps lors de la décharge.

De l'équation (8) nous pouvons déduire la variation de l'intensité de courant électrique au cours de la décharge:

$$i(t) = -\frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (9)$$

2 Étude expérimental

Dans cette étude nous utilisons un GBF au lieu d'un générateur de tension dans le circuit présenté sur la figure 1. Le GBF nous permet d'alimenter le circuit par un signal carré périodique, c-à-d, une tension $+E$ pendant un temps $T/2$ et $-E$ pendant $T/2$, d'une façon alternative. L'utilisation d'un oscilloscope nous permet de visualiser sur l'écran la charge et la décharge du condensateur.

2.1 Charge d'un condensateur

- Réaliser le montage de la figure 7, en utilisant une résistance variable R_v ($\times 100 \Omega$) et un condensateur de capacité $1 \mu\text{F}$.

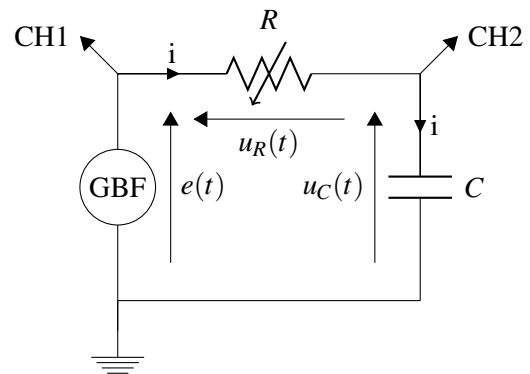


Figure 7: Circuit RC alimenté par un GBF et lié à un oscilloscope

- Mettez le GBF en marche sur un signal carré de fréquence 100 Hz et visualisez le signal sur l'écran de l'oscilloscope.
- Appuyez sur le commutateur GND de la voie CH1 pour vérifier que le signal est bien centré verticalement.
- Visualisez la variation de la tension $u_C(t)$ au-cours du temps .
- Appuyez sur le commutateur GND de la voie CH2 pour vérifier que la tension est bien centré verticalement.
- Réglez la valeur de la résistance afin d'avoir une charge complète du condensateur.
- Relevez les temps t_c de la charge et t_d de la décharge.
- Tracez sur une feuille millimétrée les signaux des deux voies CH1 et CH2.
- Pour visualiser la variation du courant électrique $i(t)$, dans le commutateur à quatre positions appuyez sur DUAL et ADD, ensuite appuyez sur le bouton INVERT.
- Sur la même feuille millimétrée du graphe de $u_C(t)$ tracer la variation de $i(t)$.
- Déterminez sur les graphes les intervalles de charge et de décharge du condensateur.

- D'après l'équation (4), pour $t = \tau$ nous avons $u_C(\tau) = 0.63 E$. Utiliser l'oscilloscope pour déterminer la valeur de τ et déduire la valeur de la capacité C .
- Changez la valeur de la résistance et identifier le rôle de celle-ci dans le circuit RC.
- Discutez et interprétez les résultats.

3 Conclusion

En utilisant la théorie, l'expérience et les résultats obtenus. Donnez une conclusion générale sur le phénomène de la charge et la décharge d'un condensateur.

2.2 Charge de deux condensateurs en série puis en parallèle

- Dans le montage de la figure 7 relier en série un deuxième condensateur de capacité C_x inconnue. Voir figure ci-dessous:

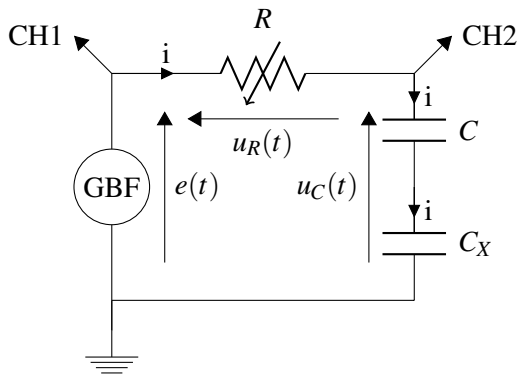
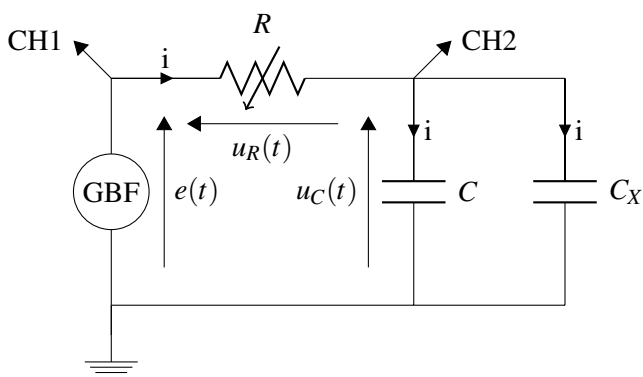


Figure 8: Circuit RC alimenté par un GBF et lié à un oscilloscope

- Visualisez de nouveau la tension $u_C(t)$.
- Réglez la valeur de la résistance afin d'avoir une charge complète, et relevez les temps t_c de la charge et t_d de la décharge.
- Utilisez l'oscilloscope pour déterminer la valeur de τ et déduire la valeur de la capacité C_x .



- Reliez maintenant le condensateur C_x en parallèle avec le condensateur C .
- Réglez de nouveau la valeur de la résistance afin d'avoir une charge complète et relevez les temps t_c de la charge et t_d de la décharge, et déduire de nouveau la valeur de la capacité C_x .
- Discutez et interprétez les résultats.