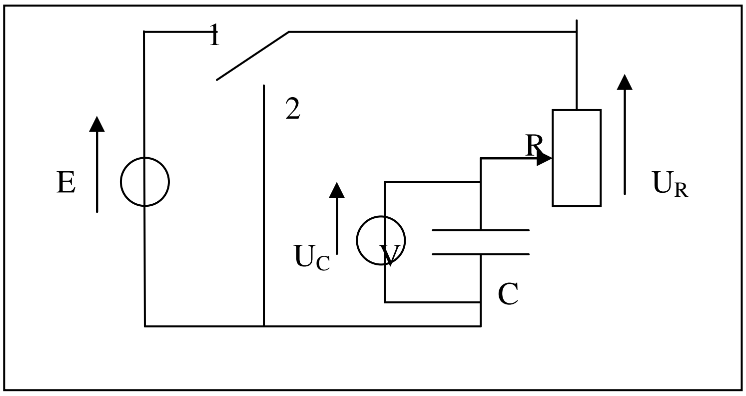
TP PH 4 Etude d'un dipôle RC

Objectifs

Visualisation de la charge et de la décharge d'un condensateur.
Caractérisation du temps de charge d'un condensateur.
Influence de certains paramètres (E, R, C) sur la charge et la décharge d'un condensateur.
Utilisation de l'appareillage électrique (voltmètre, générateurs, oscilloscope...)

I Etude de la charge d'un condensateur soumis à un échelon de tension E.

Réaliser le schéma suivant.



1. Etude de la charge :

On impose une échelon de tension de l'ordre de 6V aux bornes d'un condensateur de capacité C = 4700 µF. On fixe la valeur de la résistance à 10 kΩ. Le double interrupteur est mis sur la position 1 pour charger le condensateur.

Remarque : en maintenant l'interrupteur en position 2, nous court-circuitons le condensateur. Ainsi, le condensateur se décharge dans le court-circuit très rapidement.

Relevé de mesures : lorsque le circuit est réalisé et que le condensateur est complètement déchargé, placer l'interrupteur en position 1 au temps t = 0s. Toutes les 10 secondes, relever la valeur de la tension U_C en Volts aux bornes du condensateur. Tracer la courbe représentant U_C en fonction du temps sur Regressi et/ou sur papier.

Traitements des mesures : Sur Regressi, visualiser une modélisation de la courbe. En déduire que l'allure de la courbe est de la forme $U_C = A\ (1 - \exp(-t / B))$. Quelles sont les valeurs de A et de B. Comparez la valeur de B au produit RC.

Résultat de cours :
On peut donc maintenant écrire que l'évolution de la tension aux bornes du condensateur est régie par la relation suivante :

$$U_C = E\ (1 - \exp(-t / \tau))$$

τ est appelé temps de charge et a pour valeur le produit RC

$$\tau = RC$$

Détermination expérimentale de la valeur du temps de charge : il existe trois méthodes pour déterminer la valeur de τ.

a. calcul de U_C à t = τ au cours de la charge.

Démontrer que pour t = τ, on a $U_C = 0{,}63$ E. En déduire une première méthode de mesure de τ sur la courbe.

b. Temps de demi-charge.

Démontrer que pour $U_C = E/2$, on a $t = \tau \ln 2$. En déduire une deuxième méthode de mesure de τ sur la courbe.

c. Tangente à la courbe $U_C = f(t)$ à t=0.

Après dérivation de $U_C = f(t)$, montrer que le coefficient directeur de la tangente vaut E/τ pour t = 0. En déduire que cette tangente coupe l'asymptote à la date t = τ.

2. Influence de différents paramètres sur la charge :

Nous allons étudier l'influence des différents paramètres que nous pouvons faire varier lors de la charge du condensateur, c'est à dire la valeur de l'échelon de tension E, la valeur de la résistance R et la valeur de la capacité C du condensateur. Pour ce faire, les mêmes manipulations que précédemment seront effectuées en changeant un seul paramètre à la fois.

a. influence de E.

Déterminer la valeur de τ en imposant un échelon de tension d'une valeur de 3 Volts. Conclure.

b. influence de R.

Déterminer la valeur de τ avec R = 2,2 kΩ. Conclure.

c. influence de C.

Déterminer la valeur de τ avec C = 470 µF. Conclure.

II Etude de la décharge d'un condensateur soumis à un échelon de tension E.

Observer à une paillasse

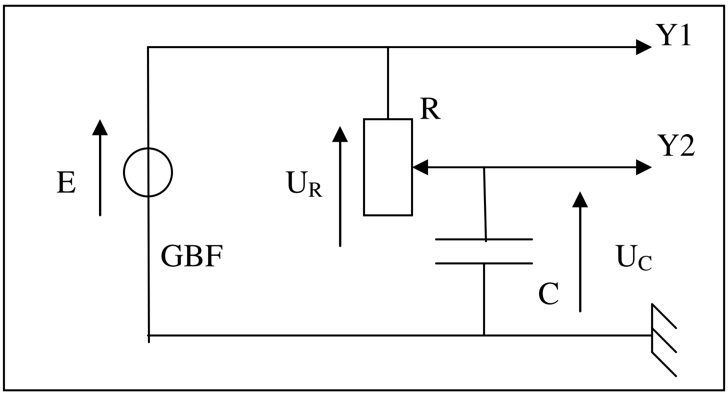
Rappel de la formule : $U_C = E \exp(-t/\tau)$)

III Etude de la charge et de la décharge d'un condensateur soumis à une tension carrée.

Nous allons maintenant étudier la charge et la décharge d'un condensateur soumis à une tension carrée. La tension carrée sera délivrée à l'aide d'un générateur basse-fréquence (GBF). Pour visualiser les courbes, nous nous servirons de l'oscilloscope.

Réglages du GBF

Choisir signaux carrés, fréquences 100 Hz, brancher le signal de sortie (output 50 Ω) sur la voie 1 de l'oscilloscope, fil noir à la masse.



Réglage de l'oscilloscope.

Régler initialement le zéro des 2 voies (position GND et réglage vertical) puis commuter sur entrée DC continue, faire apparaître une période de signal carrée sur l'écran.

Réglage de l'échelon de tension.

Il peut valoir UG = E = 4 V sur la première alternance et UG = 0 V sur la deuxiéme. Pour ce faire, régler l'amplitude crête à crête à 4 V, décaler le signal à (0,+4V) grâce au bouton offset (ou tension de décalage selon le modèle) du GBF, rendu actif en le tirant (vraie pour le bouton offset).

Visualisation de la tension U_C

Sans modifier le branchement de la voie 1, alimenter le circuit RC ci-dessus avec R = 1000 Ω et C = 1 µF. Visualiser U_C sur la voie 2.

Observations

a. Distinguer sur la courbe de la voie 2 les parties correspondant à **la charge du condensateur** puis à **la décharge**.

b. Identifier **le régime transitoire** et **le régime permanent** sur les courbes.

c. Faire un dessin de l'écran en notant les paramètres : sensibilités verticales et durée de balayage.

d. Indiquer sur ce dessin, pour la charge et la décharge, le régime transitoire et le régime permanent.

e. Calculer le temps de charge τ_1 et le temps de décharge τ_2 du condensateur en utilisant la méthode que vous voulez.

Influence de R et C sur les temps de charge et de décharge du condensateur.

Comment évolue le temps de charge **τ** si R augmente ? Interpréter physiquement.
Comment évolue le temps de charge **τ** si C augmente ? Interpréter physiquement.

IV Visualisation de la grandeur i (t) lors de la charge et de la décharge du condensateur.

En utilisant le même montage, nous pouvons visualiser l'évolution temporelle du courant i. Sachant qu'à chaque instant la loi d'additivité des tensions est vérifiée, on a $\mathbf{U_G = U_C + U_R}$
On en déduit : $\mathbf{U_R = U_G - U_C}$
Il suffit donc de faire la soustraction entre U_G et U_C pour faire apparaître U_R. Or $\mathbf{U_R = R \cdot i(t)}$. Donc en visualisant U_R, on visualise i(t) à un facteur R près.

Sur l'oscilloscope, la méthode est la suivante :
a. Vérifier que la sensibilité verticale est la même sur les 2 voies.
b. Transformer U_C en ($-U_C$) avec la touche **Invert** ou **– Y2**
c. Passer en mode addition avec la touche **ADD** (enlever la touche **Dual**)

d. Relever sur un schéma la courbe obtenue, observer l'influence de R et de C sur l'allure de la courbe représentant i(t) au cours de la charge et de la décharge.

On montre que i(t) peut s'écrire de la forme :
$i(t) = I_0 \exp(-t/\tau)$ lors de la charge, et $i(t) = -I_0 \exp(-t/\tau)$ lors de la décharge

e. Que vaut littéralement I_0 en fonction de E et R ?

Allure de la courbe i(t) observée à l'oscillo (même allure que U_R(t)):