

TD - Circuits du premier ordre

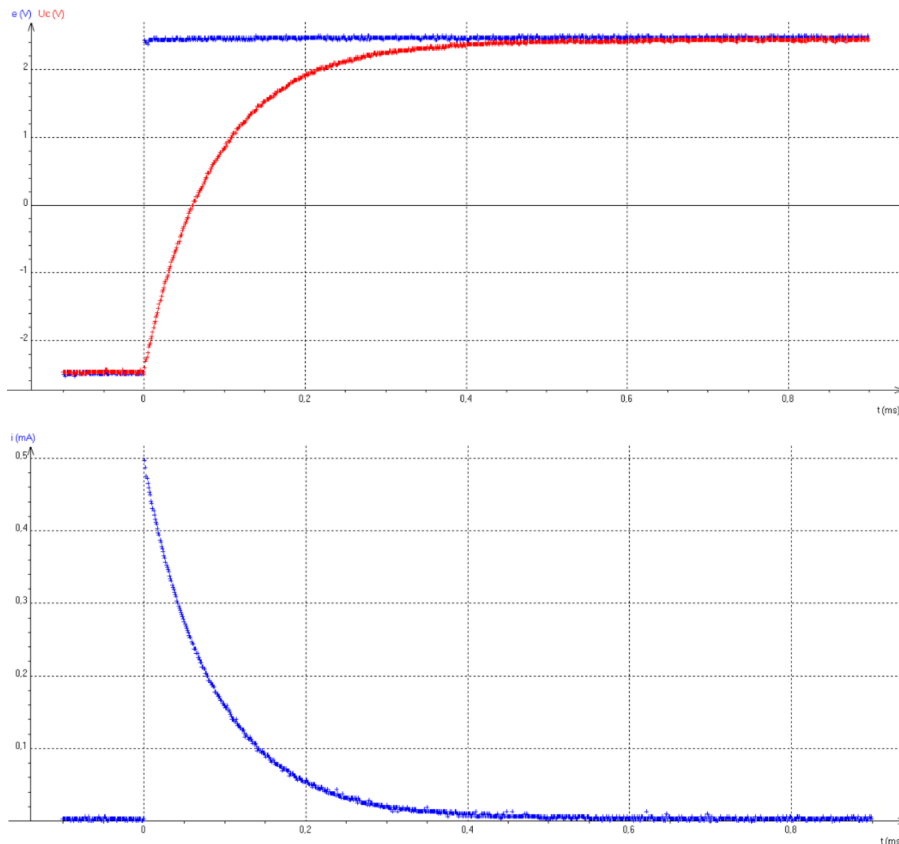
1 Applications

1.1 Circuit RL série et échelon de courant pour RC parallèle



1.2 Charge d'un condensateur

Sont représentés ci-dessous des chronogrammes des tensions et intensités acquises simultanément dans un circuit RC série branché à un générateur de crêteaux. Le premier chronogramme représente la tension lue aux bornes du condensateur et le deuxième l'intensité du courant le traversant. La valeur de R est de 1,000 k Ω et son incertitude type est de 10 Ω .

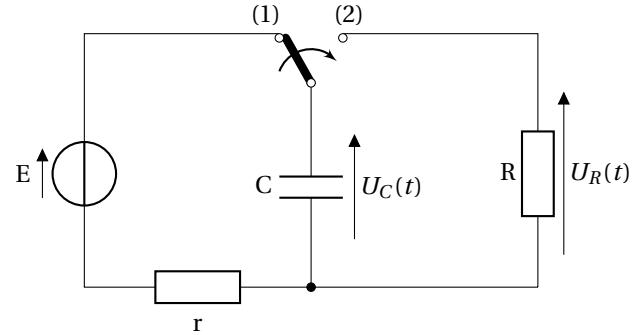


1. Le condensateur a-t'il atteint un régime permanent avant $t = 0$? Quelle est la charge du condensateur avant $t = 0$?
2. Comment acquérir l'intensité du courant dans un circuit RC avec un appareil uniquement capable de mesurer une tension? Indiquer en quoi les branchements devront être bien pensés si une des broches de l'appareil mesurant une tension est fixée à un potentiel nul (une masse) tout comme le générateur de crêteaux.
3. En supposant qu'une réponse d'un circuit du premier ordre est compatible avec les résultats expérimentaux observés, déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ par deux méthodes différentes (données : $\exp(-1) = 0,37$ et $\exp(-3) = 0,050$).
4. Proposer une estimation graphique de l'incertitude type sur la valeur de τ
5. En déduire la valeur de C et proposer une valeur de son incertitude type.

6. Sachant que le constructeur indique une erreur de 1% sur la valeur de C , indiquer quel serait l'intervalle des valeurs de C compatible avec cette expérience.

1.3 Charge et décharge d'un circuit RC

On considère le circuit ci-contre. Le condensateur est initialement chargé par un générateur de Thévenin de résistance interne r et de tension E . En $t = 0$, l'interrupteur fini de basculer de la position (1) à la position (2). On notera $t = 0^-$ l'instant précédent ce moment.



1. En supposant le régime continu permanent établi lorsque l'interrupteur est au point de contact (1), indiquer la valeur du courant traversant le condensateur.
Utiliser la loi de comportement du condensateur.
2. Exprimer la tension $U_C(0^-)$ et la charge du condensateur en fonction des données du problème.
3. Quelle équation différentielle vérifie la tension aux bornes du condensateur en $t \geq 0$?
7. Écrire l'expression de la tension U_C en fonction du temps en utilisant les conditions initiales.
8. En déduire l'expression de l'intensité parcourant le circuit en fonction du temps.
9. Tracer l'allure de la solution en fonction du temps.
10. Au bout de quel temps peut-on considérer le condensateur comme étant déchargé? Commenter.
11. Donner l'expression de la puissance fournie par le condensateur. Donner ensuite l'énergie fournie par le condensateur pendant une durée suffisamment grande pour le considérer déchargé.
12. Donner l'expression de l'énergie reçue par la résistance pendant la décharge du condensateur. Commenter.
13. L'interrupteur est basculé en position (1) après la décharge du condensateur. Déterminer le temps caractéristique de charge, la puissance et l'énergie délivrée par le générateur ainsi que la puissance et l'énergie reçue par le condensateur. Commenter

2 Exercices

2.1 Chute avec frottements

Une balle de masse m est lâchée en $t = 0$ sans vitesse initiale et chute uniquement sous l'effet de son propre poids selon un axe vertical noté (Oz) pointant vers le bas. On note $z(t)$ la distance parcourue par la balle à un instant t , $v_z(t)$ la vitesse de la balle à l'instant t et $a_z(t)$ son accélération.

1. Schématiser la situation.
2. Faire un bilan des forces et appliquer la deuxième loi de Newton sur la balle et montrer que $a_z = g$, où g est une constante qu'il faudra nommer en plus de donner sa valeur.
3. Retrouver l'expression de la vitesse et de la position de la balle au cours du temps par intégration successive de l'accélération.

L'hypothèse selon laquelle la balle chute uniquement sous l'effet de son propre poids néglige les forces de frottements qu'il peut y avoir entre la balle et l'air. On cherche à prendre en compte cette force : on rajoute, dans le bilan des forces, une force opposée au sens de la balle (frottements contraire à une propulsion) et proportionnelle à sa vitesse (plus la balle va vite plus les frottements sont importants). Par construction cette force s'écrit : $-a\vec{v}_z$ avec a la constante de frottement.

4. Proposez une unité pour a .
5. En utilisant la deuxième loi de Newton, exprimer l'équation différentielle vérifiée par v_z .
6. Proposer une solution à cette équation en utilisant les conditions initiales.
7. Que vérifie la vitesse de la balle aux temps longs? Quel est l'expression, en fonction des grandeurs du problème, de la constante de temps à laquelle se réfère l'expression "temps longs"? Commenter.

2.2 Cinétique chimique

Les réactions chimiques admettant une cinétique d'ordre 1 vérifient l'équation suivante :

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]$$

où $[A]$ est la concentration de l'espèce chimique A et k une constante. Donner l'expression de la concentration de l'espèce chimique A en fonction du temps sachant que sa concentration initiale est notée C_0 .