Exercice C1 : charge et décharge d'un condensateur

On envisage le circuit présenté dans le document 1 en fin d'énoncé : il est constitué d'un générateur de tension continue idéal de fém E=10V d'un interrupteur K, de deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1= 28\Omega$ et $R_2 =33\Omega$ et d'un condensateur de capacité C.

phase 1 : A t=0, on place l'interrupteur K en position 1.
phase 2 : Après un temps assez long, L'interrupteur est placé en position 2.

1. Comment appelle-t-on le phénomène observé dans chaque phase ? Commenter le rôle du condensateur dans chacune des deux phases.
2. Rappeler l'expression de la constante de temps τ_1 dans le cas de la charge et τ_2 dans le cas de la décharge. Sans faire d'étude mathématique, mais juste en vous basant sur vos connaissances, préciser :
   - ✓ Quelle sera l'expression littérale de la durée de la charge ? de la durée de la décharge ?
   - ✓ Que vaudra la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur une fois la charge terminée ? une fois la décharge terminée ?

Etude de la phase 1

3. Représenter sur votre copie le circuit de la phase 1 en indiquant bien les flèches de tension et d'intensité. Sachant que l'intensité i(t) est positive durant la charge car imposée par le générateur, indiquer le sens de circulation des électrons et indiquer le signe de la charge de chacune des 2 armatures : on appellera q(t) la charge de l'armature sur laquelle arrive la flèche d'intensité et -q(t) l'autre.
4. Montrer que l'équation différentielle de la phase 1 vérifiée par $u_c(t)$ est $R_1C\frac{du_c}{dt}+u_c=E$, réécrire l'équation en faisant apparaitre la constante de temps.
5. Montrer que cette équation différentielle permet de retrouver la tension aux bornes du condensateur une fois le régime permanent établi (rappelons qu'une fois la charge terminée, les valeurs des grandeurs électriques ne varient plus au fil du temps : il est inutile de résoudre l'équation différentielle pour répondre à cette question). En utilisant la loi des mailles, en déduire les expressions littérales de U_C, U_R et I en régime permanent de fin de charge, toujours sans résoudre l'équation différentielle.
6. Résoudre l'équation différentielle afin d'en déduire l'expression littérale de $u_c(t)$ et tracer qualitativement le graphe associé (inutile de graduer les axes, il suffit de faire apparaitre E sur l'axe des ordonnées et τ_1 et $5\tau_1$ sur l'axe des abscisses).

Etude de la phase 2

7. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de u_c(t) durant la phase 2 (on supposera qu'on définit alors une nouvelle origine des temps telle que t=0 lorsque l'on bascule l'interrupteur de la position 1 à la position 2) et la résoudre.

8. Déterminer graphiquement à l'aide du document 2 en annexe la valeur de la constante de temps τ_2 associée à la phase 2 en expliquant avec soin. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

9. En justifiant qualitativement votre réponse, indiquer parmi les quatre courbes représentées sur le document 3 en annexe celle qui peut représenter i(t) dans la phase 2.

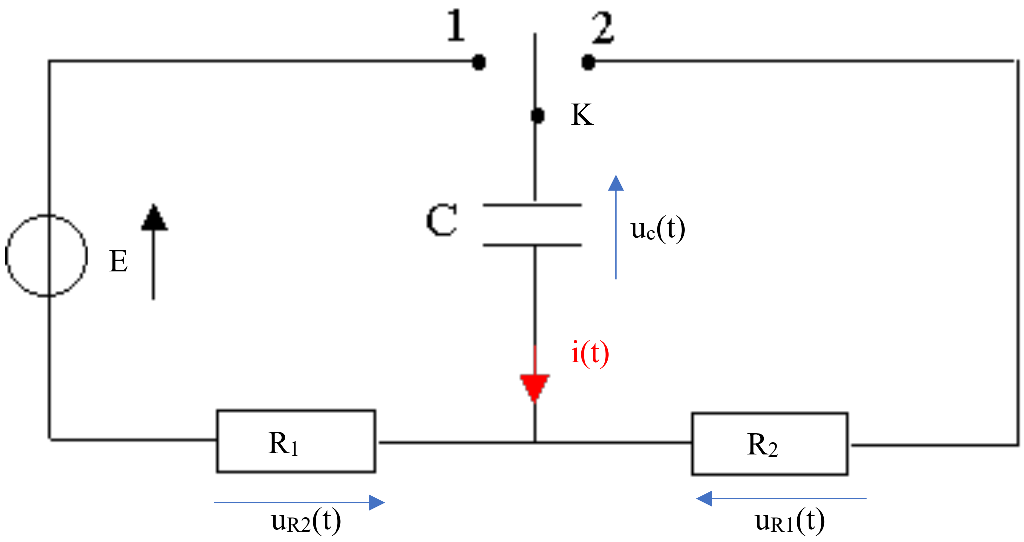
Etude énergétique

10. L'énergie emmagasinée dans un condensateur a pour expression $E_{cond}=\frac{1}{2}C.u_c^2$. En déduire la valeur de l'énergie emmagasinée par le condensateur une fois la charge terminée.

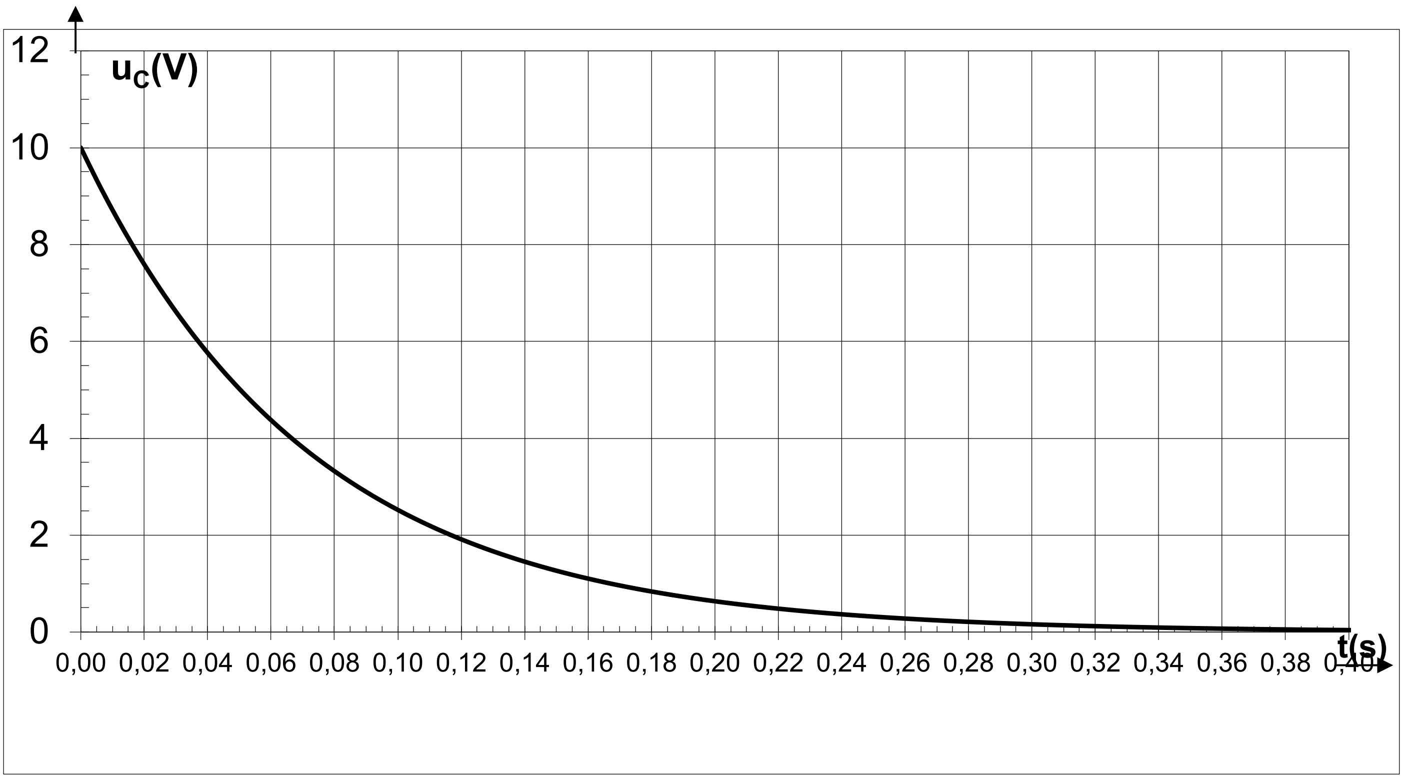
11. On remplace ce condensateur par un autre condensateur de capacité C' supérieure à C. L'énergie emmagasinée dans ce second condensateur chargé avec le même générateur est-elle supérieure, identique ou inférieure à celle emmagasinée par le 1er condensateur ?

ANNEXE

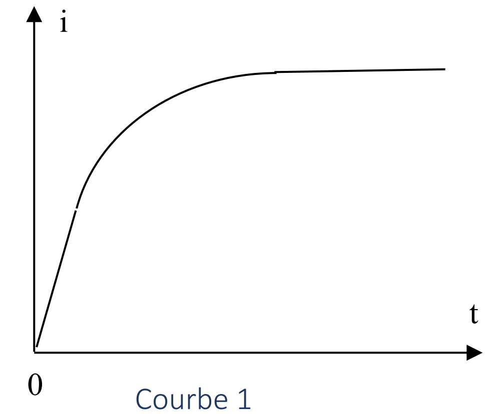
Document 1 : schéma du montage



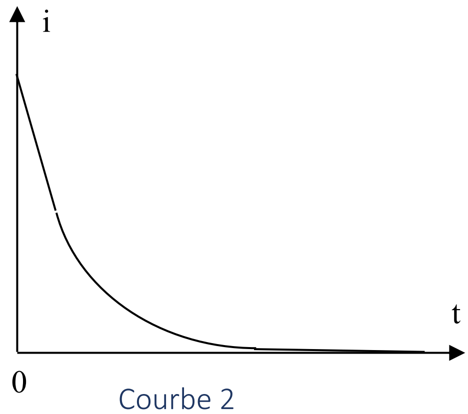
Document 2 : courbe $u_c(t)$ pour la décharge



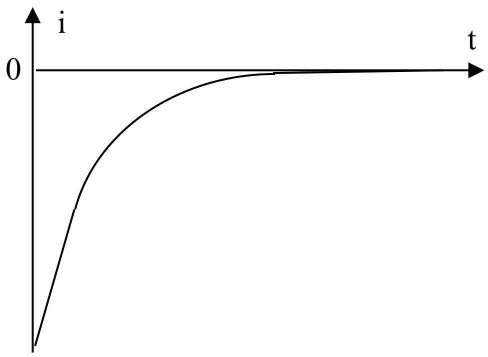
Document 3 : propositions pour l’allure de i(t) pendant la décharge



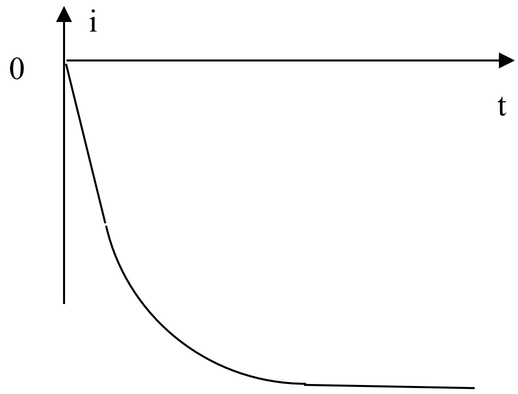
Courbe 1



Courbe 2



Courbe 3



Courbe 4