

TD E2 : Circuits linéaires du premier ordre
EX 1 – Circuit avec condensateur en parallèle

▷ On considère le circuit ci-dessous dans lequel l'interrupteur est ouvert depuis longtemps. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

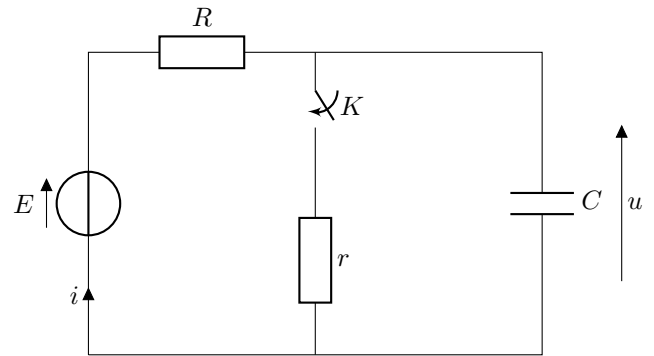
Q 1. Déterminer explicitement en fonction des grandeurs du problème $i(0^-)$, $i(0^+)$, $i(\infty)$, $u(0^-)$, $u(0^+)$, $u(\infty)$, $\frac{du}{dt}(0^-)$, $\frac{du}{dt}(0^+)$ et $\frac{du}{dt}(\infty)$ (où la quantité $x(\infty)$ désigne la valeur que prend la grandeur x lorsque $t \rightarrow +\infty$, i.e lorsqu'un nouveau régime permanent est atteint).

Q 2. Déterminer l'équation différentielle sous forme canonique vérifiée par la tension u aux bornes du condensateur où il faudra exprimer une constante de temps caractéristique τ en fonction de R , r et C .

Q 3. Tracer la solution. En déduire si cela est cohérent avec les valeurs de u lorsque $t = 0$ et $t \rightarrow +\infty$.

Q 4. Mener le bilan énergétique de ce circuit.

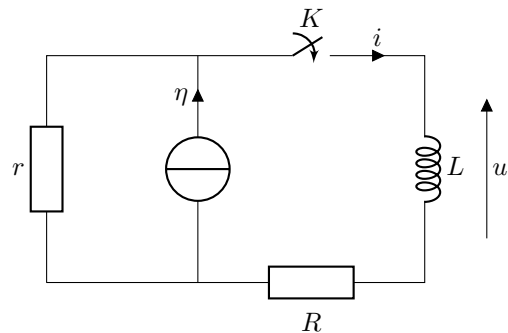
Q 5. Déterminer l'expression du rendement énergétique η de ce condensateur.


EX 2 – Circuit avec bobine en parallèle

▷ Un générateur de courant η et de résistance interne r alimente à $t = 0$ le groupement série (R, L) . Pour $t < 0$, l'interrupteur K est ouvert et on le ferme à $t = 0$.

Q 1. Déterminer la valeur de i avant la bascule de K , après la bascule de K et lorsque le régime permanent est établi une fois K basculé.

Q 2. Déterminer l'intensité i qui traverse la bobine pour $t \geq 0$. Tracer l'allure de i en fonction du temps t .


EX 3 – Condensateur alimenté par deux générateurs

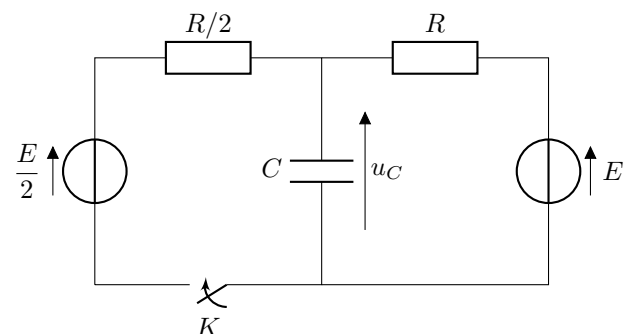
▷ On considère un condensateur de capacité C alimenté par deux générateurs de tension idéale. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

Q 1. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C .

Q 2. Résoudre cette équation et représenter la courbe de la solution.

Q 3. Déterminer le temps t_1 nécessaire pour que la valeur finale soit atteinte à 1% près.

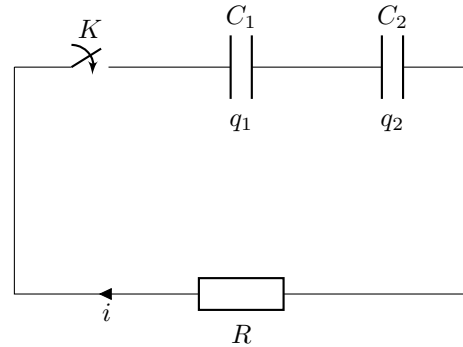
Q 4. Exprimer la puissance dissipée. Interpréter sa valeur finale.



EX 4 – Étude de deux condensateurs en série

► Les condensateurs C_1 et C_2 du circuit ci-contre ont la même capacité C . Initialement, le condensateur C_1 porte la charge q_0 et le condensateur C_2 est déchargé. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

- Q 1.** Déterminer les charges $q_{1,\infty}$ et $q_{2,\infty}$ lorsque le régime permanent est à nouveau établi.
- Q 2.** Déterminer $q_1(t)$ et $q_2(t)$. Représenter l'allure graphique de ces charges en fonction du temps.
- Q 3.** Déterminer l'expression de l'énergie dissipée par effet JOULE dans la résistance en fonction de q_0 et C .



EX 5 – Résistance de fuite d'un condensateur

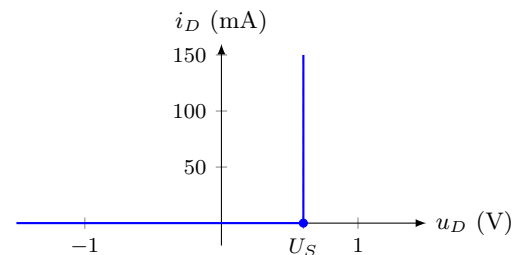
► On démonte d'un circuit un condensateur de capacité $C = 100$ pF initialement chargé sous une tension de $E = 10$ V et on le laisse posé sur la paillasse. Au bout de deux minutes de minutes, la tension aux bornes du condensateur ne vaut plus que 1 V.

- Q 1.** Proposer une origine à cette décharge spontanée du condensateur.
- Q 2.** Justifier qualitativement qu'un condensateur se déchargeant spontanément peut se modéliser par l'ajout d'une résistance en parallèle d'un condensateur idéal. Cette résistance, notée R_f , est appelée résistance de fuite ou résistance d'isolation du condensateur.
- Q 3.** Calculer numériquement (mais sans calculatrice!) l'ordre de grandeur de la résistance de fuite du condensateur considéré. On donne $\ln(10) \approx 2,3$.

EX 6 – Circuit avec diode non idéale

► Une diode D est un dipôle électrique non linéaire qui présente la caractéristique $i_D = f(u_D)$ suivante :

- Q 1.** Expliquer pourquoi la diode n'est pas un dipôle électrique linéaire.
- Q 2.** La diode D présente une tension seuil $U_S = 0,6$ V. À l'aide de la caractéristique, expliquer son fonctionnement lorsque $u_D < U_S$ et lorsque $u_D = U_S$.
- Q 3.** Peut-on imposer une tension $u_D > U_S$?



On considère désormais le circuit électrique ci-dessous dans lequel l'interrupteur K est ouvert depuis longtemps. On donne $E = 12$ V, $R = 100$ Ω , $L = 50$ mH.

- Q 4.** On ferme l'interrupteur K : que se passe-t-il pour la diode ? Déterminer l'équation différentielle vérifiée par le courant i_L .
- Q 5.** Le régime permanent étant atteint, on ouvre l'interrupteur K . Décrire ce qu'il se passe et déterminer le temps t_b pour lequel la diode se bloque. Faire l'application numérique.
- Q 6.** Tracer $u_D = f(t)$ sur toute la durée de l'expérience.

