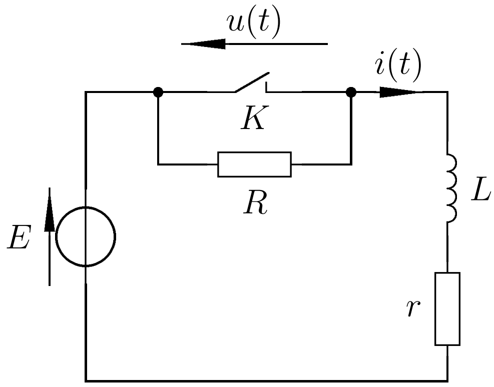
Sujet 1

I Étincelle de rupture

Soit le circuit représenté ci-contre.

L'interrupteur K est initialement fermé depuis longtemps. On bascule cet interrupteur en position ouverte à $t = 0$.



1. Quelle est la valeur de l'intensité $i(0^+)$ dans le circuit ?

2. Déterminez $i(t)$ et tracez son allure. Que se passe-t-il si R devient très grande par rapport à r ?

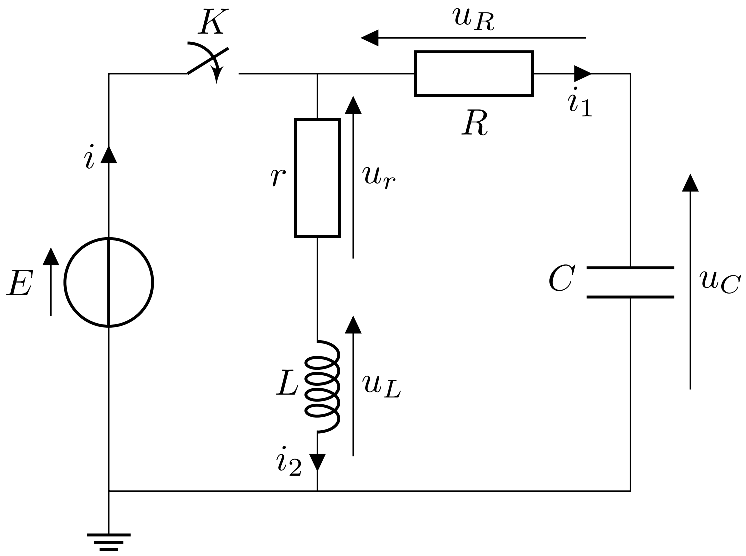
3. Déterminez $u(t)$ et tracez son allure. Que se passe-t-il si R devient très grande par rapport à r ?

4. Finalement, que risque-t-on en enlevant la résistance R de ce montage ?

Sujet 2

I Intensité débitée par un générateur de tension

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K qui était ouvert depuis très longtemps.



1. Expliquer pourquoi on peut affirmer a priori que $u_C(0^-) = 0$ et $i_2(0^-) = 0$.

2. Après la fermeture que l'interrupteur K, pour $t > 0$, à quelles conditions sur R, r, L et C, l'intensité $i(t)$ débitée par le générateur de tension est-elle constante dans le temps ?

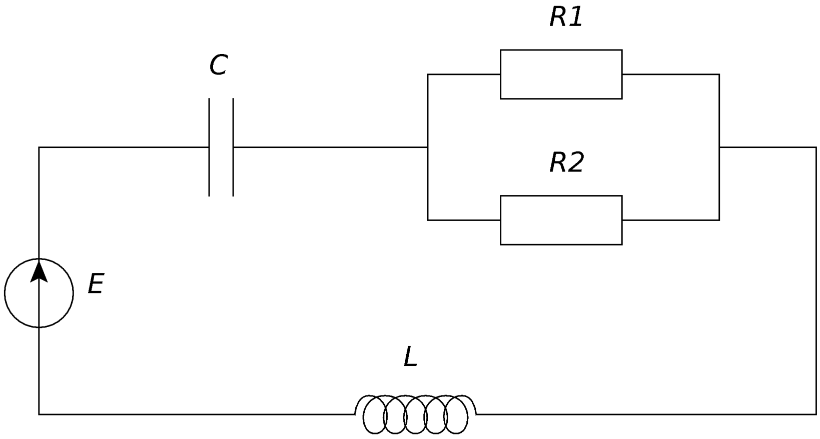
3. On suppose les conditions précédentes vérifiées. Déterminer alors l'expression de $i(t)$.

4. On donne $E = 1\,\mathrm{V}$, $R = r = 1\,\mathrm{k\Omega}$, $L = 0{,}1\,\mathrm{H}$ et $C = 0{,}1\,\mathrm{\mu F}$.
Tracer $i(t)$, $i_1(t)$ et $i_2(t)$ sur le même graphique pour $t \in [-0{,}1\,\mathrm{ms}\,; 0{,}5\,\mathrm{ms}]$.
Dessiner également les tangentes à $i_1(t)$ et $i_2(t)$ en $t = 0^+$.

Sujet 3

I Lois de Kirchhoff : circuit électrique dépendant du temps

On suppose que le générateur de tension fournit une tension qui dépend du temps : $E = E(t)$. Les intensités et les tensions dans le circuit dépendent donc également du temps. Dans le cas contraire, nous verrons dans un chapitre suivant que le courant ne pourrait pas circuler à cause du condensateur.



1. Flécher les tensions aux bornes des dipôles et les intensités dans les différentes branches du circuit de façon à ce que le générateur de tension soit en convention générateur et que les résistances, condensateur et bobine soient en convention récepteur. On appellera i_k et U_k l'intensité qui traverse la résistance R_k et la tension aux bornes de R_k. Pour le condensateur et la bobine, on appellera ces quantités respectivement U_C et i_C ou U_L et i_L.

2. Que peut-on dire de i_C et i_L ?

3. En appliquant la loi des nœuds, trouver 2 équations. Sont-elles indépendantes ?

4. En appliquant la loi des mailles, trouver 2 équations indépendantes.

5. En appliquant la loi d'Ohm, trouver 2 équations indépendantes.

6. En appliquant les loi des condensateurs et des bobines, trouver 2 équations indépendantes reliant i_C,U_C,i_L,U_L et certaines de leurs dérivées par rapport au temps.

7. Dans ce circuit, quelles grandeurs sont inconnues ? A-t-on suffisamment d'équations pour les déterminer ?

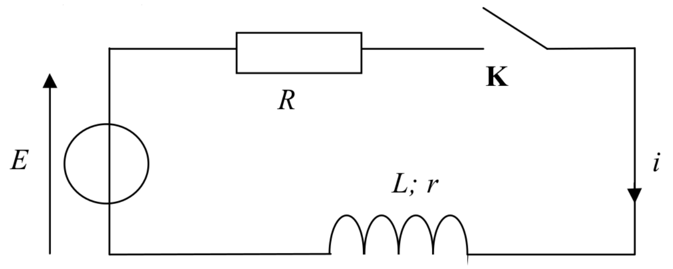
8. Trouver l'équation différentielle vérifiée par i_C.

9. Que se serait-il passé si le condensateur avait été fléché en convention générateur ?

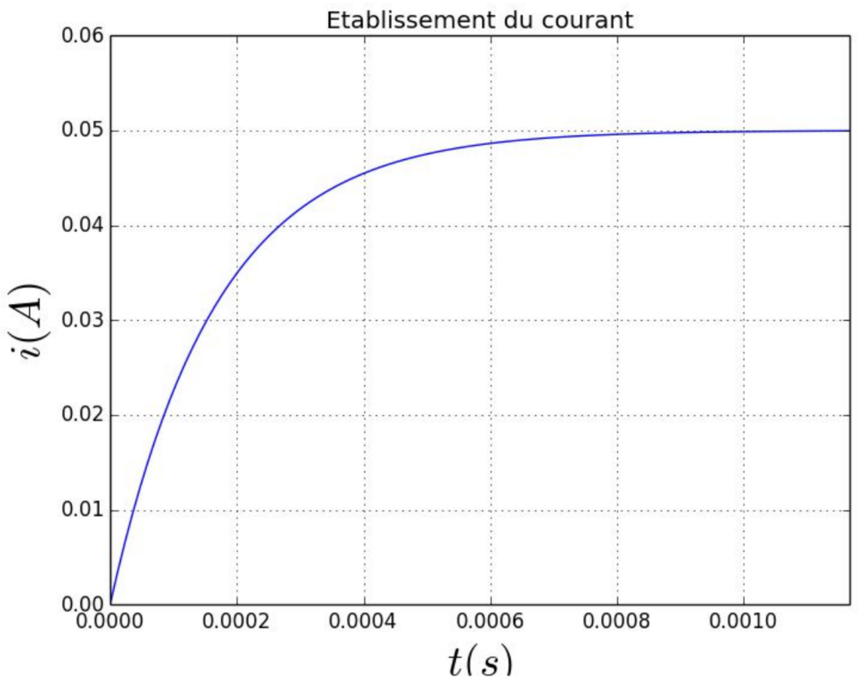
Sujet 4

I Charge d'une bobine

On considère une bobine d'inductance L et de résistance r selon le schéma ci-après.



L'ordinateur nous permet de suivre l'évolution de l'intensité i du courant en fonction du temps. On donne $R = 50\Omega$ et $E = 3{,}0\text{V}$.



1. Reproduire le schéma du montage et indiquer où doivent être branchées la masse M et les voies d'entrées de la carte d'acquisition pour étudier les variations de l'intensité dans le circuit.

2. Écrire l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.

3. Exprimer l'intensité $i(t)$ en fonction des données.

4. Soit I l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit en régime permanent. Donner sa valeur numérique et en déduire la résistance r de la bobine.

5. Déterminer, à partir de la courbe expérimentale, la valeur de l'inductance L de la bobine.

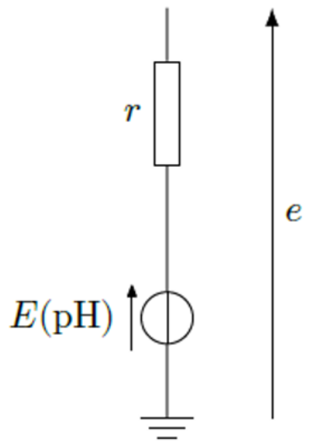
6. Faire les schémas équivalents du circuit à $t = 0^+$ et lorsque t tend vers l'infini.

Sujet 5

I Modélisation d'un pH-mètre : difficultés expérimentales de mesure

Remarque préalable : Aucune connaissance de chimie n'est nécessaire ici.

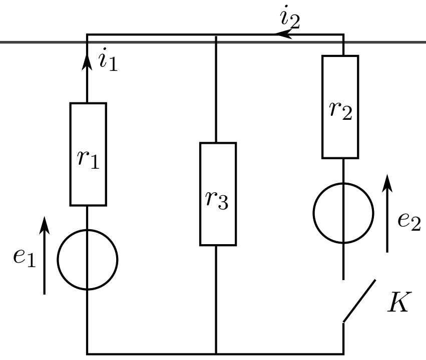
On se propose de modéliser un pH-mètre comme une association en série d'un générateur de tension idéale de force électromotrice E (qui est fonction du pH) avec une résistance électrique r, comme schématisé sur la figure ci-contre.



1. On souhaite mesurer la force électromotrice E du pH-mètre à l'aide d'un voltmètre de résistance interne $R_V = 1\,\mathrm{M\Omega}$. Il n'est, en pratique, pas possible d'accéder directement à la force électromotrice E. Le voltmètre mesure en fait e, la tension aux bornes du pH-mètre. Faire le schéma du montage, puis exprimer la tension mesurée e en fonction de E, R et R_V. Calculer numériquement la valeur de e en prenant $r = 10\,\mathrm{M\Omega}$ et $E = 0{,}20\,\mathrm{mV}$. Exprimer l'erreur relative $\epsilon = (E - e)/E$ en fonction de r et R_V uniquement. La calculer. Que pensez-vous de ce résultat ? Ce montage est-il concluant ?

2. Quelle valeur minimale de résistance interne du voltmètre R'_V aurait-il fallu avoir pour commettre une erreur relative inférieure à 10% ? Vous donnerez une expression littérale que vous calculerez ensuite.

II Batterie tampon



On donne $e_2 = 2\,\mathrm{V} = cte$, $r_2 = 0{,}2\,\Omega$, $r_3 = 50\,\Omega$. La tension e_1 décroît linéairement de $6\,\mathrm{V}$ à $5\,\mathrm{V}$ en $24\,\mathrm{h}$. La résistance r_1 est choisie de telle sorte que la fermeture de l'interrupteur K à $t = 0$ ne provoque aucun courant dans r_2.

1. Exprimer les intensités $i_1(t)$ et $i_2(t)$. Le temps t sera exprimé en jour. En déduire la valeur de r_1.

2. Déterminer la diminution relative de l'intensité $i(t)$ qui traverse la résistance r_3 en un jour :

   - si K est ouvert
   - si K est fermé

   En déduire le rôle du générateur de tension e_2.