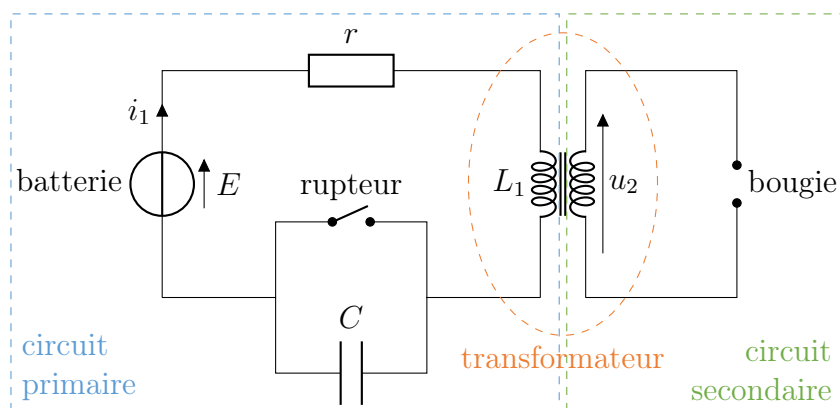


DM2 – Bougie d'allumage (première partie)

Exercice 1 – Bougie d'allumage

Dans un moteur à essence, l'inflammation du mélange air-carburant est provoquée par une étincelle qui se produit entre les bornes d'une bougie d'allumage. Cette étincelle apparaît seulement lorsque la valeur absolue de la tension aux bornes de la bougie d'allumage est supérieure à 10 kV. On peut modéliser le circuit d'allumage par le schéma représenté ci-dessous.



La batterie de f.é.m. $E = 12\text{ V}$ est considérée comme une source idéale de tension. La bobine du circuit primaire est modélisée par une inductance L_1 en série avec une résistance $r = 6,0\ \Omega$. Le rupteur est un interrupteur commandé par le mouvement mécanique du moteur.

Le rôle du transformateur est d'obtenir une tension de sortie u_2 aux bornes de la bougie très élevée. Cette tension est liée à l'intensité du courant dans le circuit primaire i_1 :

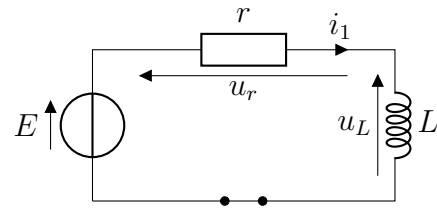
$$u_2 = \alpha \frac{di_1}{dt},$$

où α est une constante positive. Aucune autre connaissance concernant le fonctionnement du transformateur n'est nécessaire pour résoudre l'exercice.

L'objectif de l'exercice est d'étudier les conditions de formation d'une étincelle au niveau de la bougie d'allumage.

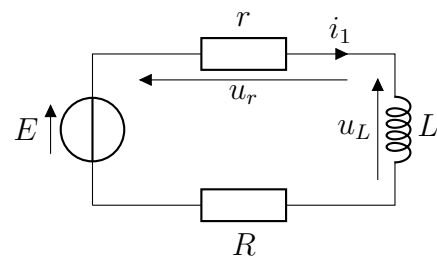
Circuit primaire sans condensateur

On s'intéresse pour l'instant uniquement au circuit primaire, quand le rupteur est fermé et sans condensateur. On s'intéresse donc au circuit représenté ci-contre.



1. Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i_1 .
2. Que devient cette équation en régime permanent ?
3. Exprimer, puis calculer l'intensité I_1 du courant dans le circuit primaire en régime permanent.
4. Peut-il y avoir une étincelle au niveau de la bougie en régime permanent ? Justifier.

On ouvre le rupteur à l'instant $t = 0$. Une étincelle se produit à ses bornes : l'air devient conducteur et le rupteur se comporte comme un conducteur ohmique de résistance élevée R (plusieurs $M\Omega$).



5. Donner l'expression du temps caractéristique τ associé à ce nouveau circuit.
6. Établir la nouvelle équation différentielle vérifiée par le courant i_1 pour $t > 0$.
7. Justifier que la condition initiale permettant de résoudre l'équation est $i_1(t = 0^+) = I_1$.
8. Donner l'expression de $i_1(t)$ pour $t > 0$ et représenter son allure.
9. L'allure de la tension $u_2(t)$ est représentée ci-dessous. Déterminer graphiquement la valeur du temps caractéristique τ .
10. À partir de quelle date t_1 peut on considérer qu'il n'y a plus d'étincelle au niveau de la bougie ?
11. Exprimer, puis calculer l'énergie \mathcal{E}_e perdue à cause de l'étincelle produite lors de l'ouverture du rupteur. Commenter.

