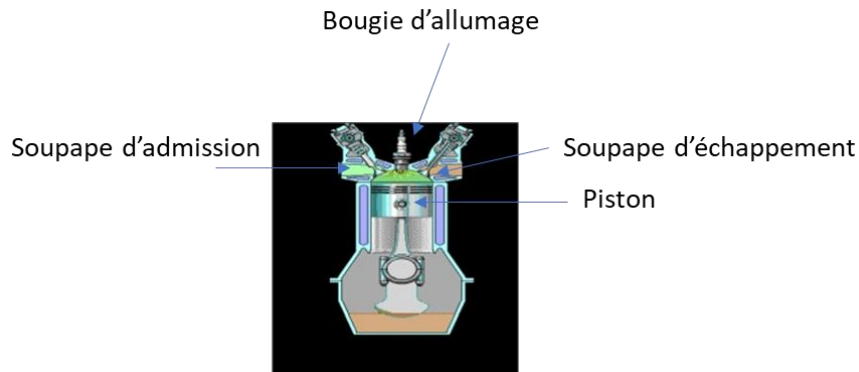


Circuit d'allumage d'une bougie de moteur à essence.



1) Principe de fonctionnement du moteur à essence 4 temps

Premier temps : Admission :

La soupape d'admission s'ouvre, la soupape d'échappement est fermée. Le piston étant à son point haut, le mélange air essence est admis dans le cylindre jusqu'à l'arrivée du piston au point bas.

Deuxième temps : Compression :

La soupape d'admission se ferme. Le mélange est comprimé par le piston qui remonte du point bas vers le point haut.

Troisième temps : Explosion :

Une étincelle produite entre les électrodes de la bougie d'allumage produit l'inflammation du mélange, qui porté à haute pression, repousse le piston du point haut vers le point bas.

Quatrième temps : Echappement :

La soupape d'échappement s'ouvre. En remontant du point bas vers le point haut, le piston évacue les gaz brûlés.

2) La bougie :

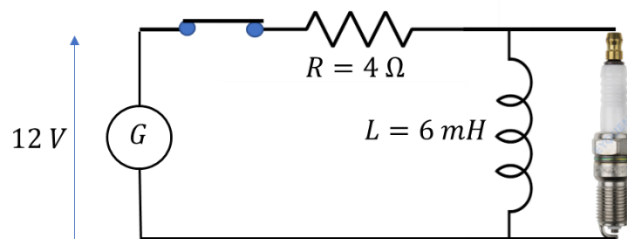
Afin d'enflammer le mélange air -essence, une tension de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de volts est produite entre les deux électrodes d'une bougie afin de générer un arc électrique



3) Circuit d'allumage et principe de fonctionnement

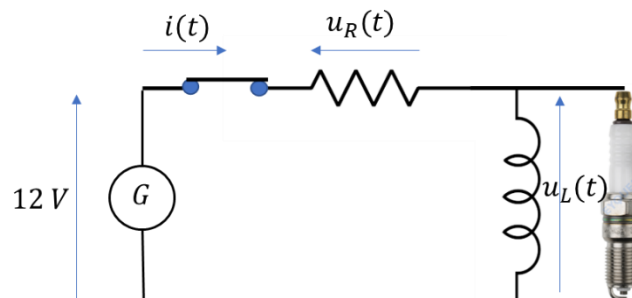
Afin d'obtenir la tension très élevée requise par la bougie pour produire l'arc électrique, à partir d'une batterie de 12 V généralement, on utilise un circuit résistor- bobine.

Lorsque le piston arrive au point haut, juste avant la phase d'explosion, un interrupteur se ferme et la batterie alimente un résistor et une bobine montés en série.



En quelques millisecondes le courant atteint une valeur stable dans la bobine. L'interrupteur s'ouvre alors et en une microseconde, l'intensité chute à zéro, ce qui produit une tension très élevée aux bornes de la bobine, donc aux bornes des électrodes de la bougie, ce qui déclenche un arc électrique entre ces dernières.

4) Calcul du circuit :



La loi d'additivité des tensions appliquée au montage en série résistor bobine s'écrit :

$$u_R(t) + u_L(t) = 12$$

Les caractéristiques tensions intensités du résistor et la bobine s'écrivent :

$$u_R(t) = R i(t)$$

$$u_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

Soit en reportant dans l'équation initiale :

$$R i(t) + L \frac{di(t)}{dt} = 12$$

Et en normalisant l'équation :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{R}{L} i(t) = \frac{12}{L}$$

C'est une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficient constant et avec second membre constant. La solution générale est la somme de la solution générale de l'équation homogène associée et d'une solution particulière constante, ce qui donne :

$$i(t) = A e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{12}{R} = A e^{-\frac{t}{\tau}} + 3$$

Soit en introduisant la constante de temps :

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{6 \times 10^{-3}}{4} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ s} = 1,5 \text{ ms}$$

$$i(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}} + 3$$

La constante A se détermine par la condition initiale : à $t = 0$, instant où l'interrupteur se ferme, le courant est nul. Donc :

$$i(0) = 0 = A e^{-\frac{R}{L} \times 0} + 3 = A + 3$$

Ce qui donne :

$$A = -3$$

Ainsi :

$$i(t) = 3 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

L'intensité du courant $i(t)$ traversant la bobine est donc une fonction croissante du temps tendant vers la valeur limite de 3 A. De plus :

$$i(5 \tau) = 3(1 - e^{-5}) = 3 \times 0.993$$

99,3 % de cette valeur limite est donc atteinte au bout de 5τ , soit 7,5 ms. La valeur limite de 3 A peut donc être alors considérée comme atteinte.

Lorsque l'interrupteur s'ouvre à l'instant t_1 , il faut alors $1 \mu\text{s}$ pour que cette intensité retombe à la valeur 0 à l'instant t_2 et donc, en supposant une décroissance affine, la tension sur cette période peut être approximée par :

$$u_L(t) \approx L \frac{i(t_2) - i(t_1)}{t_2 - t_1} = 6 \times 10^{-3} \times \frac{0 - 3}{10^{-6}} = -18 000 \text{ V}$$

5) Point de vue énergétique :

L'énergie libérée par l'arc électrique sous forme de chaleur et servant à enflammer le mélange air-essence, correspond à l'énergie emmagasinée par la bobine, juste avant sa décharge, à savoir :

$$E_L = \frac{1}{2} L i(t_1)^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-3} \times 3^2 = 27 \times 10^{-3} J = 27 mJ$$