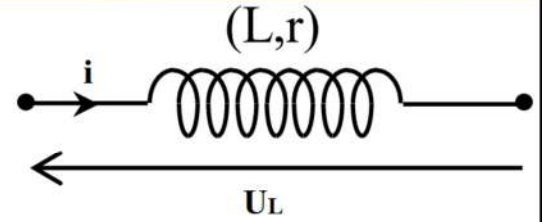


Dipôle RL

i. La bobine

1) Définition

Une bobine est un dipôle passif, formée d'un enroulement cylindrique, d'un fil électrique recouvert par un isolant, la bobine est caractérisée par son inductance L , exprimé en Henry (H)



2) La tension aux bornes de la bobine

La tension U_L aux bornes de la bobine est donnée par :

$$U_L = r \cdot i + L \frac{di}{dt} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} L : \text{L'inductance de la bobine en (H)} \\ r : \text{La résistance interne de la bobine en } (\Omega) \\ i : \text{L'intensité du courant en (A)} \end{cases}$$

Remarque

Courant continu $I = \text{cte}$	Résistance interne négligeable ($r = 0$)
$U_L = r \cdot i$	$U_L = L \frac{di}{dt}$

3) Influence de la bobine dans un circuit

Une bobine permet de retarder l'établissement ou la rupture (annulation) du courant qui la traverse

4) Energie emmagasiné dans une bobine

L'énergie magnétique stockée dans une bobine, est donnée par :

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

ii. Etablissement et rupture du courant

1) Etablissement du courant

a) Etude expérimental

On réalise le montage expérimental ci-contre à l'instant $t=0s$ on ferme l'interrupteur K et on visualise la variation de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction de temps

On obtient la courbe de la figure ci-dessous

b) Etude théorique

* L'équation différentielle vérifie par $i(t)$

En appliquant la loi d'additivité des tensions :

$$\begin{aligned} U_L + U_R &= E \\ r \cdot i + L \frac{di}{dt} + R \cdot i &= E \\ (R + r)i + L \frac{di}{dt} &= E \\ i + \frac{L}{R+r} \frac{di}{dt} &= \frac{E}{R+r} \end{aligned}$$

* Détermination de $i(t)$

La solution de l'équation différentielle est sous la forme :

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

En remplaçant $i(t)$ dans l'équation différentielle et en

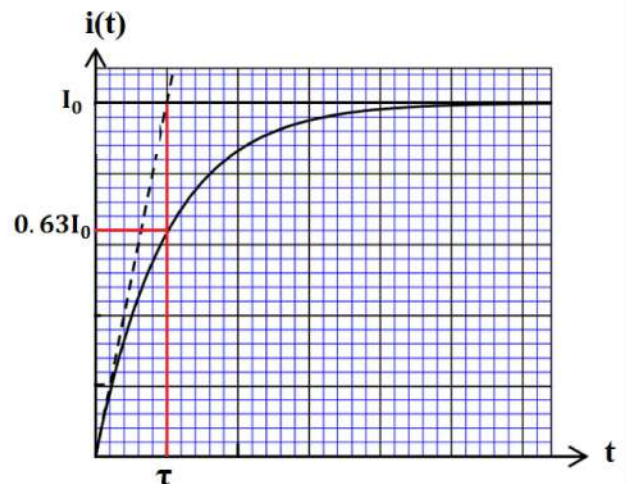
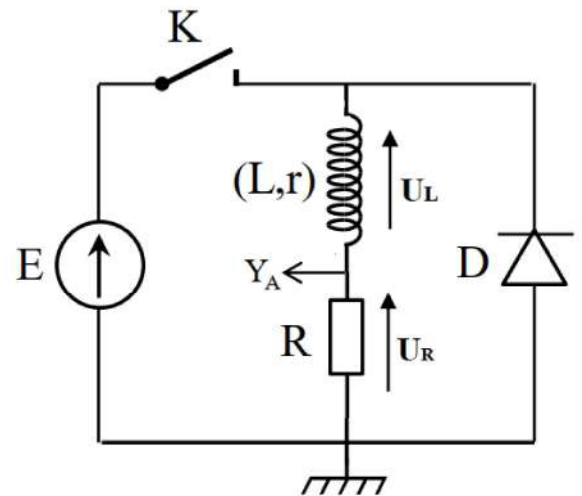
utilisant les conditions initiales : $A = -B = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$

D'où

$$i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

* $I_0 = \frac{E}{R+r}$: La valeur maximale de l'intensité du courant

* $\tau = \frac{L}{R+r}$: La constante du temps du dipôle RL



2) Rupture du courant

Etude expérimentale

Après avoir établi le courant dans la bobine on ouvre l'interrupteur K (montage ci-contre) et on visualise la variation de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction de temps (la figure ci-dessous)

Remarque

Le rôle de la diode dans le circuit est de protéger la bobine de la surtension qui peut apparaître à ces bornes lors de l'ouverture de l'interrupteur

Etude théorique

✦ L'équation différentielle vérifiée par $i(t)$

En appliquant la loi d'additivité des tensions :

$$U_L + U_R = 0$$

$$r \cdot i + L \frac{di}{dt} + R \cdot i = 0$$

$$(R + r)i + L \frac{di}{dt} = 0$$

$$i + \frac{L}{R+r} \frac{di}{dt} = 0$$

✦ Détermination de $i(t)$

La solution de l'équation différentielle est sous la forme

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

En remplaçant $i(t)$ dans l'équation différentielle et en

utilisant les conditions initiales : $A = \frac{E}{R+r} = I_0$ et $B = 0$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$

D'où :

$$i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

✦ $I_0 = \frac{E}{R+r}$: La valeur maximale de l'intensité du courant

✦ $\tau = \frac{L}{R+r}$: La constante du temps du dipôle RL

3) La constante du temps

a) Détermination de la constante du temps

Etablissement du courant	Rupture du courant
$i(\tau) = 0.63 I_0$	$i(\tau) = 0.37 I_0$

Remarque

✦ La durée de l'établissement et de la rupture du courant est $\Delta t \approx 5\tau$

✦ La durée de l'établissement et de la rupture augmente lorsque l'inductance L et/ou la résistance $R + r$ diminue

b) Analyse dimensionnel du constant de temps τ

$$\text{On a } \tau = \frac{L}{R+r} = \frac{L}{R_T} \Leftrightarrow [\tau] = \frac{[L]}{[R]}$$

$$\text{On a } U = R \cdot I \Leftrightarrow [R] = \frac{[U]}{[I]}$$

$$\text{Et } U = L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow [L] = \frac{[U] \cdot [t]}{[I]}$$

$$[\tau] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{[I]}{[U]} \cdot \frac{[U] \cdot [t]}{[I]} = [t] \Leftrightarrow \text{Donc } [\tau] = [t]$$

