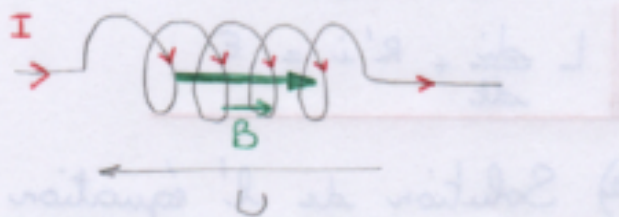


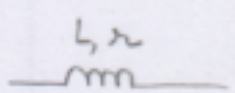
Chapitre 13. Régime Transitoire d'un circuit RL

1. La bobine

Une bobine est constituée par l'enroulement d'une grande longueur de fil conducteur. Un noyau de fer doux peut être placé au centre de l'enroulement pour renforcer les propriétés de la bobine.

Lorsque la bobine est traversée par un courant I , un champ magnétique \vec{B} apparaît au centre de la bobine. Si ce champ magnétique varie, une tension apparaît aux bornes de la bobine.

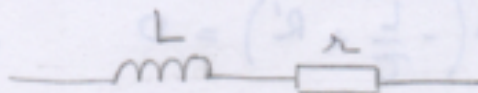


Le symbole d'une bobine est : 

avec L : inductance de la bobine

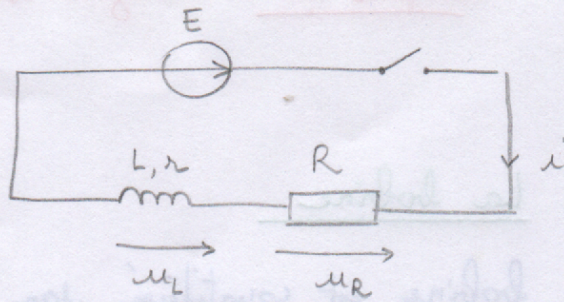
r : résistance interne de la bobine

Cette représentation est équivalente à :



L'inductance L s'exprime en Henry (H). Sa valeur dépend des caractéristiques géométriques de la bobine et caractérise sa propriété à s'opposer aux variations du courant.

2. Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension



Un dipôle RL est l'association en série d'une résistance et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r .

On note $R' = R + r$

1) Equation différentielle vérifiée par l'intensité i

À $t=0$, l'interrupteur est fermé.

$$u_L + u_R = E$$

$$\boxed{L \frac{di}{dt} + R' i = E}$$

2) Solution de l'équation différentielle

Vérifions que $i(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}} + B$ est solution de l'équation différentielle.

$$L \times A \times \left(-\frac{1}{\tau}\right) e^{-\frac{t}{\tau}} + R' A e^{-\frac{t}{\tau}} + R' B = E$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} A \left(-\frac{L}{\tau} + R'\right) = 0 \\ B = \frac{E}{R'} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \tau = \frac{R'}{L} \\ B = \frac{E}{R'} \end{cases}$$

Condition initiale : $i(t=0) = 0$.

Remarque. $i(t)$ est continue car sinon $u_L = L \frac{di}{dt}$ prendrait une valeur infinie.

$$i(t=0) = 0 \Leftrightarrow A + B = 0 \Leftrightarrow A = -\frac{E}{R'}$$

$$\boxed{i(t) = \frac{E}{R'} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$$

$$\text{avec } \boxed{\tau = \frac{L}{R'}}$$

3) Tension aux bornes de la bobine

$$u_L(t) = E - u_R(t)$$

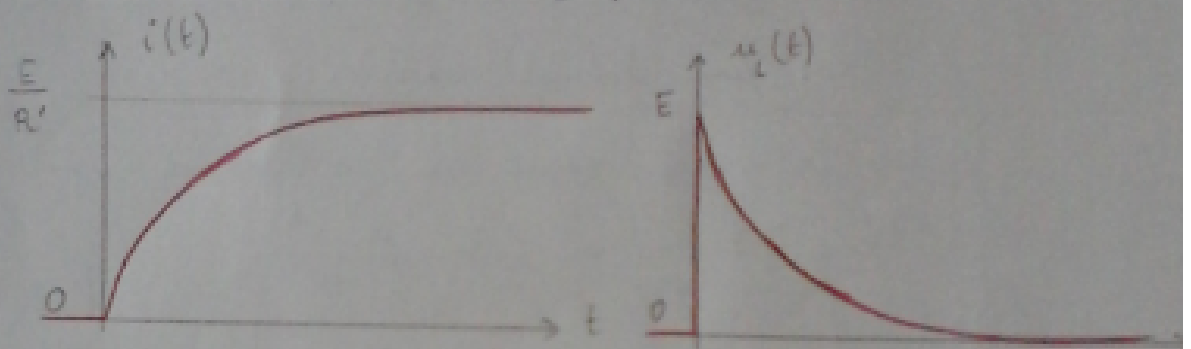
$$u_L(t) = E - R_L(t) = E - E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_L(t) = E - \frac{R \cdot E}{R'} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Supposons r négligeable : $R = R'$

$$u_L(t) = E e^{-t/\tau}$$

La tension aux bornes de la bobine est discontinue en $t = 0$.



4) Constante de temps

La constante de temps du dipôle RL constituée d'une inductance L , de résistance interne r , en série avec une résistance R , a pour expression

$$\tau = \frac{L}{R+r}$$

L en H
 R, r en Ω
 τ en s

• $i(\tau) = \frac{E}{R'} (1 - e^{-1}) = 63\% \frac{E}{R'}$

• La tangente à $i(t)$ en $t = 0$ coupe l'asymptote $\frac{E}{R'}$ à $t = \tau$.

• $u_L(\tau) = 37\% E$ (si $r = 0$)

Le régime transitoire dure environ 5τ :

$$i(5\tau) = \frac{E}{R'} (1 - e^{-5}) \approx 0,99 \cdot \frac{E}{R'}$$

La bobine retarde transitoirement l'établissement du courant : on dit qu'elle s'oppose de manière transitoire au passage du courant.

3. Energie emmagasinée dans une bobine

Pour une bobine idéale, $r = 0$: $u_L = L \frac{di}{dt}$

La puissance reçue par la bobine est :

$$P_e = L i \frac{di}{dt} = \frac{1}{2} L \frac{d(i^2)}{dt}$$

donc l'énergie emmagasinée par la bobine est :

$$W = \frac{1}{2} L i^2$$

$$\begin{array}{l} L \text{ a H} \\ i \text{ a A} \\ W \text{ a J} \end{array}$$