

Chapitre 12

Bobine et dipôle RL

12.1 À bâtons rompus

- Quelle est la forme de la courbe représentant les variations de l'intensité du courant traversant un dipôle RL , lors de l'établissement du courant ?
- Quelle est l'influence d'une bobine dans un circuit quelconque ?
- Soit un dipôle RL donné. Que dire de l'établissement du courant dans le circuit, lorsque l'on double la résistance R du conducteur ohmique ?
- Soit un dipôle RL donné. En introduisant un *noyau de fer doux* dans la bobine, on multiplie l'inductance propre de celle-ci par un facteur dix. Que dire de l'établissement du courant dans le circuit ?
- Proposer un montage permettant de visualiser les variations de l'intensité et de la tension aux bornes d'un dipôle RL soumis à un échelon de tension.

Corrigé 12

Bobine et dipôle RL

12.1 À bâtons rompus

- Il s'agit d'une exponentielle croissante, admettant une asymptote verticale à $t \rightarrow \infty$.
- Une bobine interdit les variations brusques de l'intensité du courant.
- En doublant la résistance, on divise par deux la constante de temps $\tau = L/R$, mais simultanément on divise par deux le courant maximal E/R atteint à $t \rightarrow \infty$ (en pratique, 5τ).
- La bobine s'opposant aux variations de courant, celui-ci met dix fois plus de temps à atteindre la valeur maximale E/R ; en effet, la constante de temps $\tau = L/R$ est multipliée par dix.
- Voir par exemple le schéma proposé dans l'exercice résolu p. 155 du livre.

12.2 N°10 p. 157 : Inductance d'une bobine

1.
$$N = \frac{L}{\pi D} = \frac{50}{\pi \times 6,00 \times 10^{-2}}$$

soit $2,6510^2$ tours.

2. Les spires étant jointives, la longueur ℓ de la bobine

Les bobines

12.2 N°10 p. 157 : Inductance d'une bobine

12.3 N°11 p. 157 : Courant en dents de scie

12.4 N°13 p. 158 : Étude d'une bobine

Le dipôle RL

12.5 Exercice résolu p. 155 : Établissement du courant dans un dipôle RL

12.6 N°15 p. 159 : Établissement d'un courant

12.7 N°16 p. 159 : Étude d'une bobine

12.8 N°21 p. 160 : Dipôle RL

Énergie d'une bobine

12.9 N°17 p. 159 : Expression de l'énergie

12.10 N°19 p. 160 : Énergie mécanique

est :

$$\ell = N \times d = 0,133 \text{ m.}$$

3. L'inductance de la bobine est :

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 \pi d^2}{4\ell} = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ H.}$$

4. Le nombre N de spires serait multiplié par 2. L'inductance sera donc multipliée par 4 :

$$L = 7,52 \cdot 10^{-3} \text{ H.}$$

12.3 N°11 p. 157 : Courant en dents de scie

1. Tension aux bornes d'une bobine de résistance négligeable :

$$u_B = L \frac{di}{dt}$$

De $t = 0$ à $t = 2 \text{ ms}$: $i = 20t - 20$, avec i en mA et t en ms (prenez deux points sur la portion de droite représentant $i(t)$ pour trouver son équation si jamais vous avez du mal). D'où :

$$\frac{di}{dt} = 20 \text{ mA.ms}^{-1} = 20 \text{ A.s}^{-1}$$

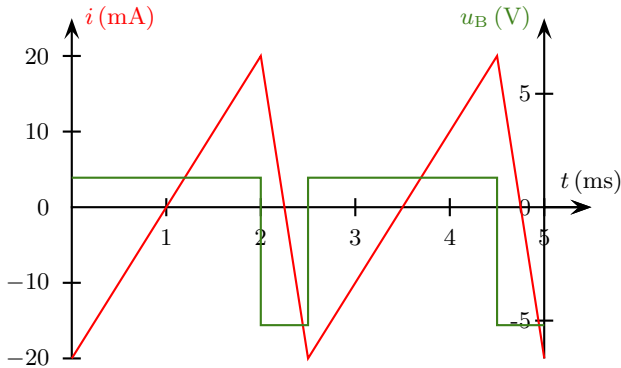
$$\Rightarrow u_B = 65,0 \cdot 10^{-3} \times 20 = 1,3 \text{ V}$$

De $t = 2 \text{ ms}$ à $t = 2,5 \text{ ms}$: $i = -80t + 180$ (pente négative quatre fois plus élevée), donc :

$$\frac{di}{dt} = -80 \text{ A.s}^{-1}$$

$$\Rightarrow u_B = 65,0 \cdot 10^{-3} \times (-80) = -5,2 \text{ V}$$

2. Les variations de la tension u_B sont un créneau dissymétrique :



12.4 N°13 p. 157 : Étude d'une bobine

12.5 Exercice résolu p. 155 : Établissement du courant dans un dipôle RL

12.6 N°15 p. 159 : Établissement d'un courant

1. $E = Ri + L \frac{di}{dt}$.

2. En suivant ce qui a été fait en cours, on établit que :

$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

$$\Leftrightarrow i = 0,127 \left(1 - e^{-0,6010^{-3}t} \right)$$

3. La constante de temps du dipôle RL s'écrit :

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

Donc : $\tau = 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

4. On trace la droite horizontale représentant la limite vers laquelle tend i , c'est-à-dire $0,127 \text{ A}$.

La tangente à l'origine à la courbe coupe cette droite au point d'abscisse $\tau = 0,60 \text{ ms}$.

À la date $t = \tau$, l'intensité vaut 63 % de sa valeur limite, soit $0,080 \text{ A}$. Les deux droites précédentes et le point de coordonnées $(0,60 \text{ ms}; 0,080 \text{ A})$ suffisent pour en déduire l'allure en exponentielle de la courbe.

12.7 N°16 p. 159 : Étude d'une bobine

1. Sur la voie CH1, on visualise la tension aux bornes du conducteur ohmique, qui est proportionnelle ($u_R = Ri$) à l'intensité traversant le circuit.

Au bout d'un temps très long : $\frac{di}{dt} = 0$.

$u_R = Ri$ tend vers $6,2 \text{ V}$, donc :

$$i = \frac{6,2}{40} = 0,155 \text{ A}$$

2. À l'instant $t = 0$:

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{du_R}{dt} = \frac{1}{40} \frac{8,0}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 80 \text{ A.s}^{-1}$$

3. $E = (R + r)i + L \frac{di}{dt}$.

4. À $t = 0$, $i = 0$, donc : $E = L \frac{di}{dt}$, d'où :

$$L = \frac{8,0}{80} = 0,10 \text{ H}$$

Lorsque t devient très grand : $E = (R + r)i$, d'où :

$$r = \frac{E}{i} - R = 12 \Omega$$

5. En cherchant l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine avec la droite d'ordonnée $6,2 \text{ V}$, on obtient : $\tau = 2,0 \text{ ms}$.

Le calcul donne :

$$\tau = \frac{L}{R + r} = \frac{0,10}{40 + 12} = 1,9 \text{ ms}$$

On constate un écart entre valeur mesurée et valeur calculée, faible.

12.8 N°21 p. 160 : Dipôle RL

12.9 N°17 p. 159 : Expression de l'énergie

1. Puissance électrique reçue par un récepteur :

$$\mathcal{P} = ui$$

2. Puissance reçue par la bobine, de résistance interne négligeable :

$$\mathcal{P} = L \frac{di}{dt} i$$

3. L'énergie de la bobine est une primitive de la puissance :

$$\mathcal{P} = \frac{dE}{dt} \Rightarrow E = \int \mathcal{P} dt$$

$$\Rightarrow E_L = \frac{1}{2} Li^2 + k$$

où k est une constante d'intégration. Lorsque le courant d'intensité i est nul, l'énergie dans la bobine est forcément nulle, donc $k = 0$ et par suite, on retrouve :

$$E_L = \frac{1}{2} Li^2$$

12.10 N°19 p. 160 : Énergie mécanique