Cours Terminale - Les bobines

Cours Terminale - Les bobines

1. Présentation

1.1 Description, symbole

Une bobine est un enroulement de conducteur sur un support isolant.
Symbole : 

Les bobines étant constitués d'un très grand nombre de spires (plusieurs centaines ou milliers), on ne pourra pas négliger la résistance des fils. Une bobine réelle aura donc une résistance propre : r.
Une bobine est par ailleurs caractérisée par son inductance notée L, exprimée en Henry (H).
Pour une bobine réelle : L,r
Pour une bobine idéale : L

1.2 Tension aux bornes d'une bobine

Toutes les bobines s'opposent aux variations de l'intensité.
Pour une bobine idéale : $U_L = L\frac{di}{dt}$
Pour une bobine réelle : $U_L = L\frac{di}{dt} + R$

2. Etude du dipôle RL

2.1 Etude expérimentale

On s'intéresse à l'évolution de l'intensité du courant dans un dipôle RL lors de l'établissement du courant.
En régime transitoire, i est variable.
Aux bornes de la bobine on a : $U_L = L\frac{di}{dt} + ri$

En régime permanent, i est constant.
Aux bornes de la bobine on a : $U_L = rI$

La bobine réelle se comporte comme un conducteur ohmique en régime permanent.
La bobine idéale se comporte comme un fil en régime permanent.

En régime permanent, $E = U_L + U_R$ devient $E = rI + RI$
$I = \frac{E}{R+r}$ avec $R_T = R + r$

2.2 Etude théorique

Loi des tensions : $E = U_L + U_R$
$E = L\frac{di}{dt} + ri + Ri$
$E = L\frac{di}{dt} + (R+r)i$
$E = L\frac{di}{dt} + R_T i$
$\frac{E}{R_T} = \frac{L}{R_T} \times \frac{di}{dt} + i$ (E)

Solution analytique de la forme : $i(t) = Ae^{\alpha t} + B$
$\frac{di}{dt} = A\alpha e^{\alpha t}$
$\frac{E}{R_T} = \frac{L}{R_T} \times A\alpha e^{\alpha t} + Ae^{\alpha t} + B$
$\frac{E}{R_T} - B = Ae^{\alpha t}(\frac{L\alpha}{R_T} + 1)$
Cette équation n'est vraie que si les deux membres sont égaux à 0 (pour tout instant).

Donc on obtient : $\frac{□}{□_□} - = 0$; $\frac{□□}{□_□} + 1 = 0$ soit $□ = \frac{□}{□_□}$; $□ = -\frac{□_□}{□}$

$□t = □^{-\frac{L_□}{□}□} + \frac{□}{□_□}$

A $□ = 0s$ $□0 = 0$

Donc $□ + \frac{□}{□_□} = 0$ d'où $□ = -\frac{□}{□_□}$

$□□ = \frac{□}{□_□}(1 - □^{-\frac{R_□}{□}□})$

On écrit $□□ = 1 - □^{-\frac{□}{□}}$ avec $□ = \frac{□}{□_□} = \frac{□}{□+}$ intensité du courant en régime permanent.

$\tau = \frac{□}{□_□}$ constante de temps du dipôle RL.

Remarque : on peut retrouver très rapidement l'expression de l'intensité du courant en régime permanent.

En régime permanent, l'intensité est constante et vaut I.

Donc $\frac{□}{□□} = 0$

$□$ devient $\frac{□}{□_□} = 0 + \Longleftrightarrow \frac{□}{□_□} =$

2.3 Tension aux bornes de la bobine

Bobine idéale : $□_□ = \frac{□□}{□□}$ avec $□ = (1 - □^{-\frac{t}{\tau}})$

$□_□ = \frac{□□□}{□□} = \frac{1}{□}□^{-\frac{□}{□}} = □^{-\frac{□}{□}}$

2.4 Rupture du courant

Lors de la rupture du courant

(E) devient $0 = \frac{□}{□_□} \times \frac{□□}{□□} +$

La tension E devient nulle.

Solution analytique de forme $□□ = □^{-\frac{□}{□}} +$

$\frac{□□}{□□} = -\frac{1}{\tau}□□^{-\frac{□}{□}}$

$0 = \frac{□}{□_□} \times -\frac{1}{□} \times □^{-\frac{□}{□}} + □^{-\frac{□}{□}} +$

$- = -\left(\frac{□}{□_□□} + 1\right)□^{-\frac{□}{□}}$

Quelque soit t, l'expression ci-dessus n'est vraie que si :

$- = 0$

$-\frac{□}{□_□□} + 1 = 0$

$□ = 0$

$□ = \frac{□}{□_□}$

A $□ = 0$ l'intensité du courant était I.

$□□ = □^{-\frac{□}{□}}$

$□0 = =$

$□□ = □^{-\frac{□}{□}}$

2.5 Tension aux bornes de la bobine - rupture de courant

Pour une bobine idéale $u_L = L\frac{di}{dt}$ or $i(t) = I e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec $\tau = \frac{L}{R}$ et $I = \frac{E}{R}$

$$u_L(t) = L\frac{di}{dt}(t) = -\frac{L I e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau} = -E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

2.6 Récapitulatif

Une bobine s'oppose aux variations brutales de l'intensité du courant qui la traverse. L'intensit donc de la façon continue. En revanche, la tension u_L présente des discontinuités lors de l'ouverture et de la fermeture de l'interrupteur.

2.7 Constante de temps

Lors de l'établissement et de la rupture du courant, la constante de temps est $\tau = \frac{L}{R_T}$ avec R_T la résistance totale du circuit.

Analyse dimensionnelle

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

$R_T = \frac{U}{I}$

$L = \frac{U t}{I}$

$\tau = \frac{U t I}{I U} = T$

3. Energie emmagasinée dans une bobine

L'énergie emmagasinée dans une bobine parcourue par un courant d'intensité i s'écrit :

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

E (J)

L (H)

I (A)