

Dipôle RL

Niveau : 2ème Année Bac

Professeur :AIT MAMA MOHAMED

Sommaire

- I. Introduction
- II. La bobine
- III. Détermination expérimentale de L
- IV. Influence de la bobine
- V. Réponse à un échelon montant
- VI. Réponse à un échelon descendant
- VII. Énergie magnétique
- VIII. Exercices

1 Introduction

Contexte

Dans les systèmes d'allumage des moteurs à explosion, une bobine est utilisée pour produire l'étincelle nécessaire à l'inflammation du mélange air-essence.

Problématiques :

- Qu'est-ce qu'une bobine ?
- Quelle est son influence dans un circuit électrique ?

2 La bobine

2.1 Définition et symbole

Bobine

Définition : Composant électrique formé d'un enroulement cylindrique de fil conducteur isolé.

Symbole :



- L : inductance (en Henry, H)
- r : résistance interne
- Si $r \approx 0$, la bobine est dite "pure"

2.2 Inductance et tension

Relations fondamentales

Loi de la bobine :

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

Cas particulier :

— En régime continu ($\frac{di}{dt} = 0$) :

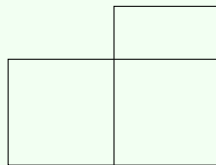
$$u_L = r \cdot i$$

(comportement résistif)

3 Détermination expérimentale de L

Montage expérimental

Dispositif :



Observation :

$$u_L = L \frac{di}{dt} \quad \text{et} \quad u_R = R \cdot i$$

$$\Rightarrow L = - \frac{u_L \cdot R}{\frac{du_R}{dt}}$$

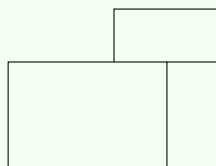
Exemple :

$$L = - \frac{(-0.05) \times 20 \times 10^3}{4 \times 10^3} = 0.25 \text{ H}$$

4 Influence de la bobine

Expérience des deux lampes

Montage :



Observations :

- Lampe avec bobine s'allume en retard
- En régime permanent, même éclat

Interprétation : La bobine s'oppose aux variations de courant ($\frac{di}{dt} \neq 0$)

5 Réponse à un échelon montant

Établissement du courant

Montage :

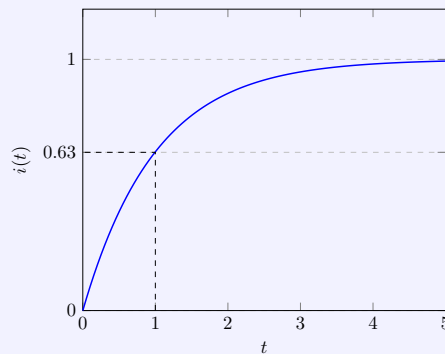


Équation différentielle :

$$\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_T} \quad (\tau = \frac{L}{R_T})$$

Solution :

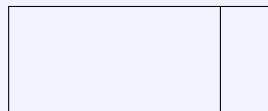
$$i(t) = \frac{E}{R_T} (1 - e^{-t/\tau})$$



6 Réponse à un échelon descendant

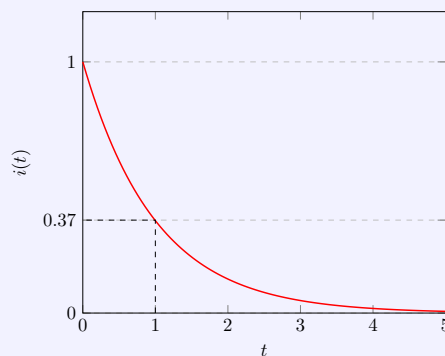
Annulation du courant

Montage :



Solution :

$$i(t) = \frac{E}{R_T} e^{-t/\tau}$$



7 Énergie magnétique

Énergie emmagasinée

Expression :

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

Démonstration :

$$P = u_L \cdot i = Li \frac{di}{dt}$$

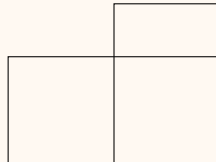
$$E_m = \int P dt = L \int i di = \frac{1}{2} Li^2$$

8 Exercices

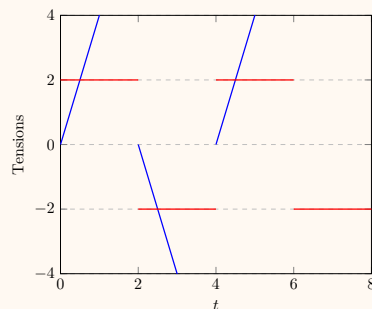
8.1 Exercice 1

Exercice 1

Détermination de l'inductance L :



Oscillogramme obtenu :



1. Rôle de la bobine ?
2. Montrer que $u_b = -\frac{L}{R} \frac{du_R}{dt}$
3. Déterminer u_b et $\frac{du_R}{dt}$
4. Calculer L

Solution Exercice 1

1. La bobine s'oppose aux variations de courant
2. $u_b = L \frac{di}{dt} = L \frac{d}{dt} \left(\frac{u_R}{R} \right) = \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt}$
3. $u_b = -2 \text{ V}, \frac{du_R}{dt} = \frac{4 \text{ V}}{2 \text{ ms}} = 2 \times 10^3 \text{ V/s}$
4. $L = -\frac{u_b \cdot R}{\frac{du_R}{dt}} = \frac{2 \times 1.5 \times 10^3}{2 \times 10^3} = 1.5 \text{ H}$

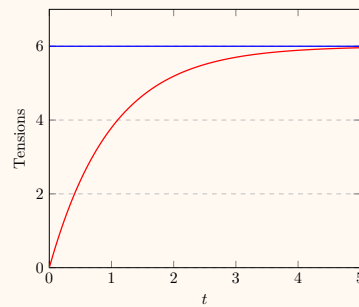
8.2 Exercice 2

Exercice 2

Étude d'un dipôle RL ($E = 6 \text{ V}$) :



Chronogrammes obtenus :



1. Réaliser les connexions oscilloscope
2. Identifier les chronogrammes
3. Justifier l'établissement progressif
4. Déterminer τ
5. Établir l'équation différentielle
6. Exprimer τ et I_P
7. Calculer L , R et r ($I_P = 60 \text{ mA}$)

Solution Exercice 2

1. Voie I : E , Voie II : $u_R = Ri$
2. (1) : E , (2) : u_R
3. La bobine s'oppose aux variations de courant
4. $\tau \approx 1 \text{ ms}$ (méthode des 63%)
5. $L \frac{di}{dt} + (R + r)i = E$
6. $\tau = \frac{L}{R+r}$, $I_P = \frac{E}{R+r}$
7. $R + r = \frac{E}{I_P} = 100 \Omega$, $L = \tau(R + r) = 0.1 \text{ H}$

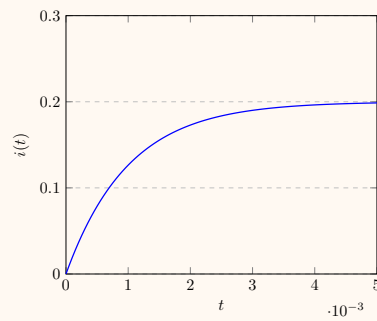
8.3 Exercice 3

Exercice 3

Circuit RL ($E = 4 \text{ V}$, $L = 11 \text{ mH}$, $R' = 10 \Omega$) :



Courbe $i(t)$ obtenue :



1. Intérêt de mesurer $u_{R'}$?
2. Phénomène physique observé ?
3. Établir l'équation différentielle
4. Exprimer r et calculer sa valeur

Solution Exercice 3

1. $u_{R'} = R'i$ permet de mesurer i
2. Établissement progressif du courant (effet de la bobine)
3. $L \frac{di}{dt} + (R' + r)i = E$
4. En régime permanent : $I_P = \frac{E}{R' + r} \Rightarrow r = \frac{E}{I_P} - R' \approx 10 \Omega$

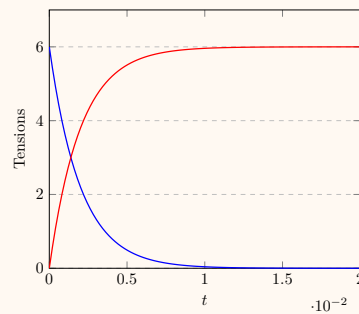
8.4 Exercice 4

Exercice 4

Circuit RL ($E = 6 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$, $R = 200 \Omega$) :



Courbes obtenues :



1. Quel appareil peut remplacer l'interface ?
2. Exprimer u_{AB} et u_{BC}
3. Identifier les courbes
4. Déterminer I_P
5. Déterminer τ et calculer L

Solution Exercice 4

1. Oscilloscope
2. $u_{AB} = L \frac{di}{dt} + ri$, $u_{BC} = Ri$
3. (1) : u_{AB} (décroissante), (2) : u_{BC} (croissante)
4. $I_P = \frac{E}{R+r} \approx 28.6 \text{ mA}$
5. $\tau \approx 2 \text{ ms}$, $L = \tau(R + r) \approx 0.42 \text{ H}$

Fin de la séance - Bon travail !