



## Introduction

Ce chapitre sur le dipôle RL est le parfait complément de l'étude du dipôle RC. Il permet de comprendre comment une bobine influence le passage du courant dans un circuit et introduit des phénomènes transitoires caractéristiques. Voici comment aborder ces notions avec efficacité.

## Stratégies d'Apprentissage

### Comprenez la Bobine et ses Caractéristiques

La bobine est l'élément clé de ce chapitre.

- **Définition** : Une bobine est un composant qui s'oppose aux variations du courant qui la traverse. Elle est caractérisée par son inductance  $L$  (en Henrys) et sa résistance interne  $r$ .
- **Relation fondamentale** : La tension aux bornes d'une bobine est donnée par :

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

- **Comportement en régime permanent** : Lorsque le courant est constant ( $i = I = cte$ ),  $\frac{di}{dt} = 0$ . La bobine se comporte alors comme un simple conducteur ohmique de résistance  $r$  :  $u_L = r \cdot I$ .
- **Énergie emmagasinée** : Une bobine parcourue par un courant  $i$  stocke de l'énergie magnétique :

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

### Maîtrisez les Phénomènes d'Établissement et de Rupture du Courant

Le comportement transitoire est au cœur de l'étude du dipôle RL.

- **Établissement du courant** : Lorsqu'on ferme l'interrupteur dans un circuit RL série soumis à une tension  $E$ , le courant n'atteint pas instantanément sa valeur maximale. Il évolue selon :

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

où  $I_{\max} = \frac{E}{R_T}$  ( $R_T = R + r$ ) et  $\tau = \frac{L}{R_T}$  est la constante de temps.

- **Rupture du courant** : Lorsqu'on ouvre l'interrupteur, le courant ne s'annule pas instantanément. Il décroît selon :

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

- **Interprétation physique** : La bobine s'oppose à toute variation du courant (loi de Lenz). La constante de temps  $\tau$  représente la rapidité avec laquelle le courant atteint sa valeur stable.

## Apprenez à Établir et Résoudre les Équations Différentielles

La modélisation mathématique est essentielle pour prédire le comportement du circuit.

- **Équation différentielle** : Pour un circuit RL série, l'intensité du courant satisfait l'équation :

$$\frac{L}{R_T} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_T}$$

- **Méthode de résolution** : La solution est de la forme :

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

Les constantes  $A$  et  $B$  se déterminent à partir des conditions initiales.

- **Conditions initiales** : Lors de l'établissement du courant,  $i(0) = 0$ . Lors de la rupture,  $i(0) = I_{\max}$ .

## Utilisez les Représentations Graphiques

Les courbes contiennent des informations importantes.

- **Constante de temps** : On peut déterminer  $\tau$  graphiquement :
  - a. En relevant le temps pour lequel  $i = 0,63I_{\max}$  lors de l'établissement.
  - b. En traçant la tangente à l'origine et en trouvant son intersection avec l'asymptote.
- **Allures des courbes** :
  - $i(t)$  : Croissante exponentielle vers  $I_{\max}$  (établissement) ou décroissante exponentielle vers 0 (rupture).
  - $u_L(t)$  : Décroissante exponentielle vers  $r \cdot I$  (établissement) ou impulsion négative à l'ouverture (rupture).

## Rôle de la Diode

La diode est souvent utilisée pour protéger la bobine lors de l'ouverture du circuit.

- **À la fermeture** : La diode est bloquante si montée en inverse. Elle n'influence pas l'établissement du courant.

- **À l'ouverture** : La tension aux bornes de la bobine peut devenir très importante ( $u_L = -L \frac{di}{dt}$ ). La diode, montée en parallèle et en sens inverse, permet de court-circuiter cette surtension et protège les composants.

## Méthode de Travail et Pièges à Éviter

### Pour Réussir les Exercices

- **Schématisez le circuit** : Dessinez le circuit avec les conventions de signe. Indiquez clairement  $R_T = R + r$ .
- **Écrivez l'équation différentielle** : Partez de la loi des mailles :  $u_L + u_R = E$ .
- **Résolvez l'équation** : Utilisez la méthode avec la solution générale. N'oubliez pas les conditions initiales.
- **Vérifiez les unités** : Assurez-vous que  $L$  est en Henrys,  $R$  en ohms, et  $\tau$  en secondes.
- **Interprétez la constante de temps** : Un grand  $L$  ou une petite  $R_T$  donne un grand  $\tau$  et un établissement/rupture lent.

### Les Pièges Courants

- **Oublier la résistance interne  $r$**  : Dans les calculs de  $I_{\max}$  et  $\tau$ , la résistance totale est  $R_T = R + r$ , pas seulement  $R$ .
- **Confondre établissement et rupture** : Les expressions mathématiques sont différentes. Lors de la rupture, le courant décroît exponentiellement à partir de  $I_{\max}$ .
- **Négliger la discontinuité de  $u_L$**  : La tension aux bornes de la bobine peut être discontinue (surtout à l'ouverture), contrairement au courant qui est toujours continu.
- **Mal interpréter le rôle de la diode** : La diode ne sert qu'à la rupture du courant pour éviter les surtensions.

## Conclusion

**En résumé** : Le dipôle RL illustre parfaitement l'opposition aux variations de courant. Sa maîtrise nécessite de bien comprendre le comportement de la bobine et de savoir manipuler les équations différentielles.

**La clé du succès réside dans :**

- La compréhension de la relation tension-courant pour une bobine.
- La capacité à établir et résoudre l'équation différentielle du circuit.
- L'interprétation correcte des courbes de courant et de tension.
- Le calcul précis de la constante de temps et son interprétation physique.
- La compréhension du rôle protecteur de la diode.

En appliquant ces conseils et en vous entraînant, vous serez parfaitement préparé.