

Cadre de référence de la leçon

- PH3.2.1** Représenter les tensions u_L et u_R en convention récepteur.
- PH3.2.2** Connaître et exploiter l'expression de la tension $u_b = r i + L \frac{di}{dt}$ en convention récepteur.
- PH3.2.3** Connaître la signification des grandeurs qui interviennent dans l'expression de la tension aux bornes d'une bobine et leurs unités.
- PH3.2.4** Déterminer les deux caractéristiques d'une bobine (inductance L , résistance r) à partir des résultats expérimentaux.
- PH3.2.5** Établir l'équation différentielle et vérifier sa solution lorsque le dipôle RL est soumis à un échelon de tension.
- PH3.2.6** Déterminer l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ lorsque le dipôle RL est soumis à un échelon de tension et en déduire l'expression de la tension aux bornes de la bobine et aux bornes du conducteur ohmique.
- PH3.2.7** Reconnaître et représenter les courbes de variation, en fonction du temps, de l'intensité $i(t)$ et des grandeurs qui lui sont liées, et les exploiter.
- PH3.2.8** Connaître qu'une bobine retarde l'établissement et la disparition du courant, que l'intensité $i(t)$ est une fonction du temps continue et que la tension entre ses bornes est une fonction discontinue à $t = 0$.
- PH3.2.9** Connaître et exploiter l'expression de la constante de temps.
- PH3.2.10** Utiliser les équations aux dimensions.
- PH3.2.11** Exploiter des documents expérimentaux pour : reconnaître les tensions observées ; mettre en évidence l'influence de R et de L sur la réponse d'un dipôle RL ; déterminer la constante de temps.
- PH3.2.12** Proposer le schéma d'un montage expérimental permettant l'étude de la réponse d'un dipôle RL soumis à un échelon de tension.
- PH3.2.13** Connaître comment brancher un oscilloscope et un système d'acquisition informatisé pour visualiser les différentes tensions.
- PH3.2.14** Déterminer l'influence de R , de L et de l'amplitude de l'échelon de tension sur la réponse d'un dipôle RL.
- PH3.2.15** Établir l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine.
- PH3.2.16** Connaître et exploiter l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine.

Travaux pratiques

- TP-PH3.2** Étude RL : tension aux bornes d'une bobine dans le cas de l'application d'une tension triangulaire ; réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension.

Compétence ciblée

CC3

L'électricité. Modéliser le comportement du condensateur et de la bobine dans un circuit électrique et analyser leurs réponses à un échelon de tension ; étudier les oscillations libres dans un circuit RLC série. Interpréter les constituants et le rôle des éléments d'une chaîne d'émission, et être conscient de son intérêt dans la communication.

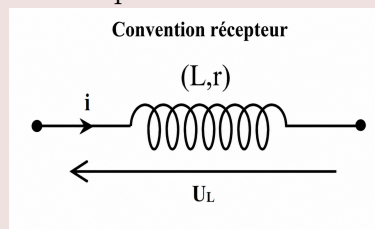
1

La bobine

Cadre de référence : PH3.2.1 à PH3.2.4

1) Définition

Une bobine est un dipôle passif, formée d'un enroulement cylindrique, d'un fil électrique recouvert par un isolant. La bobine est caractérisée par son inductance L , exprimée en henry (H).



2) La tension aux bornes de la bobine

La tension U_L aux bornes de la bobine est donnée par :

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

Avec L l'inductance de la bobine en (H), r la résistance interne de la bobine en (Ω) et i l'intensité du courant en (A).

Remarque : pour un courant continu $I = \text{cte}$,

$$U_L = r i$$

et si la résistance interne est négligeable ($r = 0$),

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

3) Influence de la bobine dans un circuit

Une bobine permet de retarder l'établissement ou la rupture du courant qui la traverse.

4) Énergie emmagasinée dans une bobine

L'énergie magnétique stockée dans une bobine est donnée par :

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

2

Établissement et rupture du courant

Cadre de référence : PH3.2.5 à PH3.2.16 — TP-PH3.2

1) Établissement du courant

En appliquant la loi d'additivité des tensions :

$$U_L + U_R = E \quad \text{soit} \quad r i + L \frac{di}{dt} + R i = E$$

donc

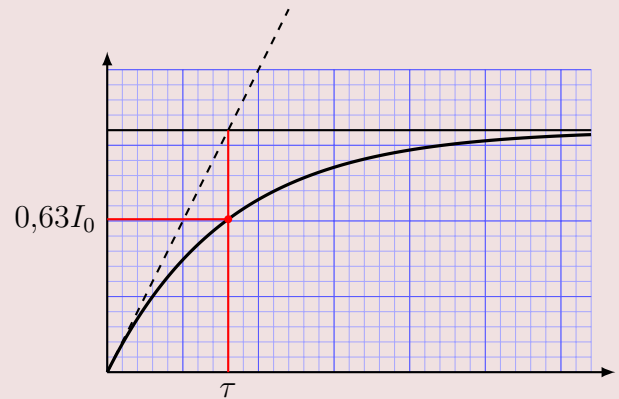
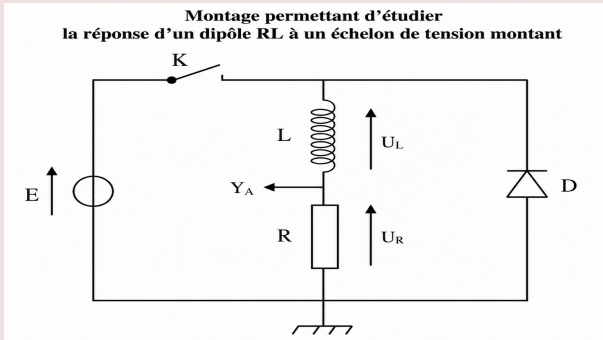
$$(R + r)i + L \frac{di}{dt} = E$$

La solution générale s'écrit : $i(t) = Ae^{-\alpha t} + B$ ainsi la solution vérifiant les conditions initiales est :

$$i(t) = I_0 (1 - e^{-t/\tau})$$

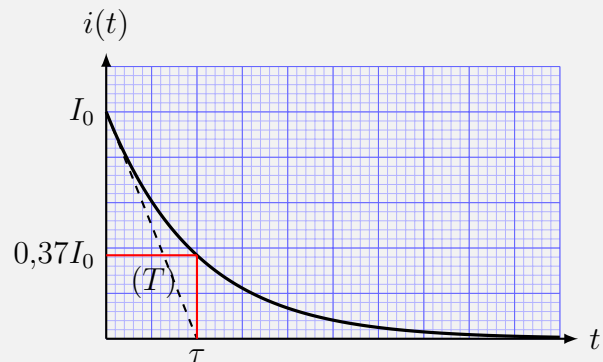
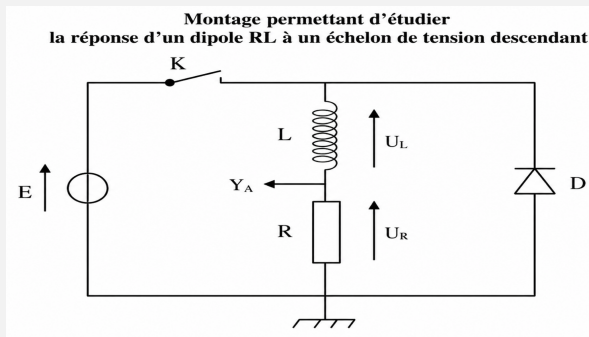
avec

$$I_0 = \frac{E}{R + r} \quad \text{et} \quad \tau = \frac{L}{R + r}$$



2) Rupture du courant

Le rôle de la diode dans le circuit est de protéger la bobine de la surtension qui peut apparaître à ses bornes lors de l'ouverture de l'interrupteur.



En appliquant la loi d'additivité des tensions :

$$U_L + U_R = 0 \quad \text{soit} \quad r i + L \frac{di}{dt} + R i = 0$$

donc

$$(R + r)i + L \frac{di}{dt} = 0$$

La solution est

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

avec

$$I_0 = \frac{E}{R + r} \quad \text{et} \quad \tau = \frac{L}{R + r}$$

3) La constante de temps

La constante de temps du dipôle RL est : $\tau = \frac{L}{R + r}$

Établissement du courant : $i(\tau) = 0,63 I_0$

Rupture du courant : $i(\tau) = 0,37 I_0$

La durée de l'établissement ou de la rupture du courant est approximativement : $\Delta t \approx 5\tau$

Analyse dimensionnelle : constante de temps $\tau = \frac{L}{R + r}$

On a :

$$\tau = \frac{L}{R + r} \quad U = RI \quad u_L(t) = L \frac{di}{dt}$$

Donc :

$$[R] = \frac{[U]}{[I]} \quad [L] = \frac{[U] [t]}{[I]}$$

Ainsi :

$$[\tau] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{\frac{[U] [t]}{[I]}}{\frac{[U]}{[I]}} = [t]$$

Donc :

$$[\tau] = T$$