BOBINE ET DIPÔLE RL

<u>introduction</u> : les bobines sont des dipôles très répandus dans les circuits électriques et électroniques : sources de champ magnétique (télévision, moteur électrique), ballast dans les tubes à décharge (tubes au « néon » divers), transformateurs ….

I) DIPÔLE BOBINE

I.1. Définition et symbole

Une bobine est constituée d'un enroulement serré de fil conducteur enrobé d'un matériau isolant.

symbole :

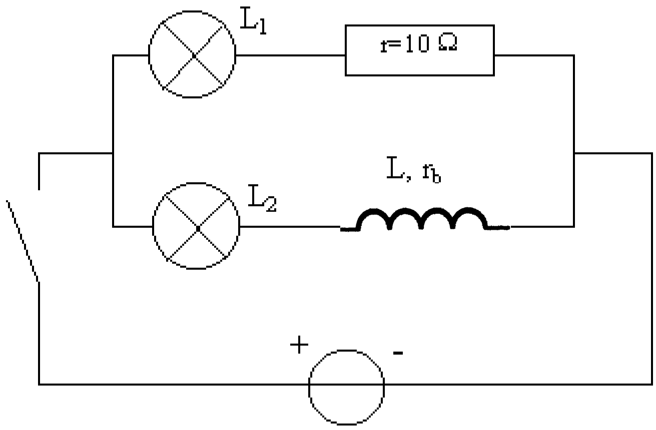

bobine sans noyau de fer


bobine avec noyau de fer

I.2. Rôle d'une bobine dans un circuit

I.2.a. Expérience :

On réalise le montage suivant :



Observations : ………
………
………

I.2.b. Conclusion

Une bobine provoque le retard à l'établissement ou à la disparition du courant dans le circuit où elle se trouve.
Le retard a lieu s'il y a une bobine dans le circuit ET s'il y a variation d'intensité.

I.2.c. Inductance d'une bobine

L'inductance, notée L, est la grandeur caractéristique d'une bobine. Elle s'exprime en henry (H) et elle caractérise la faculté de la bobine à retarder l'établissement ou la disparition du courant dans le circuit. Plus L est grande, plus le retard est grand.

I.3. Tension aux bornes d'une bobine

La tension aux bornes d'une bobine de résistance r, parcourue par un courant i variable, est : $u_{bobine} = r\,i + L.\dfrac{di}{dt}$

u_{bobine} en V, r en Ω, i en A et $\dfrac{di}{dt}$ = dérivée de i par rapport à t, en $A.s^{-1}$

L est l'inductance de la bobine en henry (H)

I.4. Énergie emmagasinée dans une bobine

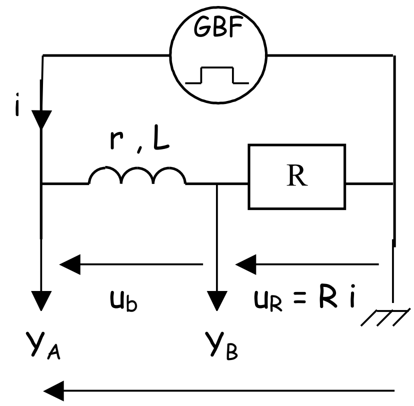
Une bobine d'inductance L, parcourue par un courant d'intensité i, emmagasine l'énergie électromagnétique E_{em} :

$E_{em} = \frac{1}{2} L i^2$ avec E_{em} en J, L en H et I en A

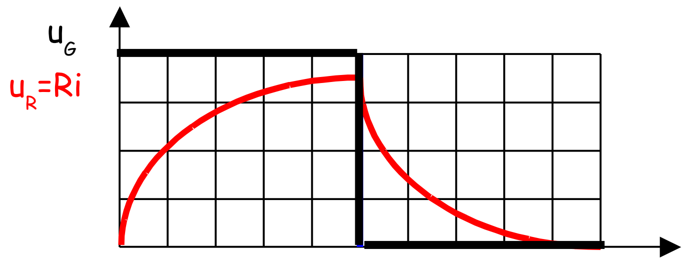
II) DIPÔLE RL SOUMIS À UN ÉCHELON DE TENSION

II.1. Visualisation à l'oscilloscope

II.1.a. Montage :



II.1.b Courbe i=f(t)



II.2. Établissement du courant dans un dipôle RL

II.2.a. Établissement de l'équation différentielle

- Loi d'additivité des tensions dans le circuit série : $u_b + u_R = E$ (E fém. du générateur)
- Loi d'Ohm en convention récepteur : $u_R = R.i$
- D'où $r\,i + L.\frac{di}{dt} + R\,i = E$ soit $L.\frac{di}{dt} + (R + r)\,i = E$

Finalement : $\boxed{\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}.i = \frac{E}{L}}$ équation différentielle (1)

II.2.b. Solution de l'équation différentielle

On démontre que $i(t) = A\,(1 - e^{-Bt})$ A et B sont des constantes positives

- Détermination de A :

$t \to +\infty$ régime permanent, i = cste= i_{max}= A et di/dt = 0

la loi des tensions s'écrit : $r\,i_{max} + R\,i_{max} = E$ d'où $\mathbf{A = i_{max} = \frac{E}{R + r}}$

- <u>Détermination de B</u> :

  $i = A\ (1 - e^{-Bt})$ d'où $di / dt = A\ B\ e^{-Bt}$

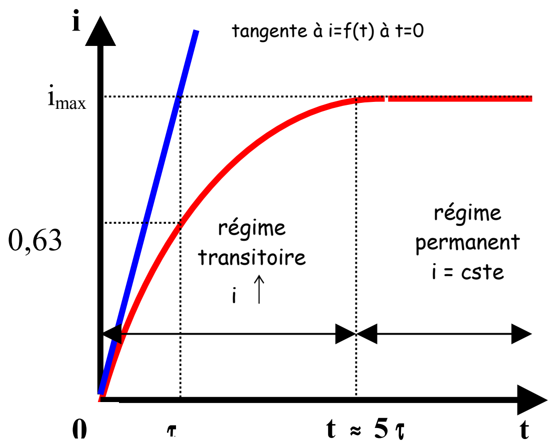
  En remplaçant i et di/dt par leur expression dans l'équa diff (1), on obtient :

  $$AB\, e^{-Bt} + \frac{(R+r)}{L} \times A(1 - e^{-Bt}) = \frac{E}{L} \quad \text{donc} \quad \mathbf{B} = \frac{\mathbf{R+r}}{\mathbf{L}}$$

d'où la solution :

$$\boxed{\mathbf{i(t) = i_{max}.(1 - e^{-t/\tau})} \quad \textbf{avec } \tau = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{B}} = \frac{\mathbf{L}}{\mathbf{R+r}} \quad \textbf{et } \mathbf{i_{max}} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R+r}} \qquad \tau \text{ en s, L en H, R et r en } \Omega}$$

II.2.c. Courbe représentant i=f(t) et constante de temps τ



Établissement du courant

À $t = \tau$, on a $i = 0{,}63\ i_{max}$

À $t = 5\tau$ on a $i = 0{,}99\ i_{max}$

Analyse dimensionnelle :

$$[\frac{L}{R+r}] = [H] \times [R]^{-1} = [U.I^{-1}.t] \times [U \times I^{-1}]^{-1} = T$$

τ est homogène à un temps

<u>II.3. Coupure du courant dans un dipôle RL</u>

II.3.a. Équation différentielle : établissement et solution

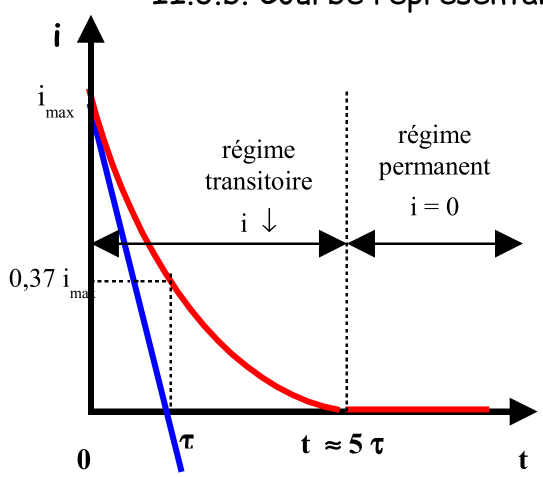
$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}.i = 0 \qquad \text{équation différentielle (2)}$$

Solution : $i = A\ e^{-Bt}$ et $di/dt = -A\ B\ e^{-Bt}$

$$\mathbf{A} = \mathbf{i_{max}} = \frac{E}{R+r} \qquad \mathbf{B} = \frac{\mathbf{R+r}}{\mathbf{L}}$$

D'où $$\mathbf{i(t)} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R+r}}\ \mathbf{e}^{-t/\tau} \quad \textbf{avec } \tau = \frac{\mathbf{L}}{\mathbf{R+r}}$$

II.3.b. Courbe représentant i=f(t) et constante de temps τ



Disparition du courant

À $t = \tau$, on a $i = 0{,}37\ i_{max}$

À $t = 5\tau$ on a $i = 0{,}007\ i_{max}$