

1. Détermination expérimentale de l'inductance L de la bobine

1.1. Le GBF délivre une tension alternative triangulaire: le courant $i(t)$ qui circule dans le circuit est triangulaire. Entre les points C et B du graphe $i(t)$ on a une période de $i(t)$ telle que :

$$T = 1,6 - 0,60 = 1,0 \text{ ms} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

Or la fréquence f est reliée à T par: $f = \frac{1}{T}$

$$\text{donc: } f = \frac{1}{1,0 \times 10^{-3}} = 1,0 \times 10^3 \text{ Hz} = 1,0 \text{ kHz.}$$

1.2. Compte tenu du sens du courant choisi, la loi d'Ohm donne : $u_2 = -R.i$

Pour afficher l'intensité i à l'écran, il faut créer une nouvelle variable définie par $i = -u_2 / R$.

On indiquera au logiciel de traitement des données $i = -(u_2 / 1,0 \times 10^4)$.

1.3. La tension u_L aux bornes de la bobine est égale à la tension u_1 . Compte tenu du sens du courant on a:

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

1.4.1. Quand l'intensité dans le circuit est **extrémale** le terme $\frac{di}{dt}$ est nul et donc: $u_L = r.i$.

1.4.2. Pour $t = 1,6 \text{ ms}$, i est extrémale et donc $u_L = r.i$ d'où $r = \frac{u_L}{i}$.

On lit $i = -400 \mu\text{A}$, mais pour u_L la lecture graphique sur la figure 2 est difficile on peut seulement dire que $-50\text{mV} \leq u_L \leq 0 \text{ mV}$ (*attention échelle à droite*)

$$\text{On obtient un encadrement pour } r: \frac{-50.10^{-3}}{-400.10^{-6}} \geq r \geq 0 \Omega$$

$$1,3.10^2 \Omega \geq r \geq 0 \Omega$$

Cet encadrement de r permet de dire que $r \ll R$.

1.5. Entre les points C et D, on mesure: $u_L = 0,200 \text{ V}$. (*attention échelle à droite*)

$$\text{D'autre part: } \frac{di}{dt} \approx \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{i_D - i_C}{t_D - t_C}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{[400 - (-400)] \times 10^{-6}}{(1,1 - 0,6) \times 10^{-3}} = \frac{8,00 \times 10^{-4}}{0,5 \times 10^{-3}} = 1,6 \text{ A.s}^{-1} \quad (\text{avec 2 chiffres significatifs.})$$

On néglige le terme faisant intervenir r dans l'expression de u_L donc: $u_L = L. \frac{di}{dt}$

$$\text{On en déduit donc la valeur de } L, \quad L = u_L / \frac{di}{dt}$$

$$L = \frac{0,200}{1,6} = 0,125 \text{ H} = 0,13 \text{ H}$$

1.6. Pour $t = 1,6 \text{ ms}$ on a: $u_L = r.i = 12 \times (-400.10^{-6}) = -4,8.10^{-3} \text{ V} = -4,8 \text{ mV}$.

Il est impossible de vérifier graphiquement cette valeur avec le graphe donné dans l'énoncé car celui-ci est trop petit. Cependant cette valeur de u_L est compatible avec l'intervalle indiqué en 1.4.2. pour u_L .

2 – Constante de temps d'un circuit RL

2.1. La loi d'additivité des tensions donne: $E = u_L + u$

$$E = r.i + L \cdot \frac{di}{dt} + R'.i$$

En régime permanent, l'intensité du courant est constante (donc $\frac{di}{dt} = 0$) et égale à sa valeur maximale notée I.

L'expression précédente devient

$$E = r.I + R'.I$$

$$E = (r + R').I$$

$$\text{Donc: } I = \frac{E}{(r + R')}$$

2.2. Graphiquement, sur la figure 4, pour le régime permanent, on lit I légèrement inférieure à 60 mA.

$$\text{Par le calcul on a: } I = \frac{6,5}{(12+100)} = 5,8 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 58 \text{ mA}$$

Les deux valeurs sont donc en accord.

2.3.1. La constante de temps du circuit RL est : $\tau = \frac{L}{R_{\text{Totale}}} = \frac{L}{R' + r}$

2.3.2. On peut déterminer graphiquement la valeur de τ en utilisant la méthode de la tangente à l'origine: la tangente à l'origine coupe l'asymptote horizontale $I = 58 \text{ mA}$ en un point d'abscisse $t = \tau$.

On lit: $\tau = 1,1 \text{ ms}$.

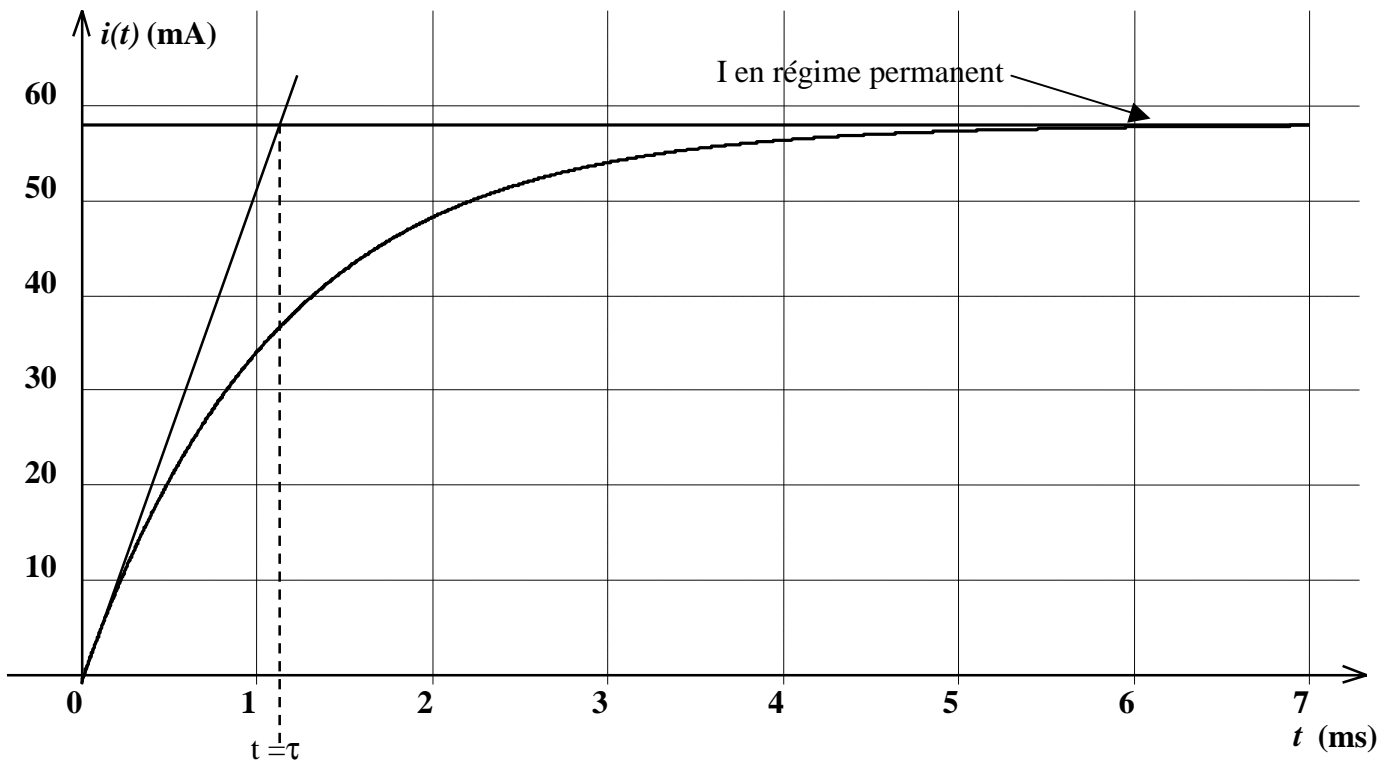


Figure 5

remarque:

En utilisant la constante de temps du circuit RL :

$$\tau = L / (r + R') = 0,125 / 112 = 1,116 \cdot 10^{-3} \text{ s} \approx 1,1 \text{ ms} \quad (\text{avec valeur de } L \text{ calculée au 1.5. non arrondie})$$

On vérifie donc bien que les deux valeurs de τ sont en accord.

$$2.4.1. I' = \frac{E}{(r+R')}$$

Avec $R' = 150 \Omega$: $I' = \frac{6,5}{162} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ A} = 40 \text{ mA}$.

$$2.4.2. \tau' = \frac{L}{R' + r}$$

$$\tau' = \frac{0,125}{162} = 7,7 \times 10^{-4} \text{ s} = 0,77 \text{ ms}$$

2.4.3. Afin de tracer la nouvelle courbe représentative de $i=f(t)$, nous allons procéder ainsi:

- ① Tracer l'asymptote horizontale $I' = 40 \text{ mA}$,
- ② Placer le point de coordonnées $(t = 5\tau' = 3,9 \text{ ms} ; i = I' = 40 \text{ mA})$,
- ③ Placer le point de coordonnées $(t = \tau' = 0,8 \text{ ms} ; i = 0,63 \times I' = 25 \text{ mA})$
- ④ Utiliser la tangente à l'origine déjà représentée sur la figure 5.

En effet l'expression théorique de $i(t)$ est : $i(t) = \frac{E}{(R+r)} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$ ou $i(t) = \frac{E}{(R+r)} - \frac{E}{(R+r)} \cdot e^{-t/\tau}$

La dérivée a pour expression $\frac{di}{dt} = -\frac{E}{(R+r)} \times -\frac{1}{\tau} \cdot e^{-t/\tau}$

avec $\tau = \frac{L}{R+r}$

alors $\frac{di}{dt} = \frac{E}{(R+r)} \times \frac{R+r}{L} \cdot e^{-t/\tau}$

$$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L} \cdot e^{-t/\tau}$$

Le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de $i=f(t)$ à la date $t = 0 \text{ s}$ a pour

expression : $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{L}$ donc ce coefficient n'est pas modifié si seule la valeur de R change.

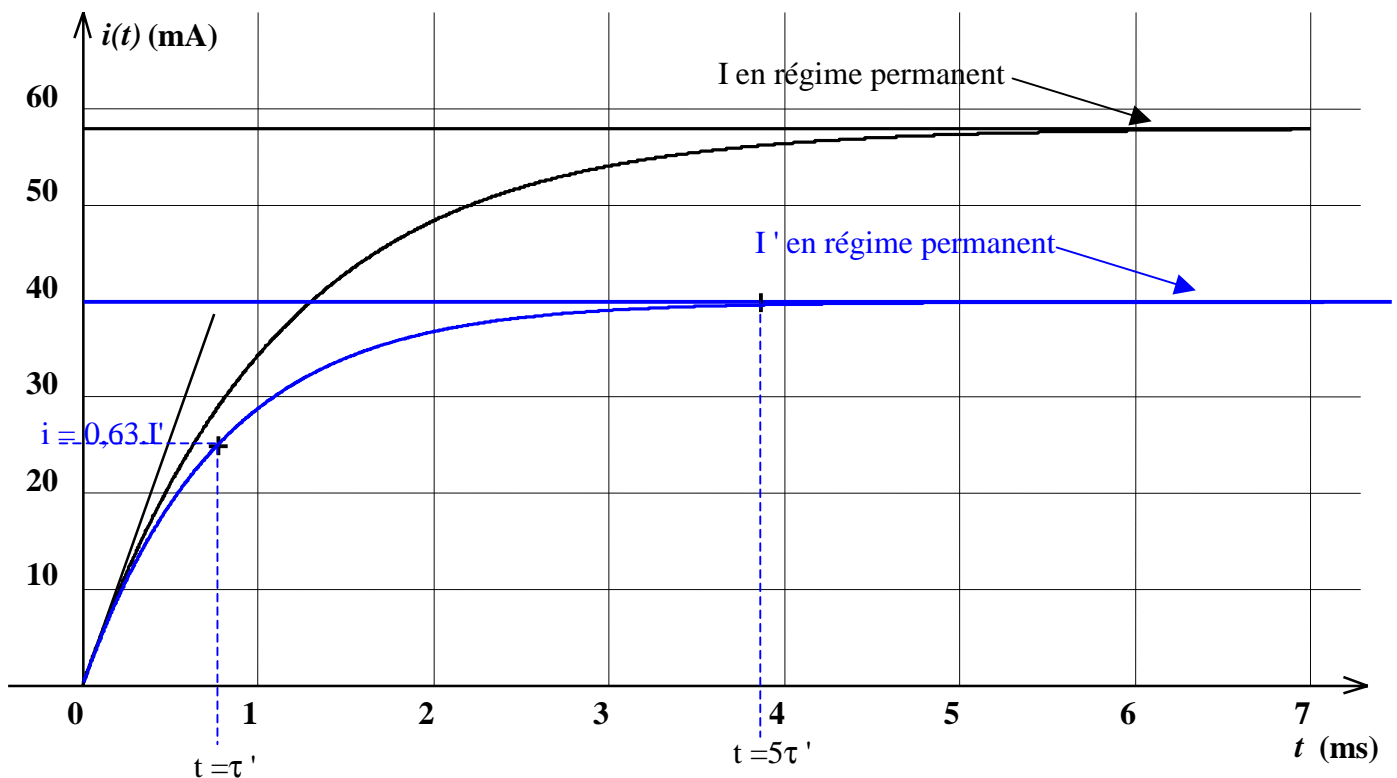


Figure 5