Problème 1 : Etude d'une bobine réelle.

A. Mise en œuvre dans un circuit RL.

On cherche à évaluer les caractéristiques d'une bobine réelle modélisée par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance r et une bobine idéale d'inductance L.

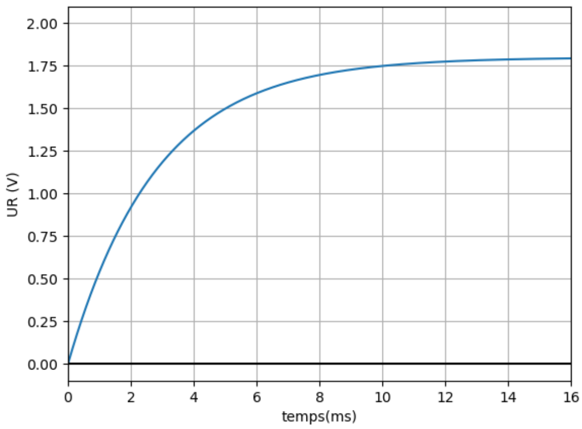
On branche un générateur basse fréquence (GBF) modélisé comme source de tension idéale de f.e.m vaiable e(t) et de résistance de sortie R_S=50Ω aux bornes de la bobine réelle en série avec une résistance R=100Ω.

1. Etablir un schéma du montage.

On suppose que le GBF produit un signal créneau de valeur maximale E=5,0V et de valeur minimale nulle. A l'instant choisi comme origine (t=0), le GBF bascule de l'état bas à l'état haut. On suppose que le circuit avait précédemment atteint un régime stationnaire sur l'état bas.

2. Préciser l'intensité $i(t=0-)$ du courant dans le circuit. En déduire sa valeur $i(t=0+)$
3. Déterminer l'intensité du courant i_O dans le circuit lorsqu'on atteint le régime stationnaire $i(t \to +\infty)$.
4. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant sur le domaine $]0,+\infty[$. On introduira un temps caractéristique τ.
5. Déterminer alors l'expression de l'intensité du courant sur le domaine $]0,+\infty[$ puis de $u_R(t)$ la tension mesurée aux bornes de la résistance R.

On relève la courbe expérimentale ci-contre aux bornes de la résistance R.



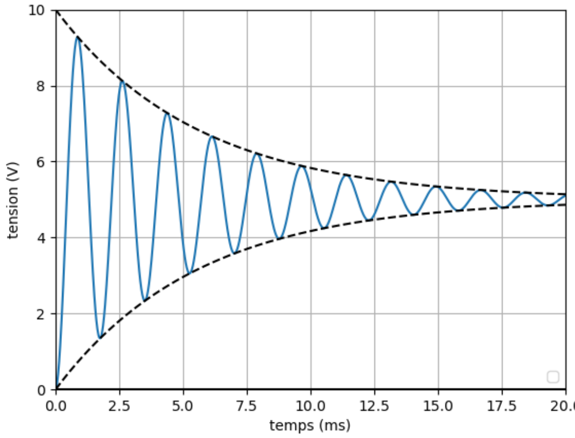
6. Déterminer les expressions et les valeurs numériques de r et L qu'on peut en déduire.

B. Mise en œuvre dans un circuit RLC.

Pour confirmer les valeurs de r et L, on alimente par le même GBF, et dans les même hypothèses un circuit comprenant, la bobine, un conducteur ohmique de résistance R (toujours de 100Ω) et un condensateur de capacité C = 0,1 µF le tout monté en série. On note la tension aux bornes du condensateur u(t).

7. Faire un schéma du circuit.
8. Etudier le comportement du circuit avant la bascule en donnant les expressions de i(t=0-) et de u(t=0-). En déduire i(t=0+) et de u(t=0+).
9. Etudier le comportement du circuit en régime stationnaire final en donnant les expressions de $i(t\to\infty)$ et de $u(t\to\infty)$.
10. Établir l'équation différentielle vérifiée par u(t) sur l'intervalle $]0,+\infty[$. On introduira la pulsation propre ω_O et le facteur de qualité Q et on en donnera les expressions en fonction de R_S, r, R, L et C.

Pour une valeur de résistance R=100Ω, on relève la courbe ci-contre en relevant la tension aux bornes du condensateur. On a ajouté sur la courbe les enveloppes de la réponse obtenue.



11. Quel est le régime observé ? Etablir l'expression de la tension u(t) sur l'intervalle $]0,+\infty[$.
12. Déterminer les valeurs de ω_O et Q puis vérifier grâce à cette seconde étude les valeurs approchées de r et L trouvées à la question 6.

TSVP

C. Résonnance du circuit RLC.

On considère maintenant que le GBF délivre une f.e.m $e(t) = e_O \cos(\omega t)$ dans le montage précédent composé de la bobine de la résistance variable R et du condensateur de capacité C. On note $i(t) = i_O \cos(\omega t + \varphi)$ l'intensité du courant dans le circuit.

13. Pourquoi l'intensité du courant est-elle prise sous cette forme ? Définir et exprimer les signaux complexes $\underline{e}(t)$ et $\underline{i}(t)$ associés.
14. Définir l'impédance complexe $\underline{Z}$ d'un dipôle et l'exprimer pour le circuit envisagé. En déduire l'amplitude complexe de l'intensité et la mettre sous la forme canonique donnée ci-dessous en précisant les expressions de i_O, de f_O et Q en fonction de e_O, L,C, R_S, r et R.

$$\underline{i}_O = \frac{i_O}{1 + jQ\left(\frac{f}{f_O} - \frac{f_O}{f}\right)}$$

15. Exprimer l'amplitude réelle $i_O(f)$ puis l'amplitude réelle $u_{RO}(f)$ en fonction de de R, i_O, Q, f_O et f.

On obtient la courbe d'évolution suivante en traçant l'amplitude u_{RO}=f(log(f)).

16. Exploiter cette courbe pour retrouver les valeurs de L et r.