

TP de physique : le dipôle RL

(*) **ATTENTION !** Dernière utilisation de l'oscilloscope. Apprendre une fiche complète, à l'avance, pour savoir comment faire les réglages préliminaires, enregistrer un signal en continu, sur une voie, à partir d'un certain seuil en pente montante ou descendante et visualisation correcte à l'écran et utiliser des pointeurs (utiliser les TP précédents)
L'association en série d'une bobine (L ; r) et d'un conducteur ohmique de résistance r' est appelé dipôle RL.

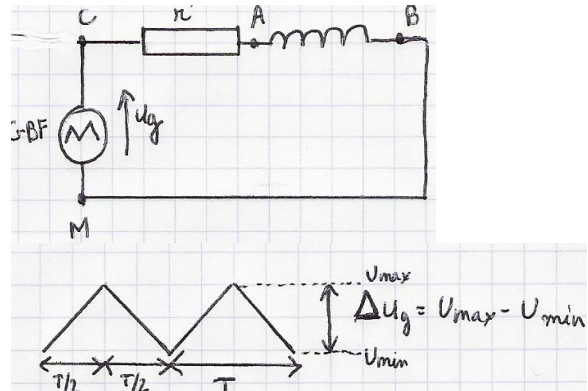
A Relation entre intensité et tension aux bornes d'une bobine

I But du TP

Déterminer la relation entre l'intensité et la tension aux bornes d'une bobine de résistance négligeable sur l'exemple de l'application d'une tension triangulaire aux bornes du dipôle RL.

II Matériel

- Oscilloscope
- GBF à masse flottante
- Fréquencemètre et RLCmètre
- Bobine d'inductance L ajustable
- Boîte de conducteurs ohmiques
- Fils de jonction



III Préliminaires théoriques

(*) Recopier le schéma électrique. Orienter l'intensité afin d'avoir une convention générateur pour le générateur (avec $u_g > 0$). Indiquer u_L et u_r afin d'avoir une convention récepteur pour la bobine et le conducteur ohmique respectivement.

(*) On veut visualiser i et u_L sur l'oscilloscope simultanément. L'oscilloscope est un voltmètre. Indiquer donc une méthode qui permettra d'observer un signal proportionnel à i avec un coefficient de proportionnalité positif sur la voie CH1.

(*) Indiquer alors au crayon à papier sur le schéma les branchements nécessaires pour visualiser les deux tensions concernées (u_L sur CH2 et l'autre sur CH1) et faites visualiser ces deux tensions sur le schéma.

Deux problèmes viennent alors à se poser :

(*) **les deux bornes noires de l'oscilloscope sont reliées entre elles dans l'appareil.** Montrer qu'on ne peut visualiser alors simultanément u_{CA} et u_{AB} car sinon l'un des dipôles est en court circuit. Où doit-on forcément placer les deux bornes noires de l'oscilloscope ? Indiquer sur un nouveau schéma, les quatre bornes de l'oscilloscope. Quelles tensions sont alors visualisées ? Comment passer de ces tensions à u_L et i ?

(*) **la borne noire du GBF est connectée à la terre pour des raisons de sécurité ainsi que les bornes noires de l'oscilloscope.** Montrer que l'un des dipôles est alors en court circuit. Pour remédier à cela, on décide d'isoler le GBF en utilisant un GBF dite à masse flottante qui n'est pas relié à la terre. C'est ce matériel qui est sur vos paillasses.

IV Manipulation

1 Réglages préliminaires

- Choisir pour le GBF un signal triangulaire et une fréquence de 250 Hz (voir mode d'emploi à lire).
- On veut régler l'amplitude A du signal du GBF afin d'obtenir $\Delta u_g = 2A = 4,0$ V entre -2V et +2V. La seule méthode pour réaliser cela est de visualiser le signal du GBF sur un oscilloscope
- Indiquer sur le schéma au crayon à papier les branchements à effectuer afin de visualiser sur l'entrée CH1 de l'oscilloscope la tension u_g imposée par le générateur. Préciser les bornes. Faites les branchements correctement.
 1. Faire les réglages préliminaires à l'oscilloscope. Centrer les signaux issus de CH1 et CH2.
 2. Sélectionner une sensibilité verticale de 1V/div sur la voie 1 et de 0,2 V/div sur la voie 2 (pour plus tard)
 3. (*) Déterminer et sélectionner une sensibilité horizontale (durée de balayage) afin de visualiser environ 3 périodes sur les 12 carreaux.
 4. (*) Régler l'oscilloscope afin qu'il enregistre en continu un signal en démarrant son déclenchement lorsqu'il enregistre sur CH1 un signal dépassant 0V en croissance en commençant au milieu de l'écran.
 5. Ne visualiser pour l'instant que la voie 1.
- Ajuster alors l'amplitude du signal du GBF pour avoir $\Delta u_g = 4$ V à l'oscilloscope. Au besoin, changer de calibre pour CH1 afin d'avoir la sensibilité verticale permettant le plus de précision. CECI EST A FAIRE A CHAQUE FOIS.
- Déconnecter les bornes du GBF de l'oscilloscope.
- Effacer sur votre schéma les connections de l'oscilloscope.
- Régler L à 0,80 H (utiliser le RLCmètre) et mesurer r ($r = 10 \Omega$ environ), et choisir $r' = 10$ k Ω . La résistance r de la bobine est donc bien négligeable devant celle du conducteur ohmique.
- Réaliser le montage. Utiliser une seule couleur de fil pour la boucle principale du circuit.

- Faites les branchements corrects à l'oscilloscope.
- Régler correctement l'oscilloscope afin de visualiser les deux voies simultanément et ajuster les sensibilités verticales afin d'avoir un écran exploitable à l'oscilloscope. Figurer l'écran.

Dessiner l'oscillogramme obtenu. On fera une moyenne pour la tension u_L pour chaque palier obtenu.

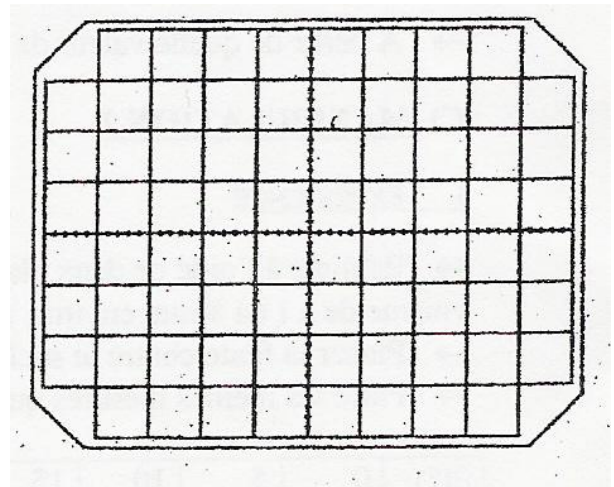
Sensibilité horizontale : 1 ms/div

Tension visualisée sur CH1 :

Sensibilité pour CH1 :

Tension visualisée sur CH2 :

Sensibilité pour CH2 :



2 Etude de l'oscillogramme

On rappelle qu'un oscillogramme est tout simplement un graphique figurant des tensions en fonction du temps, la première chose à faire étant de graduer les axes grâce aux sensibilité.

a Etude de u_r

Considérer la courbe sur l'intervalle correspondant à une $\frac{1}{2}$ période pendant lequel u_r décroît. $u_r(t)$ est une portion de droite d'équation $u_r = at+b$ avec $a < 0$.

(*) Montrer que l'expression littérale de $i = g(t)$ sur cet intervalle est : $i(t) = \frac{a}{r'}t + \frac{b}{r'}$. Exprimer alors $\frac{di}{dt}(t)$ sur cet

intervalle.

Calculer finalement sa valeur numérique avec l'oscillogramme (calculer « a » à partir de l'oscillogramme avec les pointeurs. Il sera peut être judicieux de correctement graduer les axes).

Considérer la courbe sur l'intervalle correspondant à une $\frac{1}{2}$ période pendant lequel u_r croît. $u_r(t)$ est une portion de droite d'équation $u_r = a't+b'$ avec $a' > 0$.

(*) Montrer que l'expression littérale de $i = g(t)$ sur cet intervalle est : $i(t) = \frac{a'}{r'}t + \frac{b'}{r'}$. Exprimer alors $\frac{di}{dt}(t)$ sur cet

intervalle.

Calculer finalement sa valeur numérique avec l'oscillogramme (calculer « a' » à partir de l'oscillogramme avec les pointeurs. Il sera peut être judicieux de correctement graduer les axes).

b Etude de u_L

Quelle est la nature de cette tension ? Déterminer sa fréquence (pointeurs) et la comparer à celle du signal du générateur.

Quelle est la valeur moyenne de u_L sur l'intervalle correspondant à une $\frac{1}{2}$ période pendant lequel $u_r(t)$ et donc $i(t)$ décroissent ? Attention à ce que vous visualisez à l'écran !

Quelle est la valeur moyenne de u_L sur l'intervalle correspondant à une $\frac{1}{2}$ période pendant lequel $u_r(t)$ et donc $i(t)$ croissent ?

(*) Quelle est la dérivée temporelle d'une tension triangle ?

(*) Quelle est la dérivée temporelle d'une tension créneau ?

Pourquoi peut-on proposer, à partir des résultats précédents, la relation suivante $u_L(t) = k \frac{di}{dt}(t)$ (dans le cas ici où

la résistance de la bobine est négligeable) avec k une constante positive ? Calculer la valeur de k sur l'intervalle correspondant à une $\frac{1}{2}$ période en faisant un rapport (le bon !) des résultats précédents dans le système international et la comparer à la valeur de L .

Ainsi $k = L$, L étant appelée inductance de la bobine et étant exprimée en « Henry » (symbole H).

La tension $u_L(t)$ aux bornes d'une bobine de résistance interne négligeable est reliée à l'intensité i la traversant par la relation :

$$u_L(t) = L \frac{di}{dt}(t), \text{ ceci en convention } \dots\dots\dots$$

Cette loi, vérifiée dans cette première partie, est générale. (C 'est le pendant, pour la bobine, de $i(t) = C \frac{du_c}{dt}(t)$

obtenue dans le cas d'un condensateur. Attention, i et u jouent les rôles complémentaires).

B Réponse du dipôle RL à un échelon de tension

I But du TP

Visualiser l'intensité traversant une bobine lors de l'établissement du courant dans un dipôle RL.
Etudier l'influence de certains paramètres sur la vitesse d'établissement du courant lors du régime transitoire.

II Matériel

- Un GBF à masse flottante
- Un interrupteur
- Une boîte de résistance
- une barrette de bobines
- un voltmètre
- oscilloscope

III Montage

Le même que précédemment mais en utilisant une tension crête à crête entre 0V et +6V, cela permettant de simuler la fermeture de l'interrupteur dans le circuit avec générateur puis sans générateur (comme si remplacé par un fil) :

(*) GBF seul non relié au circuit, brancher sa sortie sur l'entrée CH1 de l'oscilloscope. Le régler avec une fréquence de 1 kHz et un signal crête à crête entre -3 et +3V donc un signal crête à crête de V à ajuster à l'oscilloscope :

(*) Régler l'oscilloscope de manière à voir le signal sur environ une période sur les 12 carreaux (un peu plus), d'observer des tensions entre -3V et +3V et d'enregistrer en continu un signal en démarrant son déclenchement lorsqu'il enregistre sur CH1 un signal dépassant 1V en croissance en commençant à un carreau de l'extrême gauche de l'écran.

(*) On veut en vérité obtenir un signal du GBF entre 0V et 6V. Il faut donc rajouter (fonction offset du GBF) une composante continue de V pour passer d'un signal entre 3V et +3V à un signal entre 0V et +6V. Rajouter cette composante et vérifier à l'oscilloscope la concordance du signal émis.

Débrancher l'oscilloscope du générateur sans changer les réglages des deux appareils. Faire le montage complet en y incluant un interrupteur ouvert pour l'instant, une boîte de conducteurs ohmiques en choisissant $r' = 500 \Omega$ et une barrette de bobines en choisissant $L = 50 \text{ mH}$.

(*) Dessiner ainsi le nouveau montage. Orienter i , u_L et u_r comme dans la première partie.

(*) On veut ici observer i ou un signal qui lui est proportionnel avec un coefficient positif (sur CH1). Comment va-t-on procéder ? Indiquer les branchements de l'oscilloscope.

Faites ces branchements et fermer le circuit. Visualiser à l'oscilloscope l'établissement du courant lorsque $U_g = 6V$ et la rupture du courant lorsque $U_g = 0V$.

Cet établissement et cette rupture sont-ils instantanés ? On dit qu'il y a retard à l'établissement ou à la rupture du courant.

IV Influence de R et L

1) Expériences

Déterminer pour les trois expériences précédentes la durée d correspondant à 63% de l'établissement du courant en remplissant le tableau suivant (sauf dernière ligne). Attention ! La valeur de $u_{r,max}$ est différente d'une expérience à l'autre. On utilisera les curseurs ou équivalents de l'oscilloscope (ce doit être un automatisme maintenant) en se servant du quadrillage de l'écran (explication orale).

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
R	500 ohms	500 ohms	1 k Ω
L	50 mH	10 mH	50 mH
$u_{r,max}$			
63% * $u_{r,max}$			
d			
L/R			

2) Influence de R et L

(**) Conclure quant à l'influence de R et L sur la rapidité d'établissement du courant en justifiant.

3) Constante de temps du circuit

(**) Calculer L/R dans les unités du SI pour les trois expériences et comparer à d. Si la valeur est un peu plus élevée, cela vient du fait qu'on n'a pas comptabiliser les résistances internes de la bobine et du générateur dans R.

(**) Montrer, en utilisant la relation encadrée de la page 2 que ce rapport R/L a bien la dimension d'un temps.

Les questions avec (**) sont à terminer chez vous si vous n'avez pas eu le temps de les traiter en classe.

TP ramassé la semaine d'après !