

TP φ06 – Le dipôle RL

I. Mode opératoire

Nous allons étudier le fonctionnement d'une bobine d'inductance $L = 0,14 \text{ H}$ et dont la résistance interne r est de quelques ohms.

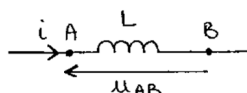
On rappelle l'expression de la tension aux bornes d'une telle bobine, en convention récepteur :

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

Lors de cette séance de travaux pratiques, nous allons brancher la bobine en série avec une résistance R bien supérieure à sa résistance interne r .

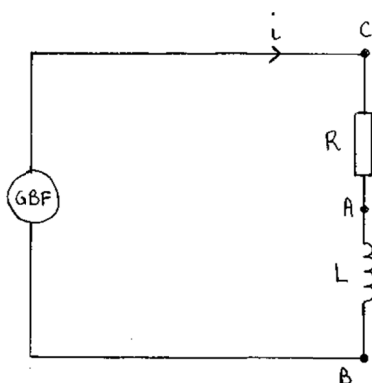
Nous négligerons donc r devant R et considérerons que la tension aux bornes de la

bobine est simplement $u_{AB} = L \times \frac{di}{dt}$.

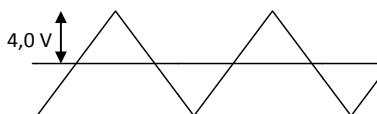


1) Montage

- Brancher un générateur basses fréquences (GBF) sur la bobine, en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$.



- En s'aidant de l'oscilloscope, régler le GBF afin qu'il délivre une tension triangulaire de fréquence $f = 400 \text{ Hz}$ et d'amplitude $4,0 \text{ V}$.



2) Branchements de l'oscilloscope

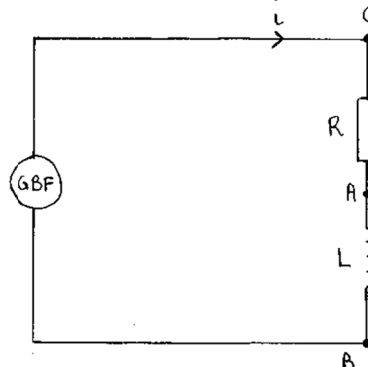
Selon la loi d'Ohm appliquée à un conducteur ohmique en convention récepteur : $u_{CA} = R \times i$.

En visualisant, sur l'écran de l'oscilloscope, la tension u_{CA} , on peut donc observer l'intensité i en fonction du temps à un facteur multiplicatif R près.

- Ajouter sur le schéma ci-dessus, les branchements qui permettent de visualiser simultanément les tensions u_{CA} (sur la voie 1) et u_{BA} (sur la voie 2).
- Sachant que le GBF et l'oscilloscope sont reliés à la **terre** du bâtiment, leurs masses sont reliées. Quel problème cela pose-t-il ?

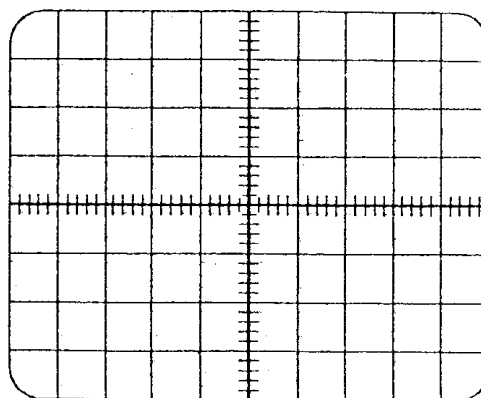
- Pour remédier à ce problème de masse commune, proposer sur le schéma ci-après de nouveaux branchements permettant à l'oscilloscope d'afficher :

- sur la voie 1, la tension u_{CB} ;
- sur la voie 2 la tension u_{AB} .



II. Observations

- Avec la même sensibilité verticale pour les voies 1 et 2, comparer les tensions visualisées simultanément et montrer que l'on a $u_{CB} \approx u_{CA}$. Que permettent donc de visualiser les voies 1 et 2 ?
- Régler maintenant les sensibilités verticales afin d'observer au mieux les deux signaux. Montrer le résultat au professeur. Puis dessiner l'oscillogramme, en précisant :
 - la position du niveau "zéro" sur l'écran, pour chaque voie ;
 - la sensibilité verticale, pour chaque voie ;
 - la sensibilité horizontale (commune aux deux voies).



III. Exploitation

- Exprimer la relation littérale entre u_{AB} et u_{CA} , où interviennent les grandeurs R et L .
- En utilisant l'oscillogramme, exprimer numériquement (pour chaque demi-période) la relation entre les tensions u_{AB} et u_{CA} .
- Vérifier que cette relation est en accord avec les valeurs de R et de L .

TP φ06 – Le dipôle RL – Éléments de correction –

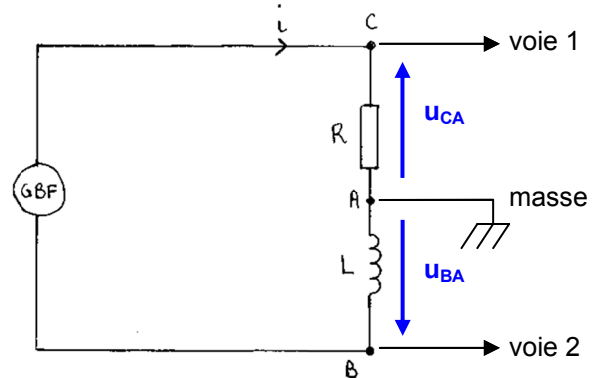
Suite à cette séance de travaux pratiques, voici ce qu'il faut savoir / savoir faire :

- Savoir écrire l'expression de la tension aux bornes d'une bobine en convention récepteur, et savoir ce que devient cette relation si l'on néglige la résistance interne de la bobine ;
- savoir mentionner sur le schéma du montage de cette séance de TP, l'intensité et les tensions, et savoir écrire les relations dans lesquelles elles apparaissent ;
- savoir réaliser le circuit électrique et le mettre sous tension ;
- savoir brancher l'oscilloscope correctement pour mesurer les deux tensions à étudier ;
- savoir les précautions qu'il faut prendre lorsque la masse du générateur et celle de l'oscilloscope sont communes ;
- savoir régler la base de temps de l'oscilloscope, les sensibilités verticales des deux voies, et le positionnement vertical/horizontal des signaux afin de visualiser proprement les deux tensions mesurées ;
- savoir reproduire sur papier, l'oscillogramme obtenu sur l'oscilloscope, en précisant les échelles (horizontale et verticale) ;
- savoir exprimer la relation littérale entre la tension entre les bornes de la bobine et la tension aux bornes de la résistance R ;
- savoir calculer à partir de l'oscillogramme la dérivée d'une tension en dents de scie par rapport aux temps, et en déduire une estimation, dans le cas de cette séance, du rapport L / R .

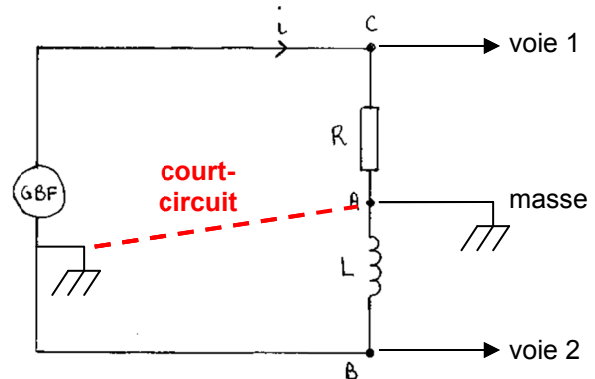
I. Mode opératoire

2) Branchements de l'oscilloscope

- 1) Voici comment brancher l'oscilloscope pour visualiser simultanément les tensions u_{CA} (sur la voie 1) et u_{BA} (sur la voie 2) :

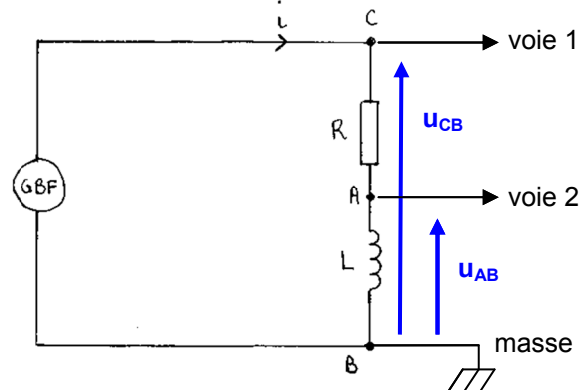


- 2) Le GBF et l'oscilloscope étant tous deux reliés à la terre, ces appareils ont donc une masse commune.



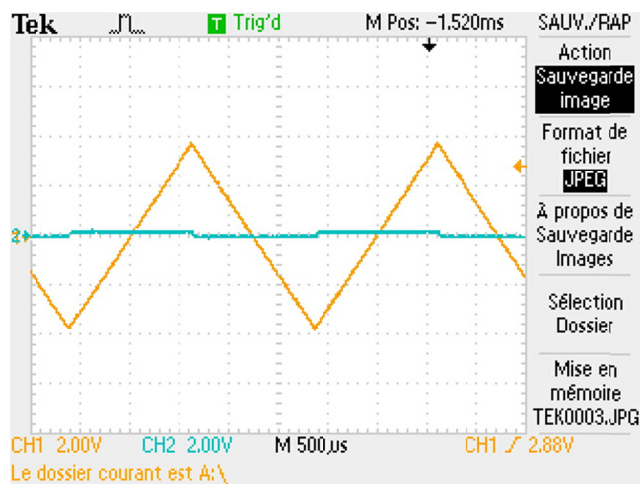
La bobine est alors court-circuitée, ce qui modifie complètement le fonctionnement du circuit !

- 3) Pour remédier à ce problème de masse commune, il est nécessaire de placer la masse de l'oscilloscope au même endroit que celle du générateur, c'est-à-dire en B. Il n'est plus possible de visualiser les tensions u_{CA} et u_{BA} , mais nous pouvons visualiser :
- sur la voie 1, la tension u_{CB} ;
 - sur la voie 2 la tension u_{AB} .



II. Observations

- 1) Avec la même sensibilité verticale pour les voies 1 et 2, nous nous apercevons que la tension u_{AB} est négligeable devant la tension u_{CB} .

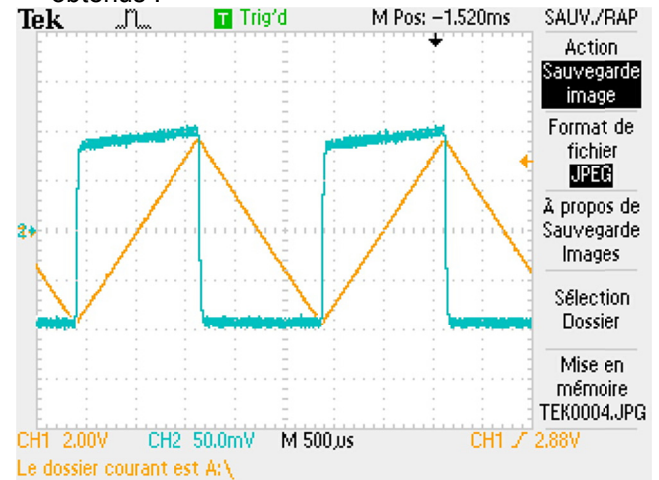


Ainsi, dans la somme $u_{CA} + u_{AB}$, la contribution de u_{AB} est négligeable, et nous avons donc $u_{CA} + u_{AB} \approx u_{CA}$, c'est-à-dire $u_{CB} \approx u_{CA}$.

En conclusion :

- la tension que nous observerons sur la voie 1, pourra être considéré comme égale à $u_{CA} = R \times i$;
- sur la voie 2, nous observerons $u_{AB} = L \times \frac{di}{dt}$.

- 2) Voici l'allure des oscillogrammes simultanément obtenus :



- sensibilité horizontale : $500 \cdot 10^{-6} \text{ s / DIV}$
- sensibilité verticale voie 1 : $2,00 \text{ V / DIV}$
- sensibilité verticale voie 2 : $50,0 \cdot 10^{-3} \text{ V / DIV}$

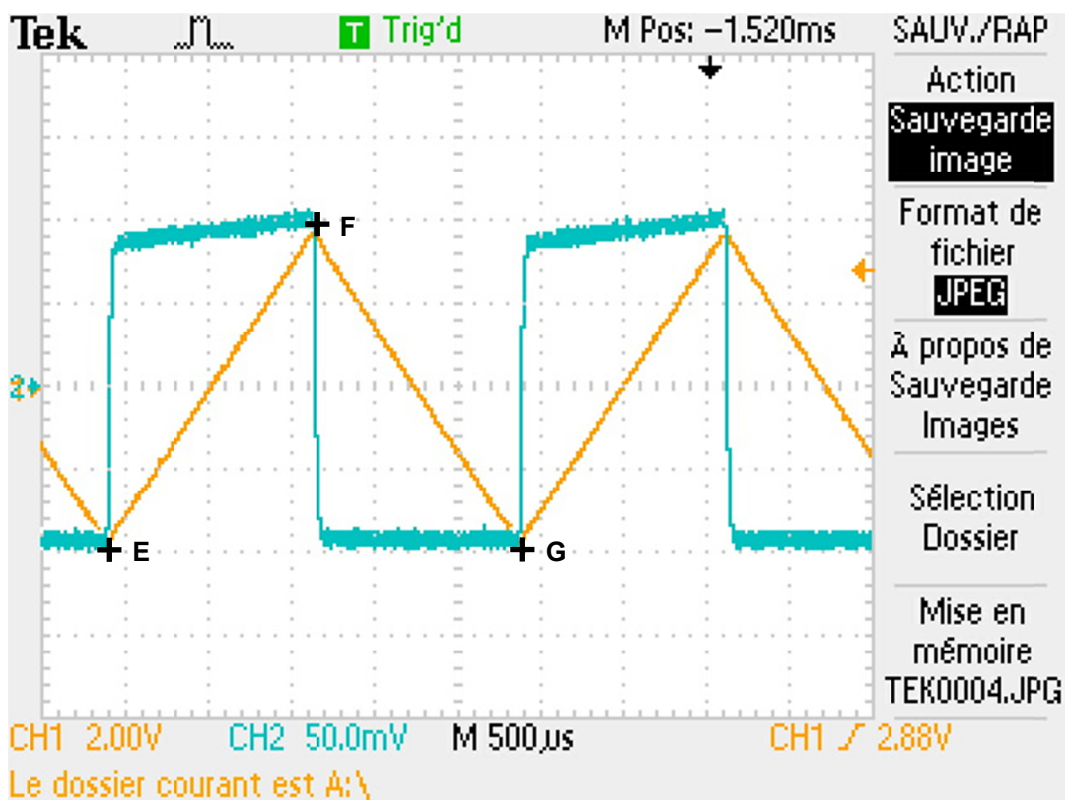
III. Exploitation

- 1) Nous avons $u_{CA} = R \times i$ (1) et $u_{AB} = L \times \frac{di}{dt}$ (2).

D'après (1), nous obtenons $i = \frac{u_{CA}}{R}$, que nous injectons dans (2) :

$$u_{AB} = L \times \frac{d\left(\frac{u_{CA}}{R}\right)}{dt}, \text{ c'est-à-dire } u_{AB} = \frac{L}{R} \times \frac{du_{CA}}{dt}.$$

- 2) Nous plaçons les points E, F et G sur l'oscillogramme :



Mesurons $\frac{du_{CA}}{dt}$ et u_{AB} entre E et F :

Entre E et F, la variation de tension est de 4,0 divisions, c'est-à-dire de $4,0 \times 2,00 = 8,0$ V .

La durée écoulée est de 2,5 divisions, c'est-à-dire de $2,5 \times 500.10^{-6} = 1,3.10^{-3}$ s .

Nous en déduisons : $\frac{du_{CA}}{dt} = \frac{4,0 \times 2,0}{2,5 \times 500.10^{-6}} \text{ V.s}^{-1}$

Par ailleurs, u_{AB} a une valeur de 1,9 divisions, c'est-à-dire $2,9 \times 50,0.10^{-3} = 9,5.10^{-2}$ V .

Nous pouvons déduire de la valeur de $\frac{du_{CA}}{dt}$ et de

celle de u_{AB} , la valeur du quotient $\frac{L}{R}$, via la

relation $u_{AB} = \frac{L}{R} \times \frac{du_{CA}}{dt}$.

En effet, il vient $\frac{L}{R} = \frac{u_{AB}}{\frac{du_{CA}}{dt}}$.

A.N. :

$$\frac{L}{R} = \frac{1,9 \times 50,0.10^{-3}}{\frac{4,0 \times 2,0}{2,5 \times 500.10^{-6}}} = 1,5.10^{-5} \text{ H.}\Omega^{-1} \text{ ou } 1,5.10^{-5} \text{ s}$$

De même, mesurons $\frac{du_{CA}}{dt}$ et u_{AB} entre F et G :

Entre F et G, la variation de tension est de -4,0 divisions, c'est-à-dire de $-4,0 \times 2,00 = -8,0$ V .

La durée écoulée est de 2,5 divisions, c'est-à-dire de $2,5 \times 500.10^{-6} = 1,3.10^{-3}$ s .

Nous en déduisons : $\frac{du_{CA}}{dt} = \frac{-4,0 \times 2,0}{2,5 \times 500.10^{-6}} \text{ V.s}^{-1}$

Par ailleurs, u_{AB} a une valeur de -1,9 divisions, c'est-à-dire $-1,9 \times 50,0.10^{-3} = -9,5.10^{-2}$ V .

Nous en déduisons la valeur du quotient $\frac{L}{R}$:

$$\frac{L}{R} = \frac{u_{AB}}{\frac{du_{CA}}{dt}}$$

A.N. :

$$\frac{L}{R} = \frac{-1,9 \times 50,0.10^{-3}}{\frac{-4,0 \times 2,0}{2,5 \times 500.10^{-6}}} = 1,5.10^{-5} \text{ H.}\Omega^{-1} \text{ ou } 1,5.10^{-5} \text{ s}$$

C'est la même valeur que précédemment.

3) Nous obtenons donc $\frac{L}{R} = 1,5.10^{-5}$ s (se rappeler

que le rapport $\frac{L}{R}$ est homogène à un temps ;

c'est la valeur de la constante de temps du dipôle L, R).

Nous pouvons comparer cette valeur à ce que nous obtenons à partir des valeurs respectives de L et de R :

$L = 0,14$ H et $R = 10$ k Ω .

$$\text{Donc } \frac{L}{R} = \frac{0,14}{10.10^3} = 1,4.10^{-5} \text{ s .}$$

Ces valeurs sont relativement proches, l'écart relatif entre elles étant de

$$\frac{|1,5.10^{-5} - 1,4.10^{-5}|}{1,4.10^{-5}} = 0,071 = 7,1 \%$$