

**TP 02 : ETUDE DU DIPOLE R-L
REGIMES TRANSITOIRES**
OBJECTIFS :

Etudier et modéliser la réponse d'un circuit $R-L$ à un échelon de tension.

Montrer l'influence de différents paramètres.

Définir la constante de temps τ d'un circuit $R-L$.

I. QU'EST-CE QU'UNE BOBINE

Une bobine est constituée d'un enroulement de fil de cuivre. Toute bobine est caractérisée par **une grandeur L appelée inductance, exprimée en Henrys (H)**. L'inductance est toujours positive. Elle est indiquée sur chaque bobine (souvent en mH). L'inductance se mesure avec un Henrymètre placé en dérivation aux bornes de la bobine **prise seule**.

On peut montrer que l'inductance L dépend des caractéristiques de la bobine (son nombre de spires, sa longueur et la surface des spires). La présence d'un noyau de fer ou d'acier plus ou moins enfoncé dans la bobine permet d'augmenter ou de diminuer son inductance L : on a ainsi une bobine d'inductance L réglable.

II. REPONSE EN COURANT D'UNE BOBINE
1. Montage expérimental

- Régler l'alimentation stabilisée pour délivrer une tension constante $E = 4,5 \text{ V}$.
- Mesurer la résistance de la bobine à l'aide de l'ohmmètre : $r = \quad \Omega$.
- Réaliser le montage ci-dessous avec $E = 4,5 \text{ V}$, $R = 500 \Omega$ et $L = 0,50 \text{ H}$.

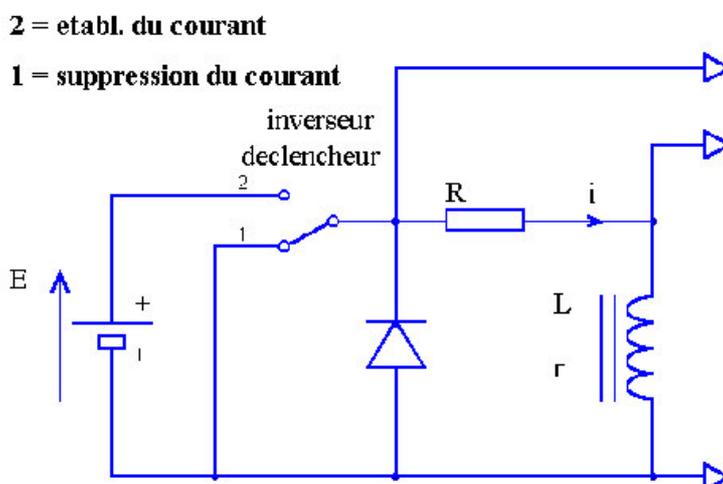
Veiller à disposer correctement la diode dans le circuit en respectant sa polarité. Justifiez la nécessité de cette diode, montée en opposition au moment de l'établissement (E) du courant : (*position 2* de l'inverseur) et rendue nécessaire pour enregistrer l'interruption (i) du courant (*position 1* de l'inverseur).

- On veut visualiser les tensions suivantes à l'aide de l'outil informatique:

U_L : tension aux bornes de la bobine

U_R : tension aux bornes du conducteur ohmique

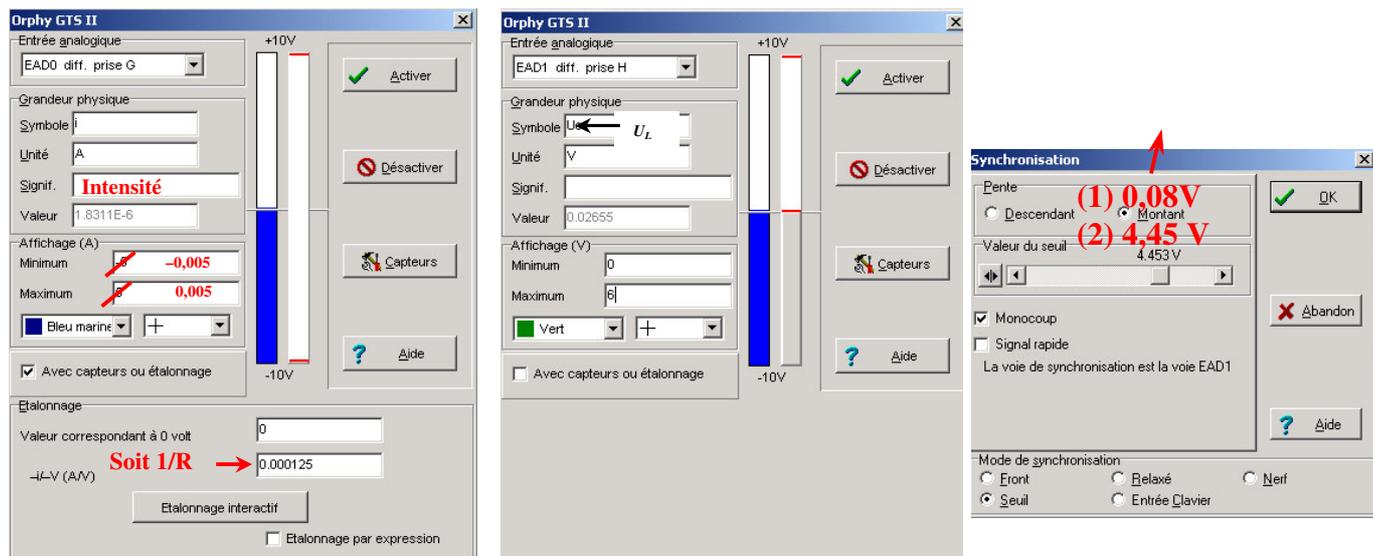
- Proposer les branchements nécessaires et compléter le schéma (préciser les différentes voies choisies et représenter les tensions mesurées). Commenter.
- Réaliser les branchements.
- Par quelle relation la tension aux bornes du conducteur ohmique est-elle image du courant $i(t)$ dans le circuit ?


2. Réglage du logiciel d'acquisition

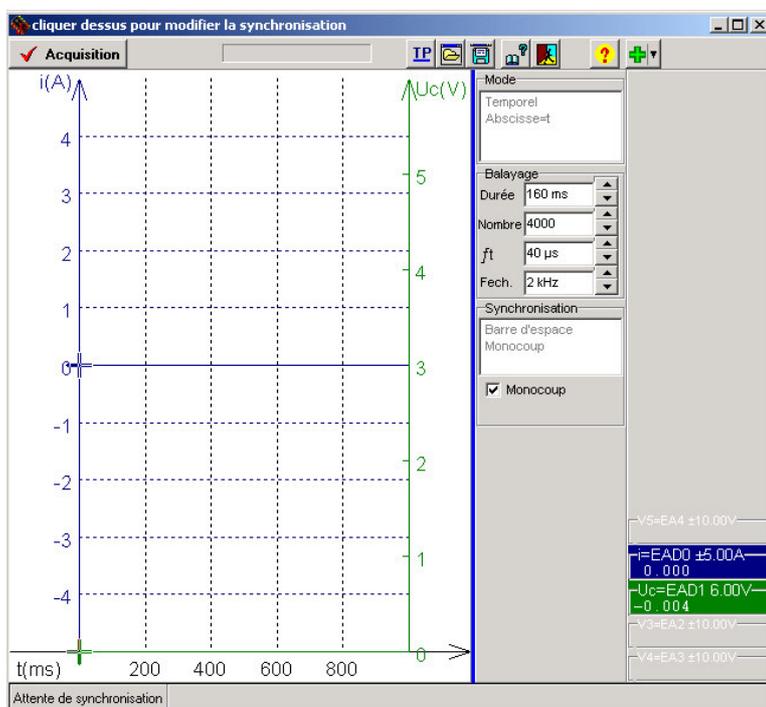
Ouvrir win-gts :



Effectuer les réglages suivants :



Remarque : ces réglages nous permettent de visualiser directement $i(t)$.



3. Acquisition

Réaliser l'acquisition en basculant le déclencheur de la position 1 à 2 puis basculer sur Regressi .

4. Autres acquisitions

- Réaliser 2 acquisitions avec des résistances différentes ($1\text{k}\Omega$ et $200\ \Omega$) et $L = 0,50\ \text{H}$.
- Réaliser 2 acquisitions avec des inductances différentes ($0,2\ \text{H}$ et $0,8\ \text{H}$) et $R = 500\ \Omega$.
- Réaliser 1 acquisition avec $E = 3,0\ \text{V}$, $R = 500\ \Omega$ et $L = 0,50\ \text{H}$.
- Création du paramètre R , résistance du circuit $R-L$.
 - Cliquer sur  sur , puis sur « paramètre ».
 - Taper au clavier le nom du paramètre « R » et son unité « Ω », puis cliquer sur « OK ».

- Cliquer sur le dossier « paramètres » et entrer les valeurs du paramètre pour chaque page d'acquisition. A la fin, taper sur « Entrée ».
- Création du paramètre L , inductance du circuit $R-L$.
 - Procéder de la même manière que précédemment.

II. EXPLOITATION DES COURBES

1. Analyse de la courbe $i(t)$

- Affichez la page 1 et commentez l'allure de la courbe.
- Que se passe-t-il pour $i(t)$ à partir du moment où l'interrupteur bascule en position 2 ?
- L'établissement du courant est-il instantané ?

2. Analyse de la courbe U_L

- Exprimez littéralement $U_L(t)$ en fonction de $U_R(t)$ et de E .
- Affichez en superposition (axes des ordonnées distincts) les courbes $i(t)$ et $U_L(t)$.
 - Quelle est la valeur de U_L à $t = 0$? Cette valeur était-elle prévisible ?
 - Quelle est la valeur de U_L en régime permanent ? Cette valeur était-elle prévisible ?
 - Comment varie U_L au cours l' établissement du courant ?

3. Modélisation

Cliquer sur  : un volet supplémentaire s' ouvre dans la partie gauche de la fenêtre graphique. Saisir dans la zone "Expression du modèle" le type de fonction choisi.

Remarque : Demander au logiciel d' ajuster (cliquer sur le bouton ) le modèle à la courbe expérimentale en calculant la valeur des paramètres figurant dans l' équation du modèle.

Pour affiner le modèle, il faut faire varier manuellement la valeur de chaque paramètre en plaçant le curseur dans la case où figure cette valeur et en cliquant sur les flèches  : l' ajustement de la courbe modèle aux points expérimentaux se produit seulement si le bouton ' tracé auto  est en position enfoncée.

4. Définition de l'inductance L

- Calcul de la dérivée de $i(t)$.
- Créer la grandeur i' :
 - Cliquer sur , sur , puis sur « dérivée ».
 - Taper au clavier le nom de la grandeur « i' » et son unité « $A.s^{-1}$ », puis taper son expression « $i'=di/dt$ », enfin cliquer sur « OK ».
 - Cliquer sur le dossier « variable » pour consulter les valeurs de i' .
- Créer la grandeur $U_L(idéal)=U_L-r i$. Procéder de la même manière que précédemment.
- Visualiser $U_L(idéal) =f(i')$ en cliquant sur , sur  pour définir dans les menus déroulants d'abscisses et d'ordonnées respectivement i' et $U_L(idéal)$.
- Modéliser la courbe en cliquant sur , puis sur , cliquer sur droite « linéaire » ou « affine » et sur « OK ». Cliquer sur « Ajuster » pour affiner la modélisation.
- Que peut-on dire du coefficient directeur de la droite ?

5. Recherche de la constante de temps τ

Visualiser la courbe $i = f(t)$ en cliquant sur , sur  pour définir dans les menus déroulants d'abscisses et d'ordonnées respectivement t et i : apparaît la courbe de charge.

Le circuit est caractérisé par une constante τ , appelée constante de temps et correspondant au temps pour lequel i vaut 63 % de sa valeur maximale.

→ Méthode de calcul à partir de la définition :

- Quelle est la valeur de l'intensité i_m du courant lorsque le régime permanent est établi ?
- Calculer $i=0,63 i_{max}$.
- Grâce au curseur, déterminer $i=0,63 i_{max}$
- Cliquer sur le menu déroulant « curseur standard » et sélectionner « Réticule ».
- Placer le réticule sur le point de la courbe correspondant à $0,63i_{max}$ et la valeur de τ apparaît.

→ Méthode de la tangente à l'origine :

Soit on modélise la courbe et le miracle se produit en cliquant sur le menu déroulant « curseur standard » et en sélectionnant « Réticule ». Puis on place le réticule sur le point d'intersection entre cette asymptote et la tangente à l'origine et la valeur de τ apparaît.

On peut également utiliser les options offerts par le curseur, soit :

- Cliquer sur le menu déroulant « curseur standard » et sélectionner « curseur tangente », puis « tangente simple ».
- Placer le curseur à l'origine du graphe et valider en cliquant sur le bouton droit de la souris.
- Cliquer sur le menu déroulant « curseur ligne » et tracer l'asymptote horizontale.
- Cliquer sur le menu déroulant « curseur standard » et sélectionner « Réticule ».
- Placer le réticule sur le point d'intersection entre cette asymptote et la tangente à l'origine et la valeur de τ apparaît.

6. Influences de R et L

- Affichez les pages montrant l' influence de R sur l' allure de la courbe. Pour cela, il suffit de superposer les courbes des différentes acquisitions effectuées en cliquant sur , et en activant « superposition des pages », par le bouton .

Commentez.

- Affichez les pages montrant l' influence de L sur l' allure de la courbe. Commentez.
- Affichez les pages 1 à 6 déterminez τ pour chaque dipôle.
Comparez la valeur de τ (en s) à celle du rapport L/R (en $\text{H} \cdot \Omega^{-1}$) et concluez.

III. INFLUENCES DES CONDITIONS INITIALES ; INTERRUPTION DU COURANT DANS UNE BOBINE

- A l' aide du même montage que précédemment avec $E = 4,5 \text{ V}$, $R = 500 \Omega$ et $L = 0,50 \text{ H}$, faire l' acquisition de la tension U_L et de l'intensité i lorsque l' interrupteur bascule de 2 à 1 (Réglage **2**)
- Repérer et qualifier les régimes obtenus.
- Comparer la courbe de l'intensité et de la tension avec celles obtenues précédemment pour le même paramétrage.
- Déterminer le temps caractéristique par la méthode de votre choix.

IV. ETABLISSEMENT DU COURANT DANS UNE BOBINE ET METHODE D'EULER

1. Etablir l' équation différentielle suivie par l'intensité i

- Dessiner le montage et représente le sens de passage du courant i dans le circuit puis les tensions E aux bornes de la pile, U_R aux bornes de la résistance R et U_L aux bornes de la bobine (on prend $E = 4,5 \text{ V}$, $R = 500 \Omega$ et $L = 0,50 \text{ H}$).
- Rappeler les propriétés de la tension aux bornes d'un circuit série.
- Montrer que l'équation différentielle suivie par i est :

$$L \frac{di}{dt} + (R + r)i = E$$

2. Résolution par la méthode d'Euler

- Etablir l' expression de la tension $u(t + \Delta t)$ en fonction de $i(t)$ et des autres paramètres.
- Ouvrir le fichier RL.xls et afficher la courbe de mesures obtenues précédemment.
- Afficher la représentation de la fonction i solution approchée de l' équation différentielle et commenter son allure. On arrêtera l'itération à $t_{MAX} = 5\tau$.
- Afficher la représentation de la fonction i solution analytique vue au paragraphe précédent et la comparer avec la solution numérique.