

TS1 CIM 851 : Travaux pratiques de Physique appliquée:  
T.P.- cours n°2 : Etude des régimes transitoires; établissement du courant dans un circuit inductif et résistif. (T.P. Assisté par ordinateur et utilisation d'un oscilloscope).

1. Généralités :

Un montage électrique fonctionne en *régime variable* lorsque le courant qui passe dans le circuit ou la tension aux bornes d'un élément du circuit varie en fonction du temps.

On note par des lettres minuscules les grandeurs variables avec le temps:

u = tension instantanée,  
 i = intensité instantanée.

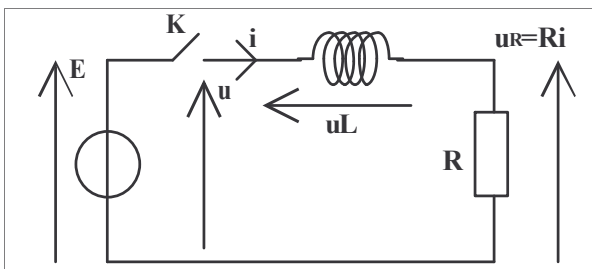
On réserve les lettres majuscules pour les grandeurs indépendantes du temps.

Ex: U, I, E ...

Les *régimes transitoires* sont les phénomènes qui se produisent entre la fermeture d'un circuit et le moment où l'intensité du courant atteint la valeur correspondant au régime permanent.

2. Etablissement du courant dans un circuit inductif et résistif.

2.1 Etude théorique :



A l'instant  $t=0$ , le courant est nul :  $i=0$ .

A cet instant,  $t=0$ , on ferme l'interrupteur K:

u passe brusquement de la valeur 0 à la valeur E. (échelon de tension).

On étudie l'évolution des différentes grandeurs à partir de cet instant.

On a  $u = E$  ;  $u = u_L + u_R$  ;  $u_L = L di/dt$  ;  $u_R = Ri$  .

On a donc :

$$E = Ri + L \frac{di}{dt}; \quad \frac{L}{R} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}$$

Cette équation liant i et sa dérivée par rapport au temps di/dt est une équation différentielle dont la solution donne l'évolution de i.

Cette équation est une équation différentielle du premier ordre à coefficients constants. Sa solution est la somme d'une solution particulière de l'équation avec second membre et de la solution générale de l'équation sans second membre. Soit:

$$i = \frac{E}{R} + A.e^{-\frac{t}{L}}; \quad \text{La constante A est donnée par la condition initiale :}$$

$i = 0$  pour  $t=0$  soit :  $0 = E/R + A$  ; soit  $A = -E/R$  . On a alors :

$$i = \frac{E}{R} - \frac{E}{R}.e^{-\frac{tR}{L}} \text{ ou :}$$

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{tR}{L}})$$

La constante de temps du phénomène est :  $\tau = L/R$ .

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

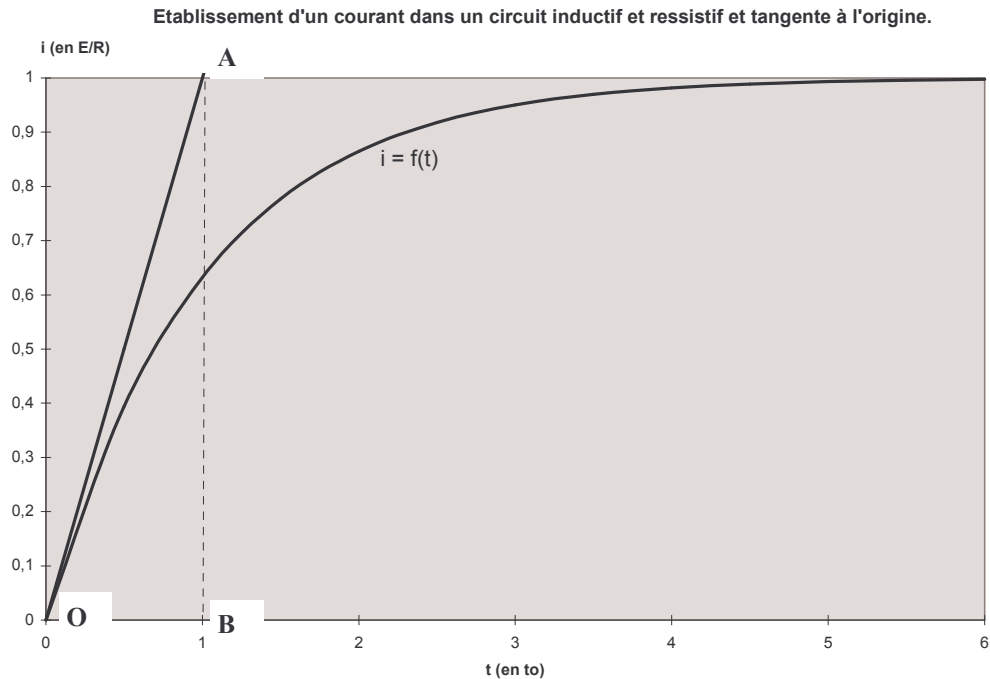
En général, on considère que la durée nécessaire à l'établissement du courant est égale à  $5\tau$ .

En effet, pour  $t = 5\tau$ , on a  $i = 0,993.E/R$  .

Détermination graphique de la constante de temps  $\tau$  : voir p2.

La tension aux bornes de la bobine est égale à  $u_L = E - Ri$  . Soit:

$$u_L = E - R \cdot \frac{E}{R} (1 - \exp(-\frac{t}{\tau})) = E \cdot \exp(-\frac{t}{\tau})$$



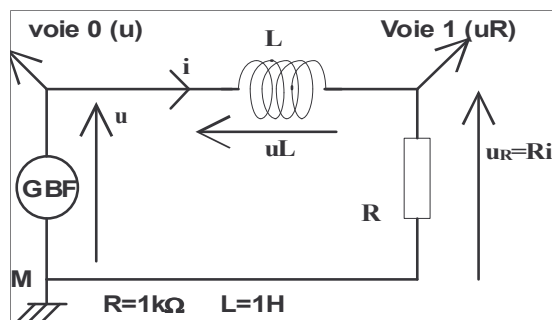
On trace la tangente à l'origine de la courbe  $i = f(t)$ . Cette droite coupe l'horizontale  $i = E/R$  au point A. La pente de cette droite OA est égale à la dérivée de  $i$  par rapport au temps à l'instant  $t=0$ .

$$\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{L} = \frac{E/R}{L/R} = \frac{AB}{OB} = \frac{E}{OB}; \text{ donc } OB = L/R = \tau$$

La tangente à l'origine de la courbe  $i=f(t)$  coupe l'horizontale  $i = E/R$  en un point A dont l'abscisse est égale à  $\tau$ .

## 2.2 Etude expérimentale :

### 2.2.1 Montage:



Le générateur de fonctions basse fréquence délivre une tension en créneaux non-symétriques, variant de zéro à 5volts (sortie T.T.L.).

On se propose d'utiliser un ordinateur muni d'une carte de saisie de données (PC-Mes 3) et d'un logiciel approprié, Synchronie, pour étudier l'établissement du courant à travers un circuit résistif et inductif.

### 2.2.2 Relevés :

Régler la fréquence du générateur de fonction de manière à ce qu'on puisse facilement relever l'établissement et l'extinction du courant durant une période.

Placer la courbe  $u=f(t)$  sur la moitié supérieure de l'écran de l'ordinateur et  $uR=f(t)$  sur la moitié inférieure.

Relever simultanément  $u=f(t)$  et  $uR = f(t)$ . Imprimer les deux courbes.

Relever ensuite  $uL=u-uR$ . Il suffit d'écrire cette formule dans le module "feuille de calcul".

**2.3 Résultats:** Utilisez la méthode graphique indiquée plus haut pour déterminer la constante de temps du circuit. Comparez avec la valeur théorique ; Conclusion.

### 2.4 Etude de l'influence de L et de R sur la constante de temps:

Quelle est l'influence d'une diminution de L sur l'établissement et l'extinction du courant ?

Quelle est l'influence d'une augmentation de R sur l'établissement et l'extinction du courant ?

**3. Utilisation des outils mathématiques du logiciel Synchronie :**

On peut utiliser plusieurs modules dans le menu "Traitement":

- modélisation,
- équation différentielle,
- feuille de calcul.

On peut, en consultant la notice et/ou en explorant le logiciel établir une courbe théorique donnant  $u_c$  en fonction du temps. Il s'agit ensuite de la comparer avec la courbe expérimentale.

**4. Conclusion :**

- Effectuer les manipulations et calculs demandés.
- Imprimer toutes les courbes et les feuilles de calcul utilisées.
- Déterminer la constante de temps de l'établissement du courant à partir des courbes expérimentales.
- Essayer de saisir une extinction du courant.
- Y a-t-il concordance entre l'expérience et la théorie ?
- Conclure.

**Annexe : Paramétrage de l'ordinateur:**

L'acquisition doit être réglée de manière à pouvoir observer la totalité de l'établissement du courant dans le circuit (de 0 à  $i_{max}$ ). On pourra par exemple faire le réglage suivant:

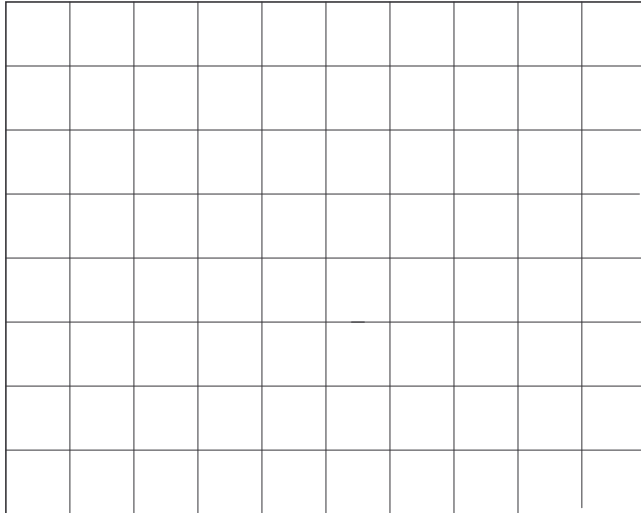
<b>Acquisition:</b>	
points:	200
durée:	26 $\mu$ s
Moyenne:	1
répéter:	1
Effacer:	oui
Synchronisation:	Voie 0
Affichage:	simultané
Niveau:	0.1
sens	↑

Ce réglage signifie que lors d'une acquisition, 200 mesures sont faites, séparées dans le temps par un intervalle de 26 $\mu$ s. Cela correspond à une durée de  $200 \cdot 26 = 5200 \mu s = 5,2 \text{ ms}$ , soit environ  $5\tau$ .

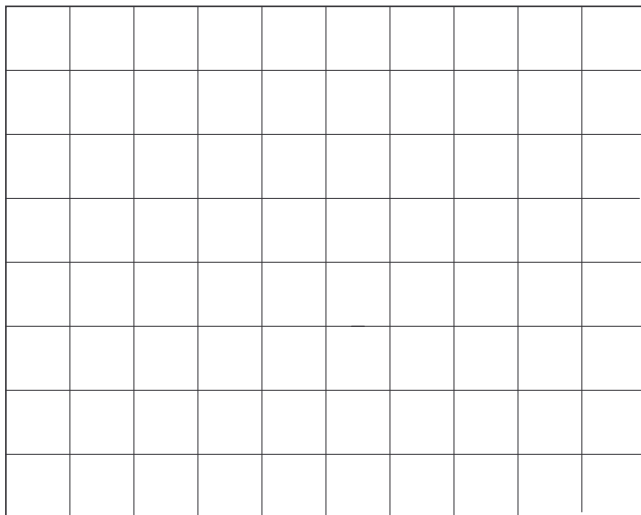
Un tel résultat peut être obtenu en réglant le G.B.F. à une fréquence de 100 Hz.

**Paramétrage des voies:**

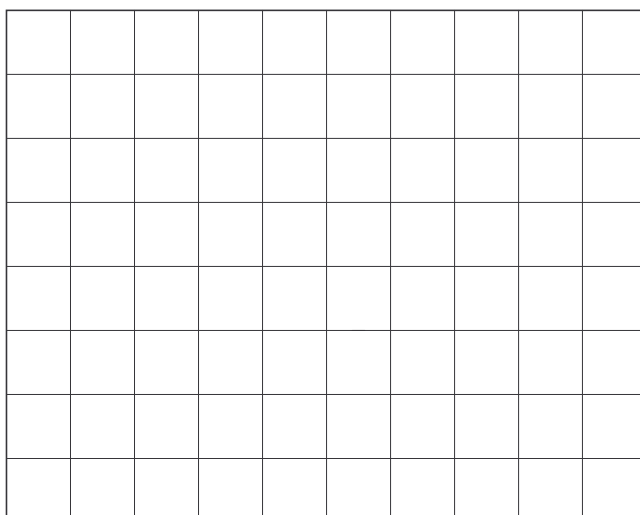
<b>Voie 0 : tension d'alimentation u</b>	<b>Voie 1 : tension aux bornes de la résistance:</b>
Nom: u unité: : volts ampli: 1 décalage : 0 Mode Auto Calibre: 0/10,24V Fenêtre: 1	Nom: uR unité: : volts ampli: 1 décalage : 0 Mode Auto Calibre: 0/10,24V Fenêtre: 2



**Voie A :**        ;        /Div  
**Voie B :**        ;        /Div  
**Base de temps :**        /Div



**Voie A :**        ;        /Div  
**Voie B :**        ;        /Div  
**Base de temps :**        /Div



**Voie A :**        ;        /Div  
**Voie B :**        ;        /Div  
**Base de temps :**        /Div