

PCPI – 1 TS CIRA	Chapitre 4 Dipôles et puissances en régime sinusoïdal	Physique appliquée
 Contrôle Industriel et Régulation Automatique	TP 10 : La bobine	/50
		/20

C'EST QUOI ?

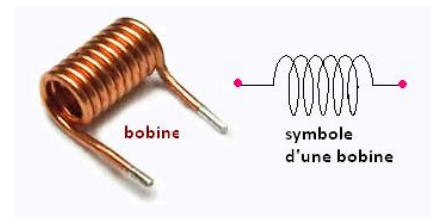


https://www.youtube.com/watch?v=16TAJREID_0

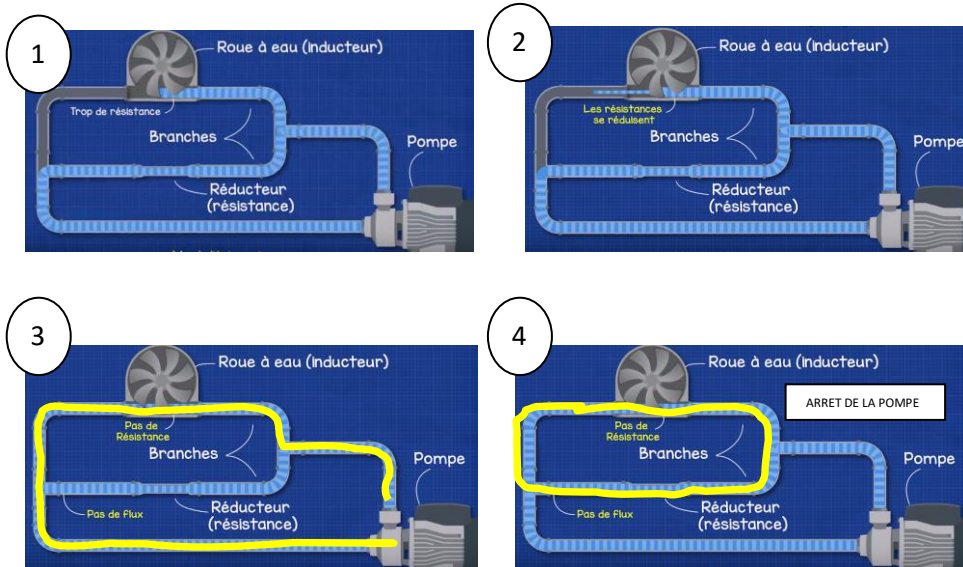
La partie la plus visible est un **enroulement de fils conducteurs**.

L'espace au milieu de ces spires s'appelle **le noyau**.

Il peut être vide ou inclure une pièce en matériau ferromagnétique favorisant l'induction électromagnétique, afin d'augmenter la valeur de l'inductance.



COMMENT CA FONCTIONNE ?



Bilan :

Etape 1 et étape 2 :

La roue **s'est opposée transitoirement à l'établissement du débit d'eau.**

Etape 3 :

Une fois le débit établi, la roue tourne.

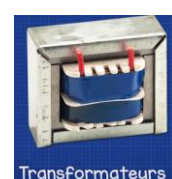
Etape 4 :

Lorsque la pompe cesse de fonctionner, la roue continue de tourner durant un certain temps à cause de son inertie, elle tend donc à **s'opposer transitoirement à la coupure du débit d'eau.**

A QUOI CA SERT ?

Les bobines sont utilisées principalement pour :

- **ELEVER** ou **ABAISSER** la valeur de la tension dans un transformateur
- **FILTRE** des signaux périodiques
- **LISSE** le courant alternatif redressé pour tendre vers du courant continu
- **CREER** champ magnétique dans les moteurs ou les relais



TENSION et INTENSITE

→ Traversée par un courant, la bobine crée un flux magnétique qui est proportionnel au courant.
Le coefficient de proportionnalité est appelé **INDUCTANCE** noté **L** et dont l'unité est le **HENRY (H)**

→ relation courant tension : $u(t) = L \times \frac{di(t)}{dt}$

ON ETUDIE QUOI ?



Objectifs

Etudier le **courant** et la **tension** aux bornes d'une **bobine L** alimentée en régime **sinusoïdal**

Problème : les oscilloscopes ne permettent de visualiser que des tensions et non des intensités

Solution

en mettant une résistance de valeur $r = 1 \Omega$ on obtient une relation entre tension et intensité.

Conclusion

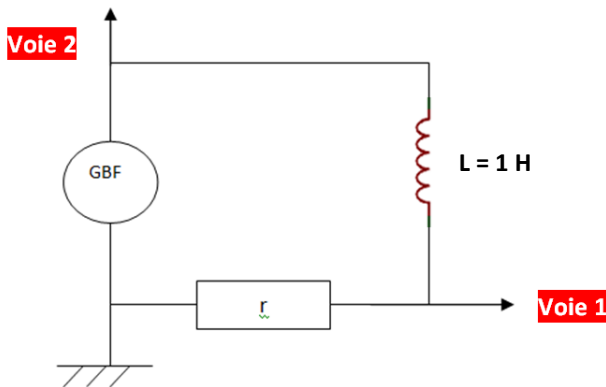
la **tension** affichée en **voie 1** sera donc **l'image de l'intensité**

la **tension** affichée en **voie 2** sera donc la **tension** aux bornes de la bobine L

LE CIRCUIT

Schéma

→ **Réaliser** le schéma électrique permettant d'étudier le courant et la tension aux bornes d'une bobine L alimentée en régime sinusoïdal par un GBF
Voie 1 = intensité qui traverse la bobine
Voie 2 = tension $u(t)$ aux bornes de L



Consignes

Soit le montage ci-contre :

- ☆ Le GBF délivre un signal sinusoïdal de fréquence
f = 20 Hz
- ☆ Le dipôle étudié **L = 1 H**
- ☆ Le dipôle **r = 1 Ω** permet de visualiser **l'intensité** qui circule dans ce circuit en **voie 1**
- ☆ La **voie 1** permet de visualiser la tension aux bornes de r qui est **l'image de l'intensité** qui traverse la bobine
- ☆ La **voie 2** permet de visualiser **la tension** aux bornes de L car celle aux bornes de r est négligeable

Réglages

- 1) **Réaliser** le circuit schématisé ci-dessus sans brancher les voies de l'oscilloscope dans un premier temps.
- 2) **Brancher** les voies 1 et 2 sur l'oscilloscope RIGOL

• ordre des dipôles • voie 1 • voie 2

- 3) **Faire** les réglages suivants :

GBF

- ☐ Forme du signal : sinusoïdal
- ☐ Amplitude : $U_{\max} = 6 \text{ V}$
- ☐ Fréquence : $f = 20 \text{ Hz}$

OSCILLOSCOPE RIGOL

- ☐ **Régler** 2 signaux à 0 avec le bouton POSITION
- ☐ **Choisir** un calibre adapté pour la voie 1 et le **noter** : Voie 1 : **100mV / div**
- ☐ **Choisir** un calibre adapté pour la voie 2 et le **noter** : Voie 2 : **5V / div**
- ☐ **Choisir** un calibre adapté pour la base de temps et le **noter** : Base de temps : **10 ms / div**
- ☐ **régler** $\varphi = 0$ pour la **voie 1**

- 4) **Appeler** professeur pour valider l'ensemble des réglages

ETUDE DE LA PHASE

Expérimentation

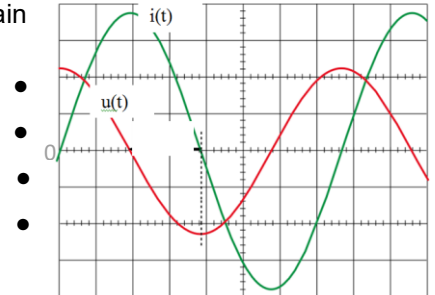
5) **Faire** varier l'amplitude de la tension d'alimentation ainsi que la fréquence du GBF

Analyse

6) L'intensité $i(t)$ et la tension $u(t)$ sont en **-phase / déphasage** quelque soit l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation

7) Sur l'oscillogramme à $t = 0$ on voit que le courant $i(t)$ est en train d'augmenter, il faut attendre que le temps s'écoule pour observer que la tension $u(t)$ soit en train d'augmenter donc :

- ✓ $i(t)$ est en **retard / avance** par rapport à $u(t)$
- ✓ $u(t)$ est en **-retard / avance** par rapport à $i(t)$
- ✓ lorsque $i(t)$ est maximale $u(t)$ est **maximale / minimale / nulle**
- ✓ lorsque $u(t)$ est maximale $i(t)$ est **maximale / minimale / nulle**



8) **Relever** la période T des signaux : **$T = 0,05 \text{ s}$**

9) **Relever** la valeur du temps ∂t écoulé entre les 2 signaux (utiliser des curseurs) : **$\partial t = 0,112 \text{ s}$**

10) **Calculer** le déphasage φ en radians entre ces 2 signaux

Pour cela :

On sait que pour tracer un **motif** il faut une **période** notée **T** qui correspond à **2π** radians.

Le temps écoulé **∂t** entre les 2 signaux correspond au déphasage noté φ

seconde	radians	Calcul de φ
$T = 0,05 \text{ s}$	2π	$\varphi = 2\pi \times 0,112 / 0,05 = 1,41 \text{ rad}$
$\partial t = 0,112 \text{ s}$	$\varphi = ?$	

Conclusion

→ **Choisir** parmi les différentes propositions la valeur du déphasage de la tension par rapport à l'intensité

$\frac{\pi}{2}$

 $-\frac{\pi}{2}$

 2π

 -2π

Démonstration mathématique

On souhaite démontrer que $\phi = \pi/2 \text{ rad}$ et que $U_{\text{eff}} = L \cdot \omega \cdot I_{\text{eff}}$

On pose : $i(t) = I_{\text{eff}} \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$ aucun déphasage à l'origine car c'est notre référence

$$u(t) = U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \phi)$$

On sait que $u(t) = L \times \frac{di(t)}{dt}$ pour une bobine $\frac{di(t)}{dt}$

1) Exprimer $\frac{di(t)}{dt}$ à partir de l'expression de $i(t)$ ci-dessus

$$I_{\text{eff}} \cdot \cos(\omega t) \times \omega$$

2) Transformer l'expression obtenue précédemment pour obtenir un sinus

$$I_{\text{eff}} \cdot \sin(\omega t + \pi/2) \times \omega$$

3) Remplacer $u(t)$ et $\frac{di(t)}{dt}$ par leurs expressions sinusoïdales dans la relation $u(t) = L \times \frac{di(t)}{dt}$

$$U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \phi) = L \times I_{\text{eff}} \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \pi/2) \times \omega$$

4) Simplifier l'égalité

$$U_{\text{eff}} \cdot \sin(\omega t + \phi) = L \times I_{\text{eff}} \cdot \sin(\omega t + \pi/2) \times \omega$$

5) Egaliser ce qui varie au cours du temps et en déduire la valeur de ϕ

$$\omega t + \phi = \omega t + \pi/2$$

$$\phi = \pi/2$$

6) Egaliser ce qui ne varie pas au cours du temps et en déduire la relation entre I_{eff} et U_{eff}

$$U_{\text{eff}} = L \cdot \omega \cdot I_{\text{eff}}$$

Outils mathématiques

$$(\sin x)' = \cos x$$

$$(\sin(ax))' = a \cdot \cos ax$$

$$\cos x = \sin(x + \frac{\pi}{2})$$

ETUDE EN FRESNEL

VALEURS EFFICACES

On pose $U_{\text{max}} = 6 \text{ V}$

Calculer U_{eff} $U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} / \sqrt{2} = 4,2 \text{ V}$

• •

Calculer I_{eff} $I_{\text{eff}} = U_{\text{eff}} / (L \times \omega) = 4,2 / (1 \times 2\pi \times 20) = 0,033 \text{ A}$

• • •

VECTEURS

$$\vec{U} \left| \begin{array}{l} \bullet \text{ origine : } O \\ \bullet \underline{U_{\text{eff}}} = 4,2 \text{ V} \\ \bullet \varphi = \pi/2 \text{ rad} = 90^\circ \end{array} \right.$$

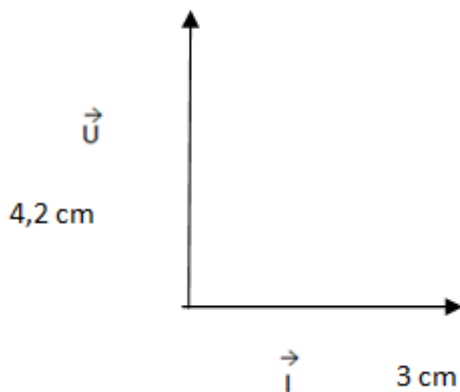
Echelle : **1 cm** $\leftrightarrow$ **1 V**

$$\vec{I} \left| \begin{array}{l} \bullet \text{ origine : } O \\ \bullet \underline{I_{\text{eff}}} = 0,033 \text{ A} \\ \bullet \varphi = 0 \text{ rad} \end{array} \right.$$

Echelle : **1 cm** $\leftrightarrow$ **0,01 A**

• •
• •
• •
• •

CONSTRUCTION DES VECTEURS



• •
• •
•

ETUDE EN COMPLEXES

ECRITURE EN COMPLEXE

Exprimer U en écriture polaire puis en écriture trigonométrique

$$\underline{U} = [4,2 ; \pi/2] \\ = 4,2 \times \cos \pi/2 + j \times 4,2 \times \sin -\pi/2 = j 4,2$$

•
•

Exprimer I en écriture polaire puis en écriture trigonométrique

$$\underline{I} = [0,033 ; 0] \\ = 0,033 \times \cos 0 + j \times 0,033 \times \sin 0 = 0,033$$

•
•

L'IMPEDANCE COMPLEXE DU CONDENSATEUR

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = j 4,2 / 0,033 = j 127$$

• •

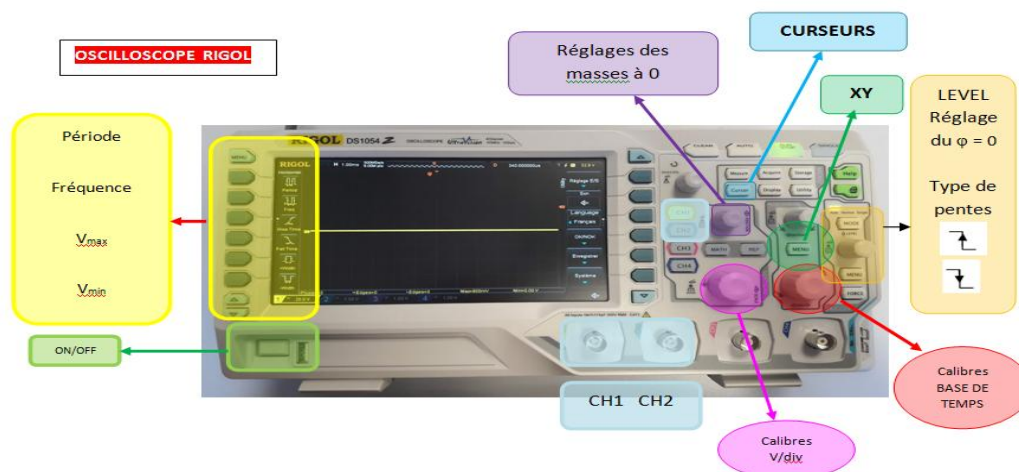
$$\rightarrow \text{Calculer } j \times L \times \omega = j \times 1 \times 2\pi \times 20 = j 126$$

• •

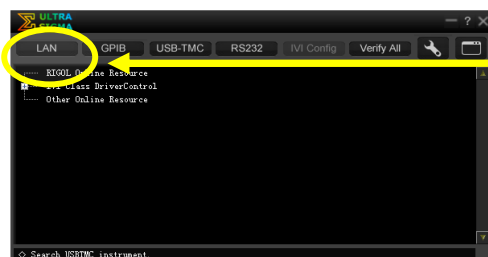
$$\rightarrow \text{Conclure en donnant l'expression de l'impédance complexe d'une bobine: } \underline{Z}_L = j \times L \times \omega \quad \bullet \bullet$$

DOC 1 Qu'est-ce qu'une impédance complexe ?

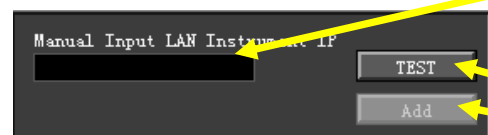
On appelle impédance complexe $\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$

DOC 2 L'oscilloscope RIGOL**DOC 3** Comment visionner l'écran de l'oscilloscope RIGOL sur ordinateur ?

Menu démarrer
ULTRASIGMA



Cliquer sur LAN

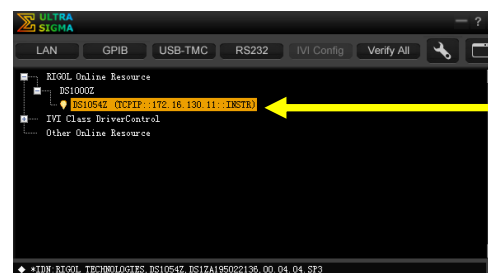


Entrer adresse ip qui se situe sur l'oscilloscope :
172.16.130.11 par exemple

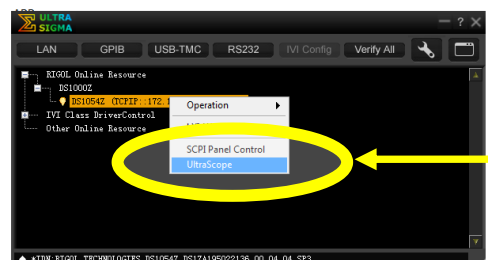
Cliquer sur TEST puis OK

Cliquer sur ADD

Cliquer sur OK



Click droite sur la 3^{ème} ligne surlignée



Choisir ULTRASCOPE