



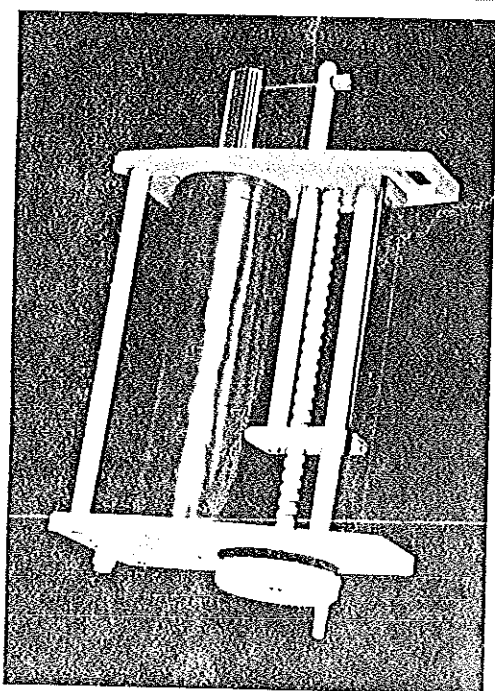
4, rue Gutenberg  
57206 SARREQUEMINES - FRANCE  
Tél. 87 95 14 77 - Téléx 860495F

NOTICE TECHNICO-PÉDAGOGIQUE  
MATÉRIEL : INDUCTANCE VARIABLE

RÉFÉRENCE : MT 3840

31.619  
31.620

PS9.15



#### 1 - DESCRIPTION

L'inductance variable PIERRON se présente sous la forme d'une bobine à un enroulement continu de spires jointives en fil de cuivre émaillé, disposées en plusieurs couches superposées.

La bobine est enserrée entre deux flasques latéraux entretroisés dont l'un comporte les bornes de branchement électrique.

L'intérieur de la bobine est creux et permet la pénétration d'un noyau de fer solide d'un dispositif relié à une vis de manoeuvre à pas rapide commandant le déplacement du noyau à l'intérieur de la bobine. Un curseur à index de lecture se déplace simultanément devant une règlette comportant deux graduations, l'une en centimètres, l'autre en henrys. La graduation en centimètres permet de connaître tout au long de la variation du déplacement du noyau la longueur de celui-ci dans la bobine. La graduation en henrys permet de connaître la valeur de l'inductance au fur et à mesure de la pénétration (ou de son retrait) du noyau dans la bobine. Le noyau de fer en tôles à haute perméabilité, sous plastique transparent, peut être désolidarisé de la bobine pour être remplacé, selon les besoins de l'expérimentation, par un noyau de fer doux plein. A la convenance de l'utilisateur l'un ou l'autre de ces deux noyaux peut être laissé complètement indépendant du dispositif d'ancrage. Par exemple, lorsqu'on veut montrer les effets attractifs ou répulsifs en électromagnétisme afin d'en faire un noyau éjectable.

PIERRON - FABRIQUE DE MATÉRIEL PÉDAGOGIQUE - B.P. 609

4, rue Gutenberg - 57206 SARREQUEMINES CEDEX (France) - Tél. 87 95 14 77 - Téléx 860495F

CODE PIERRON 3840/87

## II - CARACTERISTIQUES :

- Résistance de la bobine en courant continu : 11 ohms
- Nombre de spires : 3000 (à noter que cette indication figure également sur une étiquette placée sur l'une des deux joues de l'appareil).
- Etendue de lecture : 0,14 à 1,1 henrys.
- Coefficient de surtension : 22, pour une valeur d'inductance de 1 henry à une fréquence de 50 hertz, avec une capacité de 10  $\mu\text{F}$
- Tension maximale d'utilisation : 250 V
- Courant permanent : 2 ampères maximum

## Dimensions de l'appareil

- Longueur : 29 cm (Noyau introduit entièrement dans la bobine)
- Largeur : 10 cm
- Hauteur : 20,5 cm
- Masse : 4,9 kg (avec noyau feuilleté)
- Masse totale hors emballage avec les deux noyaux : 6,3 kg

## III - COMPOSITION DE LA FOURNITURE A LA LIVRAISON

L'appareil est constitué :

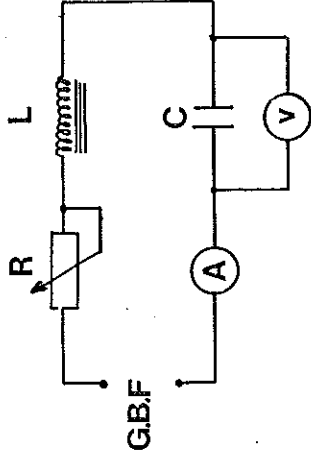
- de la bobine montée sur supports latéraux assemblés par des entretoises
  - d'un noyau en tôles feuilletées contenu dans un fourreau cylindrique en matière plastique transparente. Une tige à extrémité vissante et comportant un bouton moleté permet d'accoupler le noyau à la tige solidaire de la vis à pas rapide dont la manœuvre s'effectue par le volant.
  - d'un noyau de fer cylindrique et plein adaptable à l'inductance de la même façon que le noyau de tôles feuilletées.
- Pour faciliter le déplacement du noyau en fin de course le rendre solidaire de la barre d'entraînement à l'aide d'un élastique résistant.

## IV - MANIPULATION

Le but de la manipulation est de mesurer l'inductance d'une bobine à noyau de fer avec du courant alternatif. On constatera que cette première méthode est peu précise parce L dépend de  $\mu$ , qui dépend lui-même de l'intensité du courant I. Il y a aussi les pertes dans le fer qui interviennent et font qu'on obtient qu'une valeur approximative de L. On vérifiera ensuite que la méthode des 3 voltmètres est beaucoup plus précise. Cette expérience est également à réaliser avec le deuxième noyau livré.

## B - Résonance série

Réalisation du montage :



Matériel PIERRON utilisé

- L : Inductance variable MT 3840
- C : condensateurs (boite de) MT 2369
- R : Rhéostat ou décades de résistances MT 4037 ou MT 4235
- mA : ampèremètre MT 1312
- V : voltmètre MT 1311
- GBF : générateur MT 4064 ou 4065

1) Pour trois valeurs de R convenablement choisies dont une maximum et l'autre minimum, faire varier la fréquence N jusqu'à une valeur égale à trois ou quatre fois celle donnant la résonance.

2) Tracer les courbes  $i = f(N)$  et  $V = f(N)$

3) Déterminer graphiquement la fréquence de résonance et la comparer à la valeur théorique.

Remarque 1 : La d. d. p. de sortie du générateur B.F. peut varier légèrement en fonction de la fréquence. Corriger éventuellement cette variation.

Remarque 2 : Pour une série de mesures, la résistance totale doit rester constante. En changeant la sensibilité du milliampermètre calculer la variation de résistance et la compenser en ajustant R.

Travail à effectuer :

- Réaliser le montage de la figure 2 avec r assez grand, et pouvant supporter le courant normal I de la bobine.
- Mesure  $U$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  et I

3) Calculer X et Y

4) Faire le tableau suivant :

|   |   |       |       |       |         |         |   |   |
|---|---|-------|-------|-------|---------|---------|---|---|
| I | U | $U_1$ | $U_2$ | $U/I$ | $U_1/I$ | $U_2/I$ | X | Y |
|---|---|-------|-------|-------|---------|---------|---|---|

5) En utilisant la même bobine que dans les premières mesures, on comparera X à R et Y à  $L\omega$ .

6) En tirer les conclusions qui s'imposent

Matériel à utiliser pour les 2 méthodes :

- 1 voltmètre = et  $v$  à plusieurs sensibilités (Pierron réf. MT 1311)
- 1 ampèremètre = et  $v$  à plusieurs sensibilités (Pierron réf. MT 1312)
- 1 Ohmètre (contrôleur universel Pierron réf. MT 3873, MT 3862 ou MT 2292)
- 1 rhéostat 100  $\Omega$  (Pierron réf. MT 4037)
- 1 rhéostat 3  $\Omega$  (Pierron réf. MT 4034)
- 1 rhéostat 1000  $\Omega$  (Pierron réf. MT 4039)
- 1 inductance (Pierron réf. MT 3840)

#### V. Exemple d'utilisation de l'inductance variable

La résonance électrique

A - Utilisation d'un générateur basse fréquence

Alimenté par le courant du secteur, un générateur basse fréquence délivre entre ses bornes de sortie une d. d. p. sinusoïdale de fréquence variable (variations continues à l'intérieur de gammes).

La valeur efficace U de cette d.d.p. appliquée au circuit est réglable.

Observation : Selon le type d'appareil utilisé un cadran permet de lire directement la valeur de E, sinon l'adjonction d'un voltmètre est recommandée.

A - Principe et théorie :

On va mesurer l'impédance Z de la bobine en alternatif avec un voltmètre et un ampèremètre, d'où

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} = \frac{U}{I}$$

on en tire L :

$$R^2 + L^2 \omega^2 = \frac{U^2}{I^2}$$

et :

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2} \quad \text{Henrys}$$

Si on ne connaît pas R, on la mesure par la méthode amont ou aval, en continu, avec un voltmètre et un ampèremètre

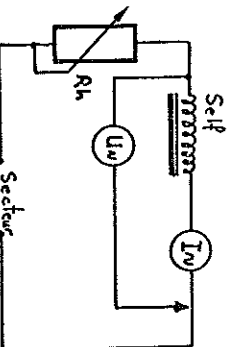
$$R \approx U_0 / I_0$$

D'ailleurs, (Fig.1) en alternatif, il faudra préciser si l'on prend le montage amont ou le montage aval. On s'efforcera de régler I pour que le courant qui traverse la bobine soit à peu près du même ordre de grandeur que celui qui traverse la bobine en service normal.

B - Travail à effectuer :

1) Faire le montage de la figure 1 en cherchant quel est le meilleur montage à effectuer.

2) Régler  $R_h$  pour que I se rapproche de la valeur du courant qui passe dans la bobine en service normal. (Ici  $I \leq 1,5A$ ).



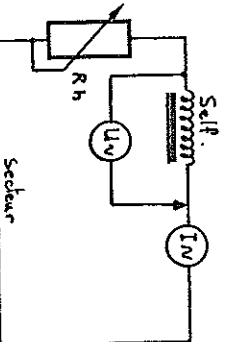
Montage AMONT.

3) Mesurer U eff et I eff.

4) Mesurer R par la méthode amont ou aval, ou avec un ohmètre (contrôleur universel) la précision sur R importe peu.

5) Calculer Z et L.

6) Faire le tableau ci-dessus avec  $\omega = 314 \text{ rad/s} = 2\pi f$



Montage AVAL.

Fig. 4.

|   |       |
|---|-------|
| R | ..... |
| U | ..... |
| I | ..... |
| Z | ..... |
| L | ..... |

Calcul de l'incertitude :

nous avons : (1)  $R = \frac{U_0}{I_0}$

(2)  $Z = \frac{U}{I}$

(3)  $L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2}$

Sur R, on aura (équation 1)

$$\frac{dR}{R} = \frac{dU_0}{U_0} + \frac{dI_0}{I_0} \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U_0}{U_0} + \frac{\Delta I_0}{I_0}$$

Sur Z, on aura de même, (équation 2)

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I}$$

Les incertitudes sont dues :

a) aux incertitudes d'étalonnage des appareils, par exemple :

$$\frac{\Delta U_0}{U_0} = \frac{\Delta I_0}{I_0} = \frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta I}{I} = 2\%$$

b) aux incertitudes de lecture, par exemple à 1/2 ou 1/4 de division du cadran

A ces incertitudes, on ajoutera :

Sur L, l'équation 3, en différentiant :

$$\begin{aligned} \frac{dL}{L} &= -\frac{d\omega}{\omega} + \frac{d(\sqrt{Z^2 - R^2})}{\sqrt{Z^2 - R^2}} = -\frac{d\omega}{\omega} + \frac{1}{\sqrt{Z^2 - R^2}} \left( \frac{2Z dZ - 2R dR}{2\sqrt{Z^2 - R^2}} \right) \\ &= -\frac{d\omega}{\omega} + \frac{1}{Z^2 - R^2} \left( Z^2 \cdot \frac{dZ}{Z} - R^2 \cdot \frac{dR}{R} \right) \end{aligned}$$

et l'incertitude sur L sera :  $\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \omega}{\omega} + \frac{1}{Z^2 - R^2} \left( Z^2 \frac{\Delta Z}{Z} + R^2 \frac{\Delta R}{R} \right)$

w est connue à 0,5% près donc  $w/w = 0,5/100$

$\frac{\Delta R}{R}$  et  $\frac{\Delta Z}{Z}$  sont les valeurs calculées plus haut. On pourra aussi faire le tableau suivant :

| Mesure de $\frac{R}{U I R}$ | $\frac{\Delta R}{R}$ | $R < Z$ | Mesure de $\frac{Z}{U I Z}$ | $\frac{\Delta Z}{Z}$ | $L < \frac{\Delta L}{L}$ | $\frac{\Delta L}{L} < L <$ |
|-----------------------------|----------------------|---------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
|                             |                      |         |                             |                      |                          |                            |

Méthode perfectionnée dite "des 3 voltmètres"

Posons  $Z = X + jY$

et réalisons le montage de la figure 2, où r est une résistance quelconque inconnue, mais assez grande pour que  $U_2$  soit très différent de U.

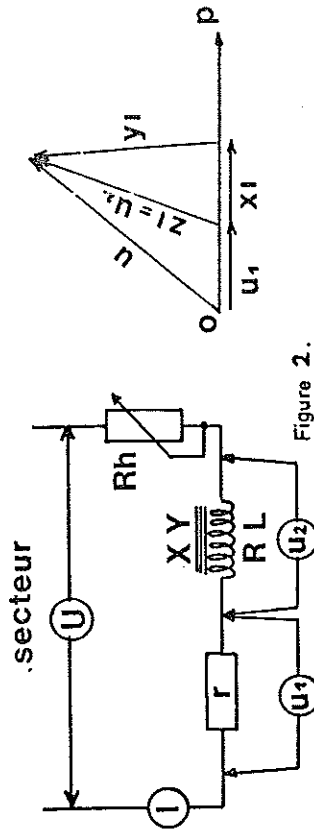


Figure 2.

On mesure  $U, U_1$  et  $U_2$  et on peut alors écrire :

$$U_1 = r I \quad U_2 = I \sqrt{X^2 + Y^2} \quad U = I \sqrt{(X+r)^2 + Y^2}$$

ou X est la résistance effective, tenant compte des pertes dans le fer de la bobine, et Y la résistance effective de la bobine.

$$\text{On en tire} \quad \begin{cases} X = \frac{1}{2r} \left[ \left( \frac{U}{I} \right)^2 - \left( \frac{U_1}{I} \right)^2 - \left( \frac{U_2}{I} \right)^2 \right] \\ Y = \sqrt{\left( \frac{U_2}{I} \right)^2 + X^2} \end{cases}$$