

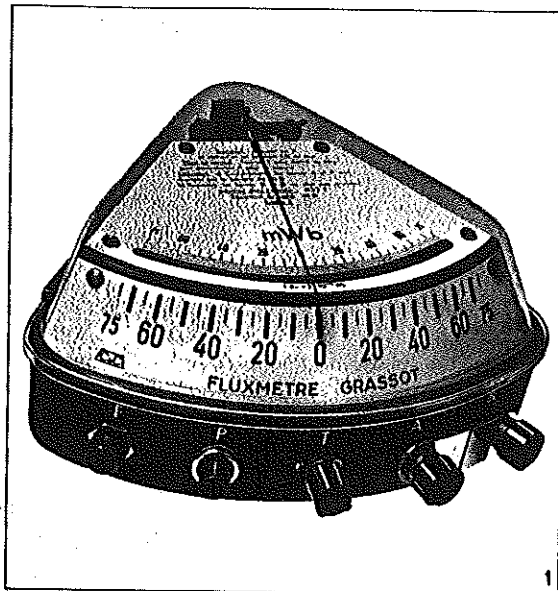
ENS LYON

30.254
NFS

FLUXMETRE DE CONTROLE FX CT 150

COMPAGNIE DES COMPTEURS 5836 A

LABORATOIRE DE PHYSIQUE
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON
46, Allée d'Italie
69364 LYON CÉDEX 07



Le fluxmètre système Grassot est un galvanomètre sans couple directeur, à fort coefficient d'amortissement.

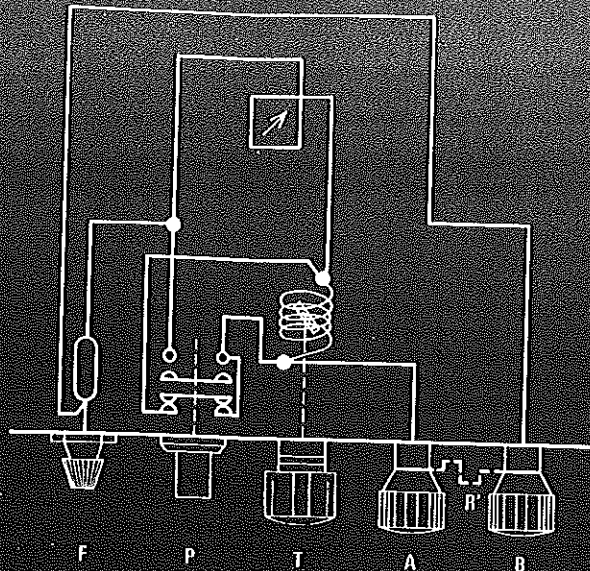
Lorsqu'on applique une tension aux bornes A B de l'appareil, son équipage dévie d'un mouvement régulier. En l'absence de tension, l'équipage reste dans sa position quelle que soit celle-ci dans l'étendue de mesure.

Associé à une bobine exploratrice, il permet la mesure, par lecture directe, des champs et des inductions magnétiques.

On peut également l'utiliser pour diverses autres mesures :

- quantités d'électricité,
- capacité, etc...

La présentation du fluxmètre FX CT 150 est spécialement conçue pour les besoins de l'enseignement : démonstrations en salles de cours, manipulations et expériences de laboratoire. Son faible encombrement rend son emploi particulièrement pratique dans les laboratoires industriels et les plateformes d'essais.



PRINCIPE

Rappel de la théorie du fluxmètre

L'équation générale du galvanomètre à cadre mobile

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + a \frac{d\theta}{dt} + C\theta = \Phi_0 i$$

devient dans le cas du fluxmètre :

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + a \frac{d\theta}{dt} = \Phi_0 i \quad (1)$$

K : Moment d'inertie de l'équipage mobile
a : Coefficient d'amortissement mécanique
C : Couple directeur

$\Phi_0 i$: Couple électromagnétique provenant de l'action du champ magnétique dans l'entrefer, sur le courant traversant le cadre
 θ : Déviation de l'équipage mobile, à un instant donné
 α : Déviation totale de l'équipage

En intégrant entre les instants 0 et t, et sous réserve que le fluxmètre soit au repos au commencement et à la fin de la mesure, donc que :

$$K \int_0^t \frac{d^2\theta}{dt^2} dt = K \left| \frac{d\theta}{dt} \right|_0^t = 0,$$

Il reste :

$$a \int_{\theta=0}^{\theta=\alpha} d\theta = \Phi_0 \int_0^t i dt$$

$$a \alpha = \Phi_0 q \quad (2)$$

q est la quantité d'électricité totale ayant traversé le cadre entre les instants 0 et t.

Si le fluxmètre est branché aux bornes d'une bobine traversée par un flux Φ , la force électromotrice produite par la variation du flux dans la bobine, pendant l'intervalle de temps dt est :

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

La force électromotrice dans le cadre du fluxmètre, proportionnelle à la vitesse est :

$$e' = k \frac{d\theta}{dt}$$

La loi générale de l'induction donne :

$$ri + L \frac{di}{dt} = e - e'$$

$$= - \frac{d\Phi}{dt} - k \frac{d\theta}{dt} \quad (3)$$

r : résistance du circuit formé par la bobine et le cadre du fluxmètre
L : self-inductance du même circuit

On peut écrire (3) sous la forme

$$- \frac{d\Phi}{dt} = ri + L \frac{di}{dt} + k \frac{d\theta}{dt} \quad (4)$$

Si l'on intègre entre les temps 0 et t correspondant à la durée du mouvement :

$$- \int_0^t d\Phi = r \int_0^t i dt + L \int_{i_0}^{i_t} di + k \int_0^\alpha d\theta \quad (5)$$

Dans les conditions habituelles d'emploi du fluxmètre, i est nul au commencement et à la fin du mouvement, On a donc :

$$\int_{i_0}^{i_t} di = 0$$

D'autre part :

$$\int_0^t i dt = q; k \int_0^\alpha d\theta = k\alpha; - \int_0^\alpha d\Phi = \Delta\Phi$$

L'équation (5) devient :

$$\Delta\Phi = rq + k\alpha \quad (6)$$

En éliminant q entre les relations (2) et (6) :

$$\Delta\Phi = \left(k + \frac{ar}{\Phi_0} \right) \alpha.$$

Cette relation donne une correspondance entre l'angle de déviation de l'appareil, et le flux traversant la bobine.

Si le terme $\frac{a}{\Phi_0}$ est négligeable, cette correspondance est indépendante de la résistance r, et l'on a :

$$\Delta\Phi = k\alpha$$

La déviation du fluxmètre est proportionnelle à la variation de flux traversant la bobine.

De plus, de la faible valeur de a, et compte tenu de l'équation (2), on déduit que q est très faible; on admet généralement que cette quantité d'électricité traversant le cadre est nulle, α et Φ_0 étant des termes finis.

Le terme $\frac{a}{\Phi_0}$ est caractéristique de l'appareil.

Si la bobine a n tours, la variation du flux magnétique dans lequel elle est plongée est :

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\Phi}{n} = \frac{k\alpha}{n}$$

k = constante du fluxmètre, s'exprimant en Webers (ou en Maxwell)
1 M = 10⁻⁸Wb)

DESCRIPTION

Le fluxmètre FX CT 150 possède un élément de mesure magnétoélectrique (cadre mobile et aimant permanent). Son équipage mobile parfaitement équilibré, pivoté verticalement sur pointes et crapaudines, est conçu sans couple de rappel. Tout risque de dérive ainsi éliminé, l'appareil est dispensé d'un réglage d'aplomb minutieux.

Un bouton poussoir P permet de court-circuiter l'élément de mesure, soit avant le transport afin de préserver les pivotages, soit pour le réglage de l'aiguille.

La remise à zéro de l'équipage mobile est obtenue au moyen d'un dispositif électromagnétique qui permet de placer l'aiguille en un point quelconque de l'échelle.

Le déplacement de l'aiguille est commandé par un bouton T; lorsque le sens de manœuvre du bouton a été inversé par une mesure, il est rétabli en conduisant l'aiguille à l'extrémité de la graduation.

L'élément de mesure est protégé par un fusible F.

Une résistance shunt R' est montée sur le fluxmètre.

Lorsque le shunt est en circuit, l'appareil fonctionne en coulombmètre, et éventuellement, en fluxmètre. Quand il est hors circuit, l'appareil fonctionne en fluxmètre.

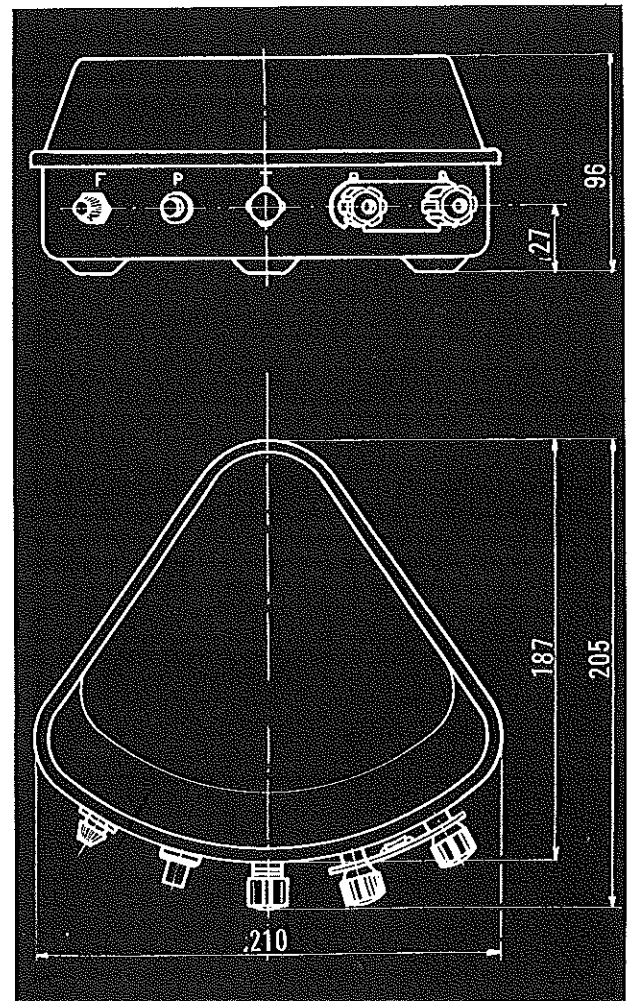
La précision de la lecture est favorisée par la forme « couteau » de l'aiguille. Celle-ci permet la lecture sur deux cadrans dont l'échelle est graduée : 75 - 0 - 75 :

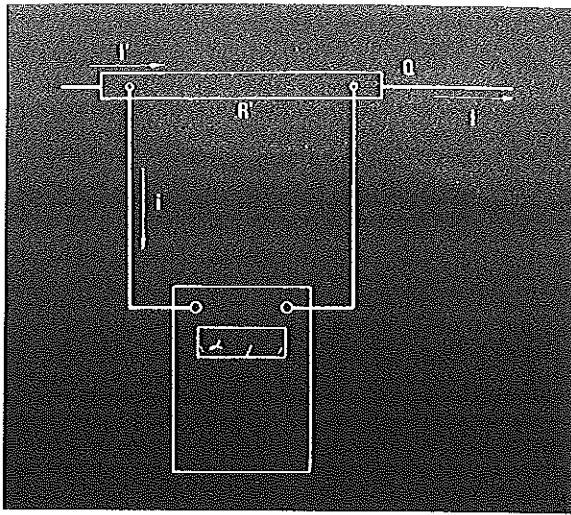
- un cadran oblique comporte 30 divisions pour lecture à distance
- un cadran plan, horizontal, comporte 150 divisions fines pour lectures précises, avec miroir de parallaxe.

CARACTÉRISTIQUES

- Constante du fluxmètre : $k = 2.10^{-4}$ Wb
- Déviation totale pour 15.10^{-3} Wb de part et d'autre du zéro de l'échelle
- Résistance maximale du circuit d'utilisation : 40 Ω
- Précision d'étalonnage :
 $\pm 1,5$ % de la déviation totale pour une résistance extérieure de 20 Ω , et des impulsions de durée moyenne (50 ms à 5 s.)
- Boîtier triangulaire en matière plastique transparente
- Masse : 1,3 kg

ENCOMBREMENT





APPLICATIONS

Mesure d'une induction magnétique :

- La résistance shunt est mise hors service. Le fluxmètre a sa sensibilité normale ($k = 2.10^{-4}$ Wb) indépendante de la résistance de la bobine exploratrice utilisée pour la mesure d'une induction magnétique.

La bobine exploratrice possède n spires de section s chacune. α étant la déviation du fluxmètre :

$$B = \frac{\Phi}{ns} = \frac{k\alpha}{ns}$$

s étant la section exprimée en cm^2 , l'induction B , en tesla, est donnée par la formule :

$$B = \frac{2.10^{-4}\alpha}{10^{-4}ns} = \frac{2\alpha}{ns}$$

Les bobines normalement fournies ont pour caractéristiques :

Modèle I : $n = 400$ $s = 10$ cm^2 ;
avec cette bobine $B = 0,5 \alpha$ (mT) = 5α (gauss)

Modèle II : $n = 50$ $s = 8,5$ cm^2 ;
avec cette bobine $B = 4,7 \alpha$ (mT) = 47α (gauss)

Il est possible d'employer des bobines ayant d'autres caractéristiques pourvu que leur résistance soit inférieure à 50Ω (utilisation du fluxmètre dans les conditions d'amortissement optimales).

- L'appareil est shunté (résistance shunt $R' = 20 \Omega$) il suffit d'appliquer un coefficient multiplicateur dépendant du shunt et de la bobine.

La résistance aux bornes du fluxmètre shunte non pas le fluxmètre, mais la bobine exploratrice. La sensibilité de l'appareil est donc indépendante de sa propre résistance interne.

Si R est la résistance de la bobine exploratrice, la constante k est multipliée par $\frac{R + R'}{R'}$ (dans le cas où $R = 25 \Omega$

la sensibilité du fluxmètre shunté est divisée par 2,25 - constante $k = 4,5.10^{-4}$ Wb).

Mesure d'une quantité d'électricité (utilisation en coulombmètre) :

L'appareil mesure la quantité d'électricité Q qui traverse une résistance connue aux bornes de laquelle il est branché pendant le temps t sous réserve que le courant soit nul au commencement et à la fin de la mesure. (fig. 4).

La déviation α du fluxmètre est $\alpha = Q \frac{R'}{k}$

avec $k = 2.10^{-4}$ Wb et $R' = 20 \Omega$

$$Q = 2.10^{-4} \frac{\alpha}{R'}$$

$Q = 10 \alpha \cdot 10^{-8}$ coulomb
(déviation totale pour $1,5.10^{-3}$ coulomb)

Mesure de la capacité d'un condensateur :

La mesure d'une capacité est une application immédiate de la mesure d'une quantité d'électricité. Un condensateur de capacité C , chargé sous une tension E , est déchargé dans la résistance R' aux bornes de laquelle est branché le fluxmètre.

La déviation α du fluxmètre est :

$$\alpha = Q \frac{R'}{k} = CE \frac{R'}{k}$$

avec $k = 10^{-4}$ Wb, $R' = 20 \Omega$, et E en volts :

$$C = 200 \frac{\alpha}{ER'} \mu F.$$

$$C = 10 \frac{\alpha}{E} \mu F.$$

Autres applications :

Les applications du fluxmètre sont nombreuses et découlent directement des formules générales énoncées ci-dessus :

A titre indicatif, il convient de citer :

- mesure d'un temps ;
- mesure d'une faible différence de potentiel ;
- étude des caractéristiques des aimants ;
- essais magnétiques ;
- utilisation comme appareil détecteur dans un pont de Wheatstone.

D'une manière générale, le fluxmètre peut être utilisé pour remplacer le galvanomètre balistique dans de nombreux montages de mesure. Il est d'un maniement beaucoup plus commode que celui-ci.

COMPAGNIE DES COMPTEURS

société anonyme
au capital de 110.600.000 F
R.C. seine 54 b 6212

12, place des états-unis
92, montrouge
téléphone 253.13.49 et 58.70
télex 27676

les caractéristiques, cotes et schémas
n'engagent la compagnie des compteurs.
qu'après confirmation