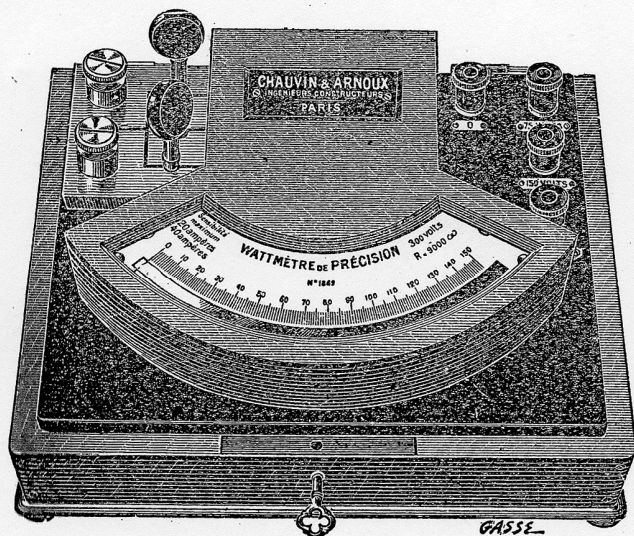


WATTMÈTRES DE PRÉCISION

Portatifs et à Lecture directe pour Courants continus et alternatifs

DESCRIPTION

Ce nouveau wattmètre présente les avantages suivants : ses déviations sont proportionnelles à la puissance, l'amortissement est sensiblement critique, il dépense peu d'énergie et ses indications sont pratiquement indépendantes de la fréquence, de la forme des courbes et de la température. Enfin, dans sa construction, les pièces métalliques ayant été réduites au strict minimum, il n'y a pas d'action sensible due aux courants de Foucault.



Le principe de ce wattmètre est celui des électro-dynamomètres. Une bobine à fil fin traversée par un courant dit courant de tension, oscille à l'intérieur des bobines fixes traversées par le courant d'intensité.

Afin d'obtenir des déviations proportionnelles, la bobine à fil fin se compose de deux cadres dont les faces supérieures ont la forme de demi-cercles.

Les bobines fixes sont placées de part et d'autre de l'axe.

La bobine mobile a une self induction très faible. Il en est de même pour l'induction mutuelle entre les bobines fixes et mobiles.

Les bobines de circuit, formées par du fil à coefficient de température nul enroulé sur des lamelles de mica très minces, ont une self induction et une capacité négligeables. L'ensemble de ces lamelles de mica est placé dans une chambre bien aérée isolée de la partie mobile.

L'amortissement est obtenu par un volet de mica placé sous l'index et se déplaçant dans une chambre ménagée sous le cadran. Il est à dessein réglé de façon à ne pas atteindre la période critique, ce qui permet de s'assurer que l'arrêt de l'aiguille n'est pas dû à un frottement anormal.

Afin d'éviter les erreurs de parallaxe, l'extrémité de l'index est aplatie et se déplace au-dessus d'un miroir et du cadran dont les lectures se font sans correction.

L'appareil est gainé dans une boîte dont le couvercle est amovible. Sur le dessus du carter une plaque gravée recouvre la crapaudine en forme de tête de vis commandant le spiral supérieur, ce qui permet de ramener l'aiguille à zéro, en cas de perte accidentelle de celui-ci par suite de surcharge violente.

Nos wattmètres sont établis avec deux sensibilités d'intensité par couplage différent des bobines fixes et jusqu'à trois sensibilités de tension. On peut obtenir une série de sensibilités supplémentaires de tension par l'adjonction de résistances additionnelles. Ces résistances peuvent être divisées en trois parties, de façon à servir sur distribution triphasée à ponts équilibrés ou sur courants continus et alternatifs simple de tension égale, double ou triple.

On peut aussi, dans le cas de courants alternatifs, obtenir une sensibilité quelconque par l'emploi de transformateurs de tension ou d'intensité à une ou plusieurs sensibilités.

DISPOSITION DE L'INSTRUMENT

Le wattmètre doit être placé sur une table, de préférence bien horizontale. Il y a lieu d'éviter le voisinage immédiat des pièces et des champs magnétiques résultant d'aimants ou de courants intenses.

Les conducteurs d'intensité doivent être câblés ensemble, ou tout au moins placés côte à côte sur leur parcours.

Dans les wattmètres à deux couplages d'intensité, la mise en parallèle s'obtient en reliant les deux petits plots médians aux deux plots extrêmes.

Pour la mise en série, on relie les deux plots médians entre eux.

Dans les appareils à plusieurs sensibilités, il faut toujours commencer par le couplage en parallèle lorsqu'on ignore le courant à mesurer.

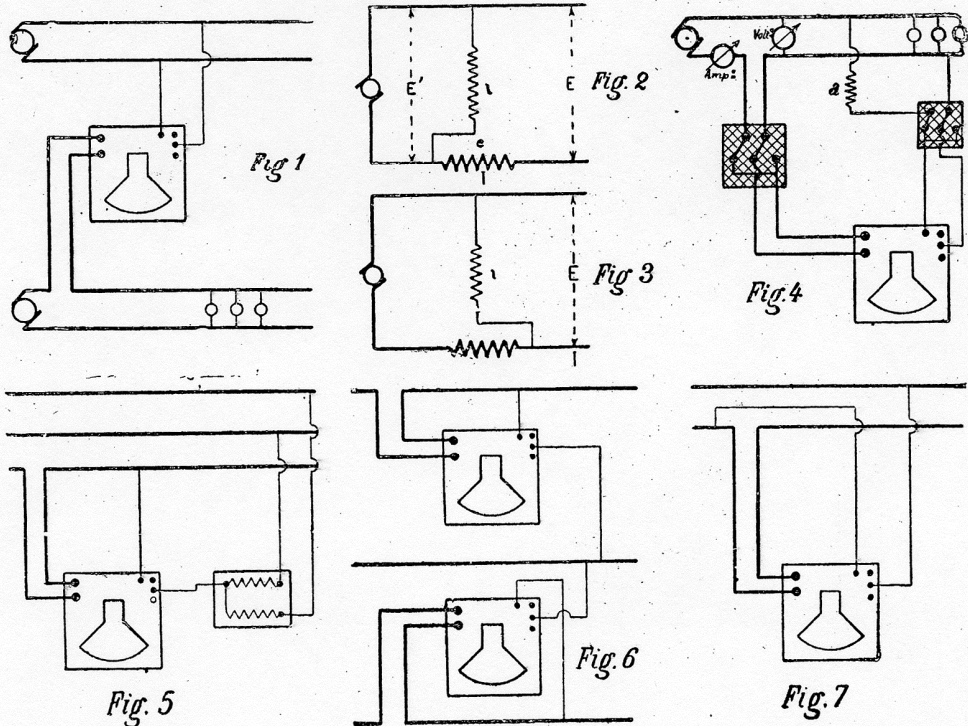
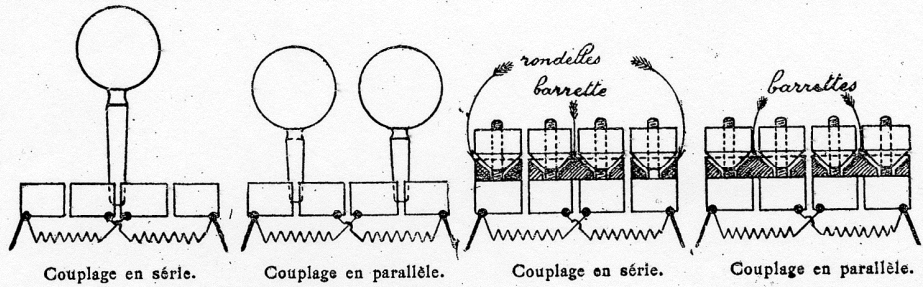
Pour passer d'une sensibilité à l'autre dans les appareils avec fiches de contact, il faut commencer par mettre tous les plots en court-circuit et enlever ensuite les fiches qui ne sont pas nécessaires.

Dans les wattmètres pour fortes intensités où les connexions sont faites par plaquettes et écrous, il faut couper le courant.

Il est essentiellement recommandé de ne jamais se servir de fiches pour couper le courant, la tension élevée produite entre les deux cadres pouvant amener une rupture d'isolement.

MODELE A FICHES

MODELE A BARRETTES



MODE D'EMPLOI

Montage lorsque les courants d'intensité et de tension sont fournis par des sources indépendantes. — On fait le montage ci-dessus, fig. 1.

Dans le cas du courant continu, et en général lorsqu'on veut éliminer l'action des champs voisins, on fait deux lectures, en changeant au moyen d'inverseurs, le sens du courant dans les deux circuits à la fois. On prend alors la moyenne.

Le cadre portant 150 divisions, si l'on emploie la sensibilité de la tension E, la sensibilité d'intensité I, la déviation totale de 150 divisions correspond à la puissance E I.

Pour une déviation D , la puissance P est donnée par la formule $\frac{P}{D} = \frac{EI}{150}$ d'où $P = \frac{EI}{150} D$ watts, $E I$ étant toujours un multiple ou sous-multiple simple de 150, si l'on pose $\frac{EI}{150} = K$, on a $P = KD$ watts, K est indiqué sur la notice jointe pour chaque valeur de E et de I .

Montage général pour la mesure de la puissance traversant deux conducteurs. — Remarque : 1° On sait qu'un wattmètre indique, en outre de la puissance qu'il doit mesurer, la consommation de son circuit à gros fil ou de son circuit à fil fin.

Dans le cas de la figure 2, le wattmètre indique : $P = KIE' - K[EI + (E' - E) I] = K(W + eI)$, c'est-à-dire la puissance W et, en outre, la puissance consommée dans le circuit d'intensité.

$$\text{L'erreur relative est : } \frac{e \cdot I}{E I} = \frac{e}{E}$$

Dans le cas de la fig. 3, le wattmètre indique : $P = K E (I + i) = K (EI + Ei) = K (W + Ei)$, c'est-à-dire la puissance W et, en outre, la puissance consommée dans le circuit de tension.

$$\text{L'erreur relative est : } \frac{E i}{E I} = \frac{i}{I}$$

La deuxième méthode permet de calculer l'erreur ; i est en effet égal à 0,03 amp. environ pour le voltage maximum indiqué sur la borne employée. L'erreur $E i$ peut donc se calculer. L'erreur relative pour un wattmètre de 30 ampères serait : $\frac{i}{I} = \frac{0,03}{30}$, c'est-à-dire 0,10%. On voit donc qu'au-dessus de 30 ampères, cette erreur peut être négligée en employant le montage de la figure 3.

En dessous de cette intensité, on peut faire soit ce même montage et calculer l'erreur, soit le premier montage qui donne moins d'erreur pour les basses intensités. L'erreur, dans ce cas, est difficile à calculer étant donné l'influence des connexions.

2° Il est parfois nécessaire de connaître la puissance avant le wattmètre.

On monte alors le wattmètre suivant le schéma de la figure 7, et on ajoute à la puissance calculée (sans opérer de corrections), la puissance absorbée dans le circuit de tension qui est : $p = \frac{E^2}{R}$

R étant la résistance de tension employée.

Courant continu. — Du fait de l'action du champ terrestre, il est nécessaire de faire deux mesures en inversant le courant simultanément dans les deux enroulements ; il faut donc, à cet effet, prévoir des inverseurs (fig. 4).

Si il est nécessaire d'introduire une résistance additionnelle, on la place entre le commutateur et le câble ne traversant pas l'appareil, c'est-à-dire en (a).

Si l'appareil dévie en sens inverse de l'échelle, il suffit d'inverser les connexions d'un seul des circuits.

La puissance se calcule exactement comme le cas précédent.

Courant alternatif. — On peut faire le montage (fig. 4) lorsqu'il y a lieu de craindre des champs voisins, mais, en cas contraire, on peut supprimer les inverseurs et ne faire qu'une seule mesure.

La puissance se calcule comme dans le premier cas, mais comme le wattmètre possède une légère self-induction, il est nécessaire, pour des mesures très exactes, d'introduire une légère correction.

Si P est la puissance calculée, comme il a été indiqué précédemment, φ le décalage du réseau, δ le décalage de la bobine de tension, la puissance exacte W peut être donnée d'une façon suffisamment exacte par la formule $W = P \frac{I}{I + I g \delta I g \varphi}$.

$$W = P \frac{I}{I + I g \delta I g \varphi}$$

Le tableau suivant indique la valeur de $I g \delta$ pour les différentes bornes de tension et les fréquences usuelles.

FRÉQUENCE EN PÉRIODES par seconde	BORNE DE VOLTAGE EMPLOYÉE				
	75	150	300	450	600
20	0,0005	0,00025	0,000125	0,000084	0,000065
30	0,00075	0,000375	0,000188	0,000125	0,000094
40	0,001	0,0005	0,00025	0,00017	0,00012
50	0,00125	0,00063	0,00031	0,00021	0,00016
60	0,0015	0,00075	0,00038	0,00025	0,00019

Mesure de la puissance de courants diphasés. — 1° Circuits équilibrés. — Il suffit de mesurer la puissance sur un des ponts et multiplier cette puissance par 2.

2° Courants déséquilibrés. — Faire simultanément une mesure sur chacun des deux ponts avec deux wattmètres et additionner les puissances partielles. Si cette puissance ne varie pas, on peut faire les deux mesures successivement avec un même wattmètre.

Mesure de la puissance de courants triphasés. — 1° Circuits équilibrés :

(a) Montage à 4 fils : Brancher le circuit d'intensité sur un des fils extrêmes et le circuit de tension entre ce même fil et le fil neutre. Il suffit de multiplier la puissance obtenue par 3.

(b) Montage à 3 fils : Intercaler le circuit d'intensité sur l'un des fils. Créer un point neutre arti-

ficiel en se servant des résistances du wattmètre d'une part et, d'autre part, de deux résistances additionnelles égales placées dans une boîte séparée (fig. 5). Multiplier la puissance obtenue par 3.

2° **Circuits déséquilibrés.** — (a) *Montage à 3 fils* : Il suffit d'avoir deux wattmètres montés comme l'indique la figure 6. Lire les deux appareils simultanément et additionner les résultats. Si la puissance est constante, on peut effectuer les deux mesures successivement avec un même appareil.

(b) *Montage à 4 fils* : Il est nécessaire de faire 3 mesures avec 3 wattmètres. Les circuits d'intensité sont montés chacun sur un des fils extrêmes, le circuit de tension de chaque wattmètre, entre le fil qui lui correspond et le fil neutre. Additionner les 3 résultats. Si la puissance est constante, on peut faire trois mesures successives avec un même appareil.

Emploi de résistances additionnelles. — Lorsque la tension dépasse 300 volts, il est nécessaire d'avoir des résistances additionnelles en dehors de l'appareil. Celles-ci permettent d'obtenir toutes les sensibilités de voltage désirées.

Elles peuvent être établies de façon à servir à la mesure des courants triphasés à ponts équilibrés en même temps qu'à la mesure en courant continu ou alternatif simple, de tension, égale, double ou triple.

Mettre toujours les résistances additionnelles sur le fil non commun avec le circuit d'intensité.

Emploi des transformateurs. — Les wattmètres peuvent être employés avec transformateurs pour les tensions ou intensités alternatives élevées.

Les transformateurs de tension peuvent être établis à une ou quatre sensibilités, la tension secondaire étant de 150 volts.

Les transformateurs d'intensité peuvent être à une ou plusieurs sensibilités jusqu'à 6, avec intensité secondaire de 5 ou 10 ampères. Ces transformateurs ne présentent pas de fuites au secondaire, ce qui leur permet d'être proportionnels et exacts même sur de forts décalages.

Pour le transformateur de tension, le wattmètre doit avoir une sensibilité de 150 volts, et pour le transformateur d'intensité les sensibilités 5 et 10 ampères.

Wattmètre double. — Dans le cas de la mesure de puissances sur courants diphasés ou triphasés à ponts inégalement chargés et à variations de charge rapides, la lecture des deux wattmètres est parfois peu aisée.

Nous établissons jusqu'à 100 ampères directement et au-dessus avec transformateurs, nos différents modèles de wattmètres en type double, assurant par une seule lecture la mesure de la puissance à chaque instant. (Prix sur demande.)

Commutateurs spéciaux. — Pour la mesure de puissance sur courants diphasés ou triphasés 3 fils à phases inégalement chargées à l'aide d'un seul wattmètre, nous fournissons un commutateur avec dispositif de court-circuit permettant d'effectuer rapidement les deux lectures nécessaires, à la mesure sans rupture d'aucun circuit. (Prix suivant intensité.)

PRIX WATTMÈTRES

Intensité maxima	Couplage en série.....	0,5 { A	1 { A	2,5 { A	5 { A	12,5 { A	25 { A	50 { A	100 { A	200 { A
	Couplage en parallèle ..	1 { A	2 { A	5 { A	10 { A	25 { A	50 { A	100 { A	200 { A	400 { A
PRIX du wattmètre seul		255 f.	255 f.	255 f.	255 f.	255 f.	270 f.	285 f.	300 f.	335 f.

BOBINES DE CIRCUIT

Tensions maxima continu ou monophasé	30 V	60 V	75 V	150 V	300 V	600 V	750 V	1500 V	3000 V	4500 V	6000 V
PRIX	15 f.	20 f.	25 f.	30 f.	40 f.	60 f.	70 f.	85 f.	125 f.	210 f.	275 f.

Tensions maxima triphasé équilibré..	30 V	60 V	75 V	150 V	300 V	600 V	750 V	1500 V
Tensions correspondantes pour emploi en continu ou monophasé.....	30 V 60 V 90 V	60 V 120 V 180 V	75 V 150 V 225 V	150 V 300 V 450 V	300 V 600 V 900 V	600 V 1200 V 1800 V	750 V 1500 V 2250 V	1500 V 3000 V 4500 V
PRIX	55 f.	55 f.	55 f.	60 f.	80 f.	120 f.	140 f.	230 f.

Pour établir le prix d'un wattmètre, ajouter au prix brut du wattmètre seul le prix de la bobine de tension la plus élevée et pour chacune des sensibilités inférieures supplémentaires désirées, majorer de 15 francs pour continu et monophasé, et de 30 francs pour triphasé.

WATTMÈTRES EXTRA-SENSIBLES

Nous établissons des wattmètres de précision à suspension élastique extra sensibles dont les constantes sont les suivantes :

Cadre mobile $R = 200$ ohms environ;

Enroulement fixe $R = 0,2$ ohm environ, supportant 2 ampères;

Déviations totale obtenue pour 0,15 watt avec le cadre seul;

Déviations totale obtenue pour 7,5 watts avec bobine de circuit 150V.

Dans ce dernier cas et à $50 \sim \lg \varphi = 30$ secondes et la déviations totale est obtenue pour $\cos \varphi = 0,025$ pour $150V \times 2A$.

PRIX