

**GALVANOMETRES DE TABLE A INDEX
LUMINEUX**

Références G 321 _ G 323 _ G 325

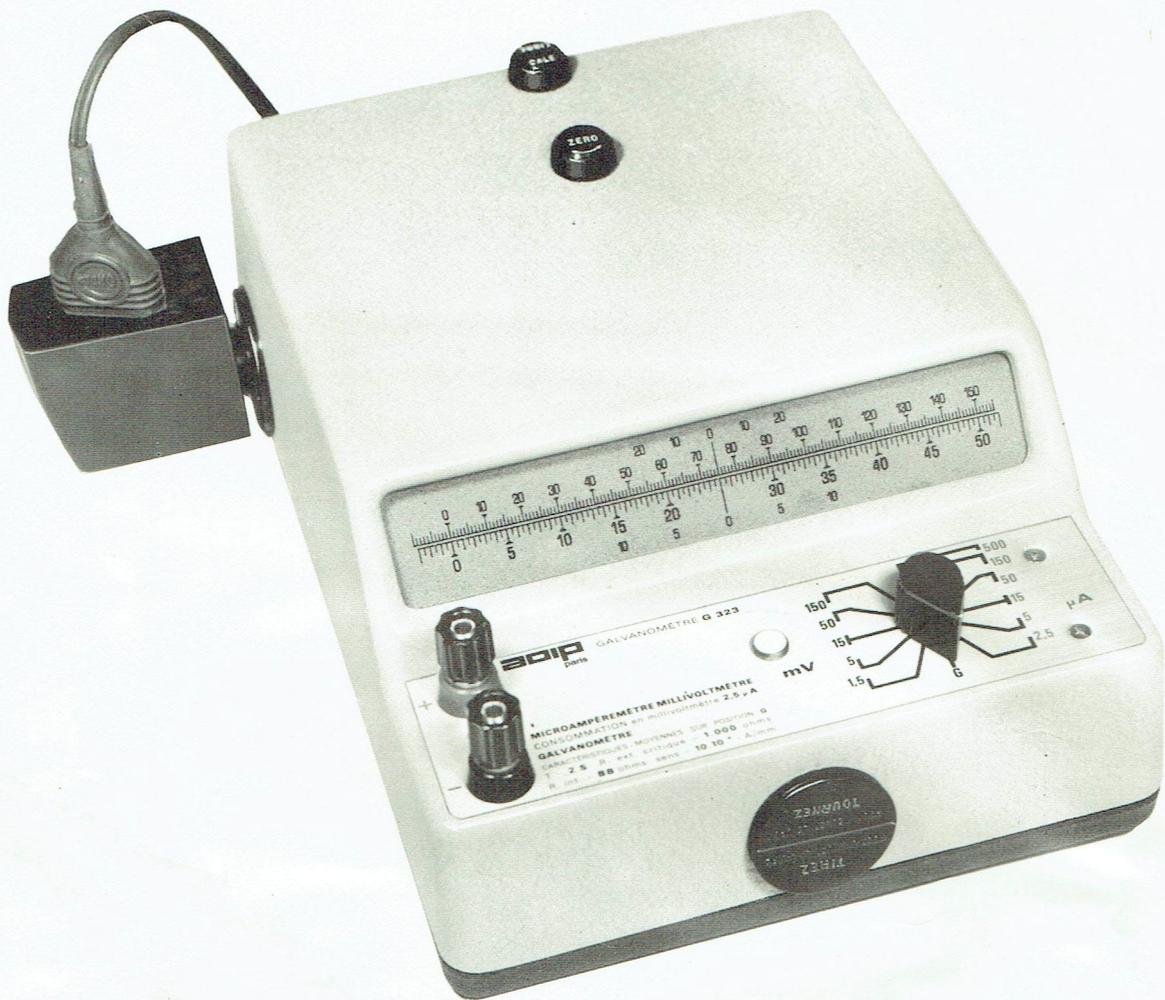
NOTICE D'UTILISATION

ADIP

mesures

23 à 27, Place Jeanne d'Arc - 75 PARIS 13^e - Téléphone: (1) 707-59-79

B. P. n° 301 Paris 13^e



Galvanomètre de table G 323

TABLE DES MATIERES

	Pages
UTILISATION	2
DESCRIPTION	2
MISE EN STATION	3
TABLEAU DES CARACTERISTIQUES	5
CONDITIONS D'ADAPTATION D'UN GALVANOMETRE	6
- Conditions d'amortissement	6
- Mesure d'un courant	6
- Mesure d'une tension	7
- Condition théorique d'adaptation optimale	7
- Galvanomètres intermédiaires	8

- GALVANOMETRES DE TABLE - PORTATIFS - A INDEX LUMINEUX -
- Réf. : G 321 - 323 - 325 -

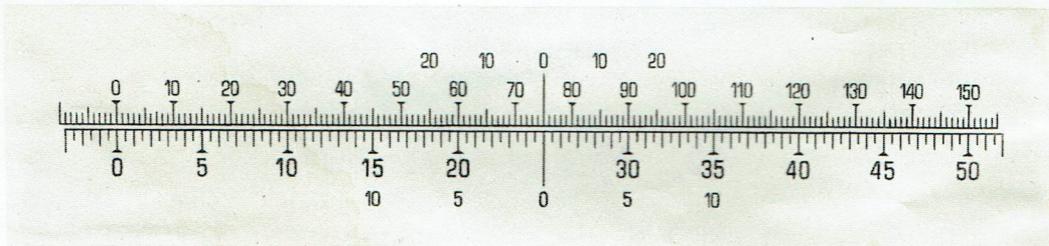
CES GALVANOMETRES SE CARACTERISENT PAR LEUR PRECISION (CLASSE 1), LEUR SENSIBILITE ($1 \mu\text{V}/\text{mm}$ POUR LE MODELE G 321, $1 \text{ nA}/\text{mm}$ POUR LE MODELE G 325) ET LA POSSIBILITE GRACE A 3 SPOTS D'OBTENIR UNE DEVIATION CORRESPONDANT A UNE ECHELLE DE 450 mm SUR UNE ECHELLE NORMALE DE 150 mm.

UTILISATION

- Millivoltmètres, microampèremètres multicalibres,
- Galvanomètre de zéro (Ponts - Potentiomètres),
- Mesure de températures (thermocouples),
- Mesure d'éclairement - (cellules photoélectriques),
- Mesure d'isolement,
- Mesure de tension et d'intensité efficace en basses et hautes fréquences à l'aide de thermocouples sous vide, etc ...
- Mesure de rayonnement (thermopiles),
- Possibilité d'enregistrement avec le suiveur de spot SG.

DESCRIPTION

- Dimensions hors tout 203 x 273 x 120 mm,
- Boîtier moulé résistant au choc,
- Equipage mobile tendu entre deux rubans et équilibré statiquement : l'appareil peut fonctionner sur un plan légèrement incliné,
- Règle de lecture à 3 échelles chiffrées :
 - 0 - 150 (150 divisions)
 - 0 - 50 (100 divisions)
 - 20 0 +20 (pour utilisation en appareil de zéro)
- Recouvrement des calibres au tiers de la graduation totale,



- Un transformateur extérieur (50 Hz), embrochable sur le galvanomètre, permet d'alimenter la lampe (6,3 V - 0,35 A) éclairant le spot, à partir du secteur 220 ou 127 V.
- La position extérieure, au lieu d'intérieure, de ce transformateur permet d'éviter les phénomènes d'induction et d'échauffement pouvant provoquer une dérive du spot lumineux. Un prolongateur de 2 m est fourni avec chaque galvanomètre pour le raccordement du transformateur au secteur.

- Possibilité d'alimenter l'ampoule par une source extérieure en éliminant le transformateur et en utilisant un cordon terminé par une prise pour 3 broches de marque "Russeberger". Ce cordon n'est pas fourni avec l'appareil.
- Réglage de la position du spot par un bouton placé sur la partie supérieure de l'appareil, et marqué "zéro".
- Calage de l'équipage par un bouton placé sur la partie supérieure arrière de l'appareil et marqué "calé - libre".
Le dispositif de calage détend les deux suspensions et immobilise le cadre.
- La platine de l'appareil comporte :
 - une étiquette indiquant les principales caractéristiques du galvanomètre,
 - deux bornes mesure, marquées "+ et -", à gauche de la platine,
 - un bouton situé à droite de la platine servant à commuter les différents calibres en mV et μ A,
 - un voyant lumineux au centre indique que l'ampoule de l'appareil est bien sous tension.

Le support de l'ampoule situé sur la face avant peut être tourné de façon à obtenir le meilleur éclairage du spot par centrage du filament de l'ampoule.

- Système optique :

La source lumineuse est constituée par le filament de la lampe, un condensateur et un diaphragme portant un réticule. Les rayons lumineux qui en sont issus sont réfléchis par le miroir solidaire de l'équipage.

Ce miroir orienté à 45° par rapport à la direction des rayons incidents, renvoie le faisceau réfléchi sur un miroir fixe concave qui le renvoie sur le miroir mobile. De là, le faisceau lumineux est projeté par l'intermédiaire de deux renvois optiques (miroirs plans) sur la face dépolie et divisée de l'échelle de lecture. Le trajet parcouru par le faisceau lumineux de la source à l'échelle de lecture est de 66 cm.

Pour obtenir sur chaque calibre une déviation correspondant à une échelle de 450 mm, deux miroirs fixes colorés (vert et rouge) ont été disposés de chaque côté du miroir fixe blanc.

Dès que le spot blanc arrive sur la position 150 de l'échelle, le miroir rouge est éclairé et son spot apparaît à la division 0.

De même si le spot blanc est au 0 de l'échelle, le miroir vert est éclairé et son spot apparaît sur la division 150.

Comme il est possible à l'origine d'amener le spot vert au 0 de l'échelle en agissant sur le bouton marqué "zéro", on dispose de 450 mm d'échelle en faisant défiler successivement les spots vert, blanc et rouge.

La précision exprimée en % de l'échelle totale utilisée, est indépendante du multiple de 150 mm choisi, mais si l'on n'opère que sur une déviation limitée à 150 mm, la meilleure précision est obtenue avec le spot blanc, dans ce cas, s'il y a dépassement d'échelle, on sait immédiatement si le spot est sorti à gauche (le spot vert apparaît), ou à droite (le spot rouge apparaît) de l'échelle.

Remarque : Sur tous les modèles, le rapport de la charge de rupture de la suspension au poids de l'équipage est très élevé, mais sur le modèle G 323, ce coefficient est augmenté, ce qui lui confère une solidité accrue.

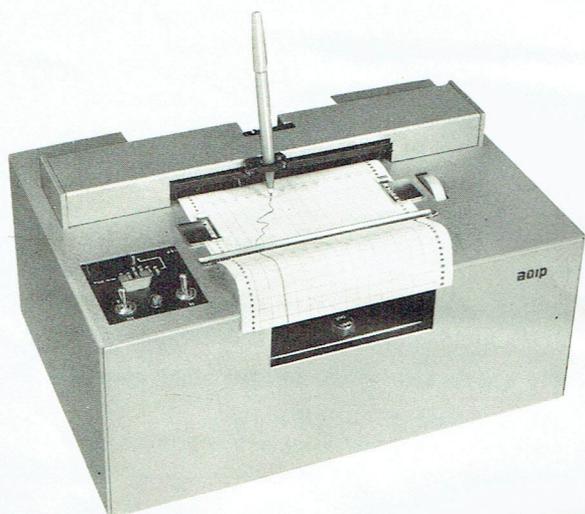
MISE EN STATION

- Adapter le transformateur dans l'orifice prévu à cet effet (côté gauche et à l'arrière).
- Suivant la tension du secteur, brancher une prise du prolongateur sur la position marquée 127 ou 220 V sur le transformateur.

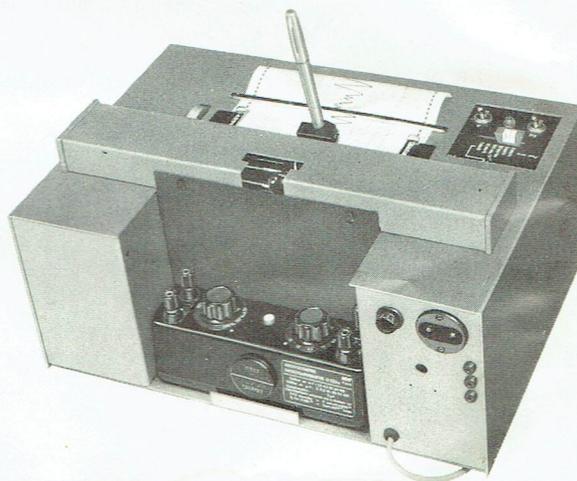
- La deuxième prise du prolongateur est à brancher sur le secteur.
- Le voyant lumineux placé au milieu de la platine de l'appareil s'allume.
- Débloquent l'équipage en agissant sur le bouton "calage" - Le spot blanc apparaît sur l'échelle dépolie, sinon le rechercher en tournant le bouton marqué "zéro". Eclairer convenablement le spot en tournant le support de lampe placé sur la face avant de l'appareil.
- Régler la position origine du spot en tournant le bouton marqué 0.
- Placer le commutateur de calibres sur la position la plus élevée en mV ou μA dans le cas où la tension ou l'intensité à mesurer est mal déterminée.
- Effectuer la mesure en connectant les prises rouge et noire à la source à mesurer.
- Choisir le calibre approprié à la mesure en agissant sur le bouton du commutateur.

Pour obtenir 450 mm d'échelle, tourner le bouton marqué 0, dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à l'apparition du spot vert que l'on amènera sur le 0 de l'échelle.

Remarque : En cas d'utilisation des appareils avec le suiveur de spot SG pour enregistrement, utiliser le spot blanc.



- Vue de face -



- Vue arrière -

Suiveur de spot pour enregistrement adapté aux galvanomètres Réf. G 321 - 323 - 325

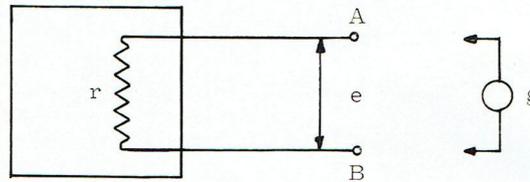
- TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DES GALVANOMETRES DE TABLE G321 - G 323 - G 325 -

Caractéristiques sur position G		Calibres pour une déviation de 150 mm					
Réf.	Sensibilité p. mm 10-9 A 10-6 V *	Période en s.	Résistance en Ω int.	ext. crit.	en mV	en μA	Observations
G 321	25	1,1	15	30	0,15 - 0,5 - 1,5 - 5 - 15 - 50 Consommation 10 μA 100 Ω/mV	15 - 50 - 150 - 500 - 1500	Appareil sensible à la tension : utilisable sur circuits à faible résistance, sur thermocouples, thermopiles etc...
G 323	10	8,4	88	750	1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 Consommation : 2,5 μA 400 Ω/mV	2,5 - 5 - 15 - 50 - 150 - 500	Appareil de sensi- bilité moyenne. Utili- sable sur ponts et potentiomètres à décades, cellules à Couche d'arrêt etc..
G 325	1	26	1 250	25 000	1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 Consommation : 0,2 μA 5 000 Ω/mV	0,25 - 0,5 - 1,5 - 5 - 15 - 50	Appareil sensible au courant. Utilisa- ble dans les circuits de résistance élevée, mesure d'isolement, mesure d'éclairement très faible etc...

* Sensibilité donnée à l'amortissement critique -

CONDITIONS D'ADAPTATION D'UN GALVANOMETRE

Un galvanomètre n'est jamais utilisé seul, il fait obligatoirement partie d'un circuit électrique. Quel que soit le circuit utilisé, tout se passe comme si le circuit était équivalent à un générateur de force électromotrice (e) et de résistance interne (r).



Si on ferme le circuit considéré sur un galvanomètre de résistance interne (g), il passe dans ce dernier un courant :

$$i = \frac{e}{r + g}$$

Or un galvanomètre est caractérisé par trois paramètres essentiels :

- la sensibilité en courant $\sigma = \frac{\alpha}{i}$ (mesurée en radian par A) ou pratiquement en Ampère par division.
- la période propre T - (période du galvanomètre à vide)
- la résistance d'amortissement critique - Rc (résistance totale = résistance interne + résistance du circuit, pour laquelle le régime d'oscillation est aperiodique).

- Condition d'amortissement

Théoriquement, pour éviter les oscillations du cadre du galvanomètre, on se place au régime d'amortissement critique, c'est-à-dire que la résistance du circuit doit être telle que $r + g = R_c$.

Pratiquement, on préfère se placer au régime optimum qui est un régime oscillatoire très amorti; la condition à laquelle obéit alors la résistance du circuit est :

$$r + g = R_c \sqrt{2}$$

R_c : résistance critique -

Sil'on accepte un régime légèrement oscillatoire lorsque la période du galvanomètre est assez courte, la condition d'amortissement peut s'élargir. On peut pratiquement considérer que le fonctionnement du galvanomètre est acceptable pour une résistance de circuit comprise entre $R_c - g$, et $4 R_c - g$

$$R_c \leq r + g \leq 4 R_c$$

- Mesure d'un courant (type G 325)

Il s'agit évidemment de mesurer ou de détecter des courants faibles - (mesure de résistance d'isolement, de faible éclaircissement avec des cellules photoélectriques) dans des circuits dont la résistance interne est élevée.

$$\sigma_i = \frac{\alpha}{i} = \frac{\Phi}{C} \quad R_c = \frac{\Phi^2}{2\sqrt{KC}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{C}}$$

$$\text{d'où } \frac{T}{\pi} R_c = \sigma_i \Phi = \sigma_i^2 C$$

Φ = Flux dans le cadre mobile,

C = Constante de torsion du ruban de suspension,

K = Moment d'inertie du cadre,

T = Période propre.

Si l'on veut que σ soit grand, il faut que Φ soit grand et C petit.

Corrélativement, R_c sera grand.

Les deux conditions sont compatibles. Au cas où la résistance du circuit serait très supérieure à la résistance critique, on serait amené à shunter le galvanomètre par une résistance voisine de la résistance critique, ce qui ne modifie pas ou très peu la sensibilité du galvanomètre, puisque :

$$R_c = 10 \text{ à } 20 \text{ fois "g"}$$

- Mesure d'une tension (type G 321)

Il s'agit de détecter une tension faible - (aux bornes d'un pont de Wheatstone ou d'un potentiomètre, f. e. m. de thermocouple).

La sensibilité en volt d'un galvanomètre est définie à l'amortissement critique.

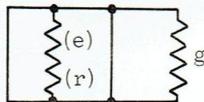
$$e = R_c i_g \quad \sigma_v = \frac{\alpha}{v} = \frac{\alpha}{R_c i} = \frac{1}{R_c} \sigma_i \quad \text{d'où} \quad \sigma_v = \frac{T}{\pi \Phi} = \sqrt{\frac{T}{\pi C R_c}}$$

Il faut si l'on veut que σ_v soit grand que Φ soit petit et T grand, donc R_c petit.

Pratiquement, on évite de dépasser des valeurs de T supérieures à 5 secondes de manière à ne pas allonger le temps de mesure. Corrélativement, la résistance critique du galvanomètre est faible.

Dans le cas où l'on veut détecter une tension faible, avec une grande sensibilité, on choisira le circuit extérieur qui a une faible résistance interne, compatible avec les possibilités du galvanomètre.

- Condition théorique d'adaptation optimale



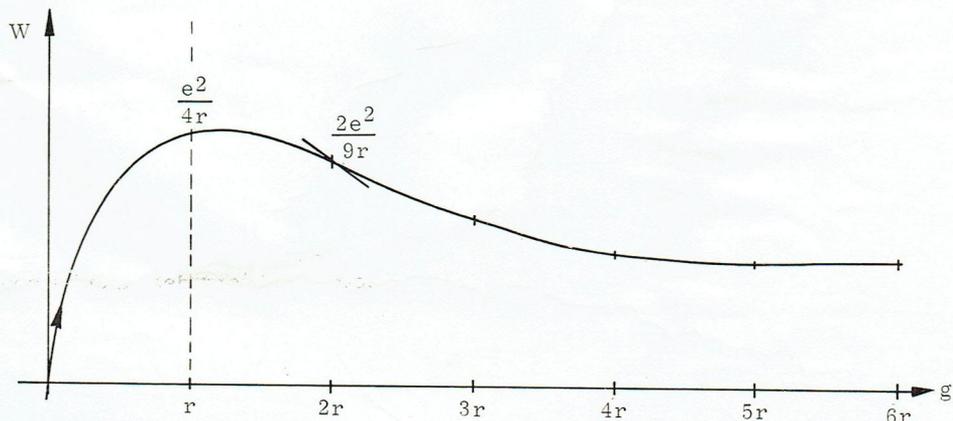
En reprenant le circuit initial et en exprimant la puissance dissipée dans le cadre du galvanomètre -

$$W = gi^2 = \frac{ge^2}{(r + g)^2} \quad W \geq 0$$

On sait que la puissance dissipée est maximale si $g = r$

$$\text{Avec } W \text{ max.} = \frac{e^2}{4g} = \frac{e^2}{4r}$$

Si l'on trace la courbe $W = f(g)$:



La courbe présente un maximum très aplati.

On voit donc que la condition d'adaptation idéale est que la résistance du galvanomètre soit égale à la résistance interne du circuit.

$$r = g = \frac{R_c}{2} \quad r + g = R_c$$

Cette règle n'est pas réalisable, en effet la résistance critique est en général supérieure à la résistance du galvanomètre de 10 à 20 fois. Mais il est aisé de voir que pour $g = \frac{r}{10}$ on recueille encore une puissance égale au $\frac{1}{3}$ de la puissance maximale, ce qui permet heureusement une adaptation assez large du galvanomètre.

De plus dans les circuits tels que les ponts de mesure ou les potentiomètres, la résistance (r) est variable avec les éléments mesurés, et si l'on appliquait cette règle, il faudrait construire un galvanomètre pour chaque résistance interne.

On préfère évidemment une solution de compromis.

- Galvanomètres intermédiaires (type G 323)

Cette solution consiste à utiliser des galvanomètres moyennement sensibles en ampères et en volts. De plus d'autres considérations d'ordre général permettent d'introduire ce type de galvanomètre.

En effet, dans des mesures électriques industrielles de précision, on cherche à s'affranchir de plusieurs phénomènes :

- les résistances résiduelles ou parasites,
- l'échauffement propre des résistances qui fausserait les valeurs,
- les forces électromotrices d'origine thermoélectriques.

Ces différentes considérations conduisent à utiliser des circuits relativement résistants de l'ordre de quelques milliers d'ohms, de telle sorte que les résistances parasites n'interviennent pas directement. De même les puissances dissipées sont faibles et les échauffements propres négligeables; de même on cherche à fonctionner avec une tension suffisamment élevée de manière à éliminer des thermocouples.

On s'arrange d'autre part pour que les valeurs maximales et minimales de la résistance interne de la source soient compatibles avec les conditions d'amortissement. D'autre part, on calcule la sensibilité maximale nécessaire.

Ces deux conditions déterminent un choix de galvanomètre dans le catalogue des constructeurs.

Dans certains cas particuliers, aux limites des caractéristiques du galvanomètre, il devient nécessaire de consulter le constructeur pour savoir s'il peut réaliser un galvanomètre spécialement adapté.