

# LEMOUZY.

MAISON FONDÉE EN  
1915

## APPAREILS ÉLECTRONIQUES DE MESURE À HAUTES PERFORMANCES

MULTIMESUREUR

Notice d'emploi

ERIC

1959

MULTIMESUREUR

Notice d'emploi

ERIC

**Ateliers LEMOUZY**

S. A. R. L. CAPITAL 1.000.000 DE FRF

63, Rue de Charenton, 63  
PARIS (XII<sup>e</sup>)

V/Cde 1730 Laboratoire  
enregistrée sous  
le : N° 015109

TÉL. : DIDEROT 07-74 ET 07-75  
R. C. SEINE 257.433 B

*Livraison du*

à Monsieur

LA RADIOTECHNIQUE LABORATOIRE  
124, avenue Ledru Rollin  
PARIS 12<sup>e</sup>

1 Multimesureur MT3 N° LVK 27

- 1 notice d'emploi
- 1 sonde
- 1 jack d'enregistrement

REMIS :

ÉMARGEMENT

EXPÉDIÉ :

La signature de ce Bon de livraison implique l'acceptation de nos conditions générales de vente.

INDICATIONS GENERALES d'EMPLOI

TENSION SECTEUR. - L'appareil est livré branché sur 125 Volts.  
- Le transformateur comporte des prises jusqu'à 240 Volts et un fusible à vis.

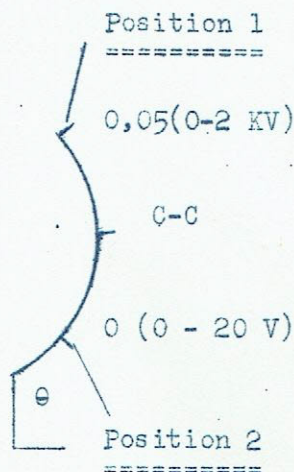
BOUCHON indispensable au fonctionnement ; à son emplacement, on peut brancher :

- Une sonde pour mesures en alternatif,
- Les boîtiers de mesure B.R. 2 - B.R. 3 - E.R. 5,
- Le galvanomètre alternatif 0 - 20 Volts (G.A. 20),
- Le Millivoltmètre 0 - 100 millivolts (mV. 100).

FRAGILITE. - Aucune fausse manoeuvre ne peut détériorer l'appareil dans des conditions normales d'emploi.

ORGANES de MANOEUVRE

CONTACTEUR d'ENTREE à 3 POSITIONS



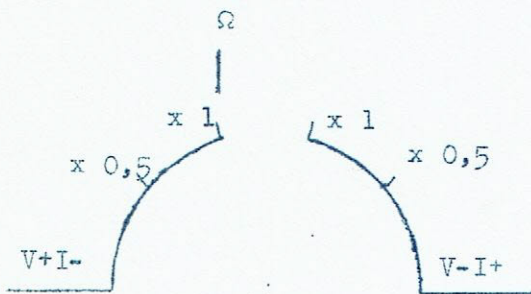
- $\theta$  est la constante de temps de mesure suivant la valeur de la capacité, mise en service, à l'entrée de l'appareil dans le cas d'un circuit extérieur de résistance interne faible. On verra (page 7) le cas où la résistance du circuit est élevée.
- POSITION "C-C" - A cette position, la grille d'entrée G 1 est reliée à la cathode K 1 pour permettre le réglage du zéro et tient lieu en dehors des mesures de position attente.
- POSITION SUPERIEURE " 1 " : 0 - 2.000 V - Cette position est utilisée en fonction "V" pour mettre en circuit une capacité de 150.000 pF. qui sert de diviseur de tension des calibres : 100 - 500 - 2.000 Volts et permet de conserver la "mémoire" des déviations sur tous les calibres Volts.

N.B. - Entre 0 et 20 Volts (position supérieure) cette capacité introduit une constante de temps de mesure :  $\theta = 0,05$  qui permet de filtrer un phénomène alternatif parasite. Cette constante de temps peut devenir trois fois plus grande en intercalant en série à l'entrée la résistance de 1 M $\Omega$  contenue dans la pointe de touche de la sonde, lorsque la pointe est dévissée.

- POSITION INFÉRIEURE " 2 " : 0 - 20 V. - En fonction "V" l'appareil fonctionne avec "grille en l'air" sur la capacité de la sonde (100 pF.). De ce fait, il est sensible aux champs électriques. - A cette position, il ne peut pas mesurer de tensions supérieures à 20 Volts. - La position (0 - 20 V) est surtout utilisée dans les fonctions : R, I, C,  $\int dq$ .

N.B. - Ici  $\theta \cong 0$ . Il n'y a pas de filtre pour l'alternatif et la lecture est pratiquement instantanée.

- POUSSOIR "C-C" - Son emploi est indispensable pour décharger, grâce à deux contacts successifs, la capacité mémoire et les capacités des diviseurs de tension, des calibres : 100 - 500 - 2.000 Volts ; bien appuyer à fond, avant de changer de calibres sur ces trois valeurs.
- VOLETS d'AERATION - Fermés, ils hâtent la mise en température ; les ouvrir à demi, après 15 minutes.
  - Ils permettent, s'il y a lieu, d'éviter l'entrée des poussières qui pourraient diminuer l'isolement de l'appareil. - H I
- MULTIPLICATEUR - INVERSEUR



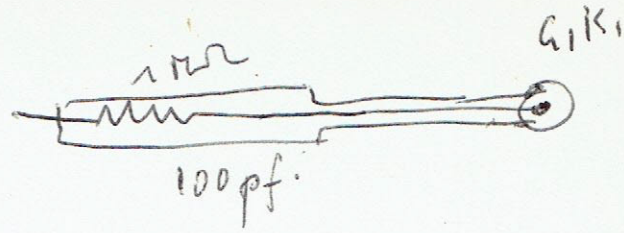
Le MULTIPLICATEUR commandé par le même contacteur, multiplie par 0,5 les 6 calibres Volts et seulement les deux premiers calibres micro-Ampères.  
- En fonction "  $\Omega$  " employer obligatoirement x 1 et V +.

L'INVERSEUR de POLARITE permet de mesurer les tensions et intensités positives ou négatives.

- CONTACTEUR à 3 POSITIONS "FONCTIONS" - Réalise les commutations pour opérer les fonctions V, I, R.
  - Pour toutes les autres fonctions et les mesures hors calibres, ce contacteur doit demeurer sur V<sub>=</sub>.
- LE JACK coupe le galvanomètre de l'appareil et permet de brancher :
  - Un enregistreur de 1.000  $\Omega$  par volt,
  - Un galvanomètre plus sensible,
  - Un galvanomètre pour les mesures en alternatif P.B.F. : 0 - 20 Volts,
  - Un oscilloscope, un relais, un amplificateur, etc...
- X- Il ne faut pas s'en servir lorsque l'on emploie les boîtiers B.R. 2 - B.R. 3 ou B.R. 5. - Se brancher alors sur la prise prévue sur les boîtiers.

N.B. - Lorsque le Jack n'est pas en service, ne pas brancher la fiche mâle de celui-ci, puisque son contact coupe le galvanomètre.

- BOUTON de TARAGE "  $\Omega$  " - Permet, en fonction "  $\Omega$  " de tarer en déviation totale.
- VIS SOUS le GALVANOMETRE - La vis jaune, I<sub>1</sub>, règle la compensation du courant-grille.
- LE REGLAGE  $\epsilon$  (sous la vis chromée) règle l'équilibre du tripôle ; il ne doit être touché que dans le cas de changement des lampes EF 86 ou lorsque l'emploi de l'un des boîtiers B.R.2, B.R. 3 ou B.R. 5 demande un réglage particulier.

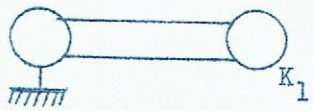
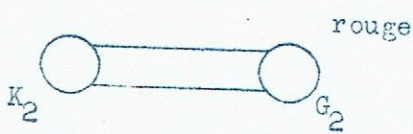


- **SONDE** - La sonde sert à opérer toutes les mesures courantes en fonctions E.R.I.
- Elle est branchée entre G 1 - K 1 du tripôle.
- Elle comporte dans la pointe une résistance de  $1\text{ M}\Omega \pm 5\%$  qui peut être mise en circuit en dévissant la molette. - Cette résistance, qui pourrait être supérieure à  $1\text{ M}\Omega$ , évite que la capacité de la sonde ne fasse "décrocher une grille oscillatrice" par exemple.
- La combinaison de cette résistance et de la capacité mémoire constitue un filtre qui s'oppose à la superposition parasite d'une composante alternative qui ferait "ronfler" l'aiguille on amènerait une saturation de la grille d'entrée.

**ATTENTION !** Ne pas omettre de visser à fond la molette en fonctions I et R.

- **CAPACITE d'ENTREE de l'APPAREIL** - Environ 20 pF. à l'entrée normale ( G 1 - K 1 ) sans la sonde - 100 pF. avec la sonde. - Environ 10 pF. à la deuxième entrée G 2 - K 2 entre les deux bornes supérieures.

- **BORNES (sur le côté)** - On les utilise uniquement pour opérer les mesures hors calibres R - I - C -  $\int dq$ .



- Les deux bornes supérieures normalement reliées par une barrette correspondent : (en fonction V) à K 2 borne noire et G 2 borne rouge.
- Les deux bornes inférieures normalement reliées par une barrette correspondent : celle de gauche à la masse, celle de droite à K 1.
- En retirant la barrette inférieure, le tripôle est isolé de la masse. - Dans ce cas, mettre obligatoirement une terre.
- Ces bornes sont destinées à recevoir les boîtiers de mesure B.R. 2 - B.R. 3 - B.R. 5 ou des résistances ou capacités de référence (voir page 9 à 16).

- **TERRE** - La prise de terre se branche sur la borne inférieure gauche. (boîtier)

- **PUISSANCE DISPONIBLE en SORTIE** : 0,5 à 20 milliwatts pleine déviation (selon calibres : 0,5 - 1 - 5 - 20 V).

**X PILE** - L'appareil contient sur le panneau arrière une pile de 4,5 V. qui alimente le compensateur de courant-grille et l'Ohmmètre.

- Remplacer la pile, lorsque la mesure d'une résistance de  $1.000\ \Omega$  devient erronée (premier calibre  $1\text{ K}\Omega$  au centre de l'échelle  $\Omega$ ), même si en fonction Ohm, l'appareil tare bien en déviation totale.

MEMOIRE - La durée de la "mémoire" dépend du calibre, de la tension, du parfait réglage du zéro, et du compensateur de courant-grille.

- A titre indicatif, l'appareil peut conserver la déviation initiale sans dérive appréciable durant plusieurs heures sur les calibres 20 à 500 Volts.

- La durée est moindre sur 1 Volt et sur 2.000 Volts. Elle est de quelques minutes sur 15.000 / 20.000 Volts et n'existe plus au-dessus de 20.000 V. du fait des pertes par effluves.

MESURES TRES BASSE FREQUENCE - Impédance  $10^9 \Omega$  à 10 Hz. - *100 Hz*

- Bande passante du Multimeureur :  
0 - 2.000 périodes à 1 %  
2.000 - 5.000 périodes à 10 %.

ACCESSIBILITE du MONTAGE - Le mécanisme entièrement fixé sur le panneau avant est immédiatement accessible.

- Si l'on doit ouvrir : 1°) Dévisser la plaquette qui supporte le cordon secteur à l'arrière de l'appareil.

2°) Dévisser les fixations du panneau avant - Tout le montage est solidaire de celui-ci.

ALIMENTATION H.T. - L'alimentation haute tension est "flottante" sans point à la masse ; le condensateur électrochimique de filtrage doit être isolé de la masse - Tension totale : 350 Volts entre "plus" et "moins".

#### PERFORMANCES & MESURES HORS CALIBRES

=====

Sous condition de prendre les précautions indispensables de manipulation et d'employer des organes de qualité appropriée : capacités à haut isolement, résistances précises à faibles coefficients de tension et de température, blindage de la connexion grille, mise à la terre de l'appareil, compensation du courant grille de G 2, parfait réglage du zéro et du compensateur de G 1, stabilisation du secteur, etc... nous garantissons formellement les performances annoncées.

A titre d'exemple, il est parfaitement inutile de tenter de mesurer : une faible variation de tension, ou d'opérer des intégrations en utilisant des capacités isolées au papier ou même au mica, leur perte de charge pouvant dépasser plusieurs volts à la minute, de vouloir mesurer avec une certaine précision des résistances ou isolements élevés en utilisant en référence des résistances dont la valeur varie de 50 à 300 % entre 20 et 500 Volts appliqués, etc, etc...

N.B. - Nos boîtiers de raccordement :

- B . R . 1 pour la mesure de faibles variations de tension,
- B . R . 2 - opérer des intégrations analogiques,
- B . R . 3 - mesurer de très faibles intensités ou des isolements élevés,
- B . R . 4 - mesurer le pH. avec n'importe quelles électrodes de verre,
- B . R . 5 - mesurer les capacités, etc... en coulommètre.

permettent d'opérer sans difficulté et avec précision les mesures hors calibres les plus diverses.

N . B . - Nous serions reconnaissants aux usagers du "Multimeureur" de ne jamais confier cet appareil à un autre service sans remettre en même temps la notice d'emploi.

UTILISATION du MULTIMESUREUR

REGLAGE du ZERO MECANIQUE - Opérer ce réglage avant d'allumer l'appareil ou en se plaçant sur le calibre 20 Volts.

REGLAGE du ZERO ELECTRIQUE

- Après mise en température de 10 à 30 minutes en position C-C du contacteur d'entrée, placer l'appareil sur le calibre 1 Volt ; multiplicateur sur "1".

- Le zéro est correctement réglé, lorsque la manoeuvre de l'inverseur de polarité ne provoque aucune déviation.

IMPORTANT ! Au besoin, retoucher le zéro mécanique en se plaçant sur 20 V, s'il n'a pas de coïncidence avec le zéro électrique. — ? —

REGLAGE du COMPENSATEUR de COURANT-GRILLE de G 1

- Après 30 minutes de mise en température, le zéro étant bien réglé, ôter la sonde Placer l'appareil en fonction "V" sur le calibre 5 Volts, multiplicateur sur 1 ; contacteur "Entrée" sur C-C.

- Entrée en position 2 : V - et x 1.

- Tourner très lentement la vis jaune pour immobiliser l'aiguille vers zéro.

N. B. - Il n'est pas indispensable que l'aiguille demeure rigoureusement à zéro, une faible déviation "à vide" ne faussant pas la mesure.

- Placer le contacteur "Entrée" sur C-C - Brancher la sonde - Opérer les mesures de la façon habituelle (voir fonction "V").

N. B. - En position 2 du contacteur d'entrée, il est normal que le galvanomètre dévie à vide, dès que la sonde est branchée, notamment au voisinage d'une source de tension.

PANNES du COMPENSATEUR -

- Outre le voisinage d'une source de tension, l'impossibilité de compenser totalement le courant-grille, peut avoir pour causes :

- La pile de 4,5 V. à l'arrière de l'appareil est devenue défectueuse.

- Perte du vide de la première lampe G 1 (celle du haut) ; à titre provisoire, l'intervertir avec celle du bas (G 2).

X - La lampe de remplacement du haut G 1 a un courant-grille trop élevé, ou n'a pas été suffisamment vieillie.

N. B. - Une lampe de remplacement doit être vieillie au moins 100 heures et appairée pour que le réglage du zéro soit "centré", opacifiée pour éviter l'effet photo-électrique.

- Pour obtenir un fonctionnement correct dans toutes les fonctions, il est préférable de nous demander des jeux de EF 86 sélectionnées, vieillies et appairées.

— VU — ! —



MESURE de TENSIONS : 0 à  $\pm$  2.000 Volts.

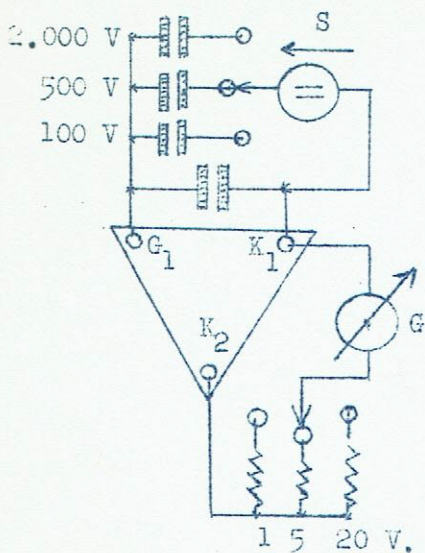


Figure (1)

- SENSIBILITE MAXIMA : 5 millivolts par division (avec multiplicateur sur x 0,5).

N . B . - Sur x 0,5 le courant-grille de G1 n'est plus compensé.

- Dans la mesure des tensions, le tripôle est attaqué entre G1 - K1 où la résistance d'entrée est de l'ordre de  $10^{14} \Omega$ .

*1000 Giga - 10<sup>12</sup> - 1k $\Omega$  10'' 1Gj $\mu$*   
 - CALIBRES au nombre de 6 donnant la pleine déviation pour : 1 - 5 - 20 - 100 - 500 - 2.000 Volts. En plaçant le multiplicateur sur x 0,5, on obtient 12 calibres.

*0,5 - 2,5 - 10 - 50 - 250 - 1000 1/2 calibrations*  
 - POSITIONS du CONTACTEUR d'ENTREE

SUR "UN", on mesure de 0 à  $\pm$  2.000 Volts en conservant la mémoire de la déviation.

SUR "DEUX", il n'est pas possible de mesurer des tensions supérieures à 20 Volts et l'appareil ne conserve pas la mémoire de la déviation.

*Contacteur 0-2kV-0,05 = 1*

*0,20V. 0'' = 2*

- COMMUTATIONS en FONCTION "V<sub>=</sub>"

- Les calibres : 1 - 5 - 20 Volts sont obtenus dans les deux cas, en insérant en série avec le galvanomètre (200  $\Omega$ ) des résistances étalonnées à 0,5 % de : 800 - 4.800 - 19.800  $\Omega$ .

- La grille admettant au maximum 20 Volts, les calibres supérieurs à cette valeur, sont obtenus au moyen du diviseur de tension à capacités (fig.1).

- MESURE de TENSIONS SUPERIEURES à 20 VOLTS

- Pour opérer la mesure sur les calibres : 100 - 500 - 2.000 Volts, il est indispensable de placer le contacteur d'entrée sur "1", afin de mettre en circuit la capacité "mémoire" de 150.000 pF. qui sert de diviseur de tension pour ces trois calibres.

TRES IMPORTANT !

- Les capacités à haut isolement qui constituent les diviseurs de tension des calibres 2.000 - 500 et 100 Volts pouvant conserver pendant plusieurs jours des charges résiduelles d'une précédente mesure, il est indispensable pour éviter toute erreur de prendre les précautions suivantes :

1°) Avant d'opérer une mesure :

- Placer le contacteur d'entrée sur C-C.
- Déplacer le contacteur calibres de 2.000 à 20 V.

2°) En cours de mesure sur les calibres 2.000 à 20 V. :

- Appuyer à fond sur le poussoir à deux contacts ordonnés avant de changer de calibre.

3°) En cas de mesure prolongée sur les calibres 2.000 à 20 V. :

- Opérer comme indiqué au paragraphe 1, afin de faire disparaître de temps à autre les tensions résiduelles dues à l'hystérésis du diélectrique des condensateurs.

N . B . - Dans tous les cas, s'il y a oubli, il suffit d'appuyer sur le poussoir en cours de mesure pour rétablir l'exactitude de la déviation.

- L'emploi du contacteur d'entrée pour annuler la mémoire peut occasionner une erreur si la source demeure branchée.
- Sur les calibres : 1 - 5 - 20 Volts, il suffit de toucher la masse avec la pointe de la sonde pour décharger la capacité mémoire.

- RETARD de DEVIATION

- En position "1" la mise en circuit entre G 1 - K 1 de la capacité mémoire de 150.000 pF. entraîne un retard à la prise de point inférieur à 10 secondes si le circuit à mesurer a une résistance de l'ordre de :

70 kΩ	pour	100 V.
350 kΩ	-	500 V.
1.400 kΩ	-	2.000 V.

- UTILISATION de la POSITION DEUX du CONTACTEUR d'ENTREE

- Cette position peut être utilisée pour mesurer des tensions n'excédant pas 20 Volts sur circuits à haute résistance (au-dessus de 100 kΩ).
- En position "2", l'appareil fonctionnant avec "grille en l'air" (sur la capacité de 100 pF. de la sonde) devient sensible aux tensions électrostatiques et à la contrainte du câble de la sonde qu'il faut maintenir immobile.
- La position "2" est principalement utilisée dans les autres fonctions R.I.C. ∫dq.

- MESURE de T.H.T. - Au moyen de notre sonde capacitive ne consommant pratiquement pas sur la source, on mesure :

5.000 Volts	pleine déviation	sur le calibre	1 V	-	Multiplicateur	sur	0,5
10.000	-	-	-	-	1 V	-	1
25.000	-	-	-	-	5 V	-	0,5
35 / 50.000	-	-	-	-	5 V	-	1

- Une notice est fournie avec chaque sonde T.H.T.

MESURE de MILLIVOLTS (Sensibilité 1 millivolt par division)

- En branchant au moyen du Jack des du Multimesureur (placé sur le calibre 20 V) ou au moyen du bouchon spécial B.E. I, un galvanomètre de 100 millivolts d'au moins 1.000 Ω de résistance, la sensibilité de l'appareil est accrue de 10 fois, mais la fluctuation du zéro se trouve également accrue.

N . B . - En utilisant le multiplicateur, on obtient ainsi 50 mV., pleine déviation, mais à cette position, le courant-grille de G 1 n'étant plus compensé, il en résulte une augmentation de la dérive.

- DETECTION des CHAMPS ELECTRIQUES X

- En position "2" du contacteur d'entrée "grille en l'air", une baguette de polythène électrisée par frottement provoque la pleine déviation du galvanomètre, à plusieurs mètres de la sonde.
- l'appareil permet donc de déceler, sans contact, l'existence de champs électriques.

- FAIBLES TENSIONS ELECTROSTATIQUES

- L'absence de consommation d'entrée de l'appareil permet (en position DEUX) d'apprécier, par contact, les faibles tensions électrostatiques depuis 100 millivolts à 20 Volts (davantage, en intercalant une tension différentielle réglable).

- MESURE de TENSIONS par REPORT au moyen d'une capacité (voir page 14 fonction C)

MESURE de FAIBLES TENSIONS ALTERNATIVES T.E.F.

- En branchant entre les deux barrettes, ou de préférence au moyen du Jack d'enregistrement qui coupe le galvanomètre normal, un voltmètre alternatif de 1.000 Ohms par volt ; l'appareil peut mesurer des tensions jusqu'à 20 Volts de fréquences comprises entre 0 et 2.000 périodes  $\pm 2 \%$ .

N . B . - Dans le cas de branchement entre les deux barrettes, placer le contacteur "Calibres" sur 20 Volts ( $R = 20.000 \Omega$ ), afin de shunter le moins possible le voltmètre extérieur.

- ENREGISTREMENT - Brancher au moyen du Jack un enregistreur ayant une résistance de 1.000 Ohms par volt.
- Ne pas utiliser d'appareil de résistance inférieure à 1.000  $\Omega$ , afin d'éviter la saturation des tubes de sortie.

MESURE de FAIBLES VARIATIONS de TENSION (fig. 2 )

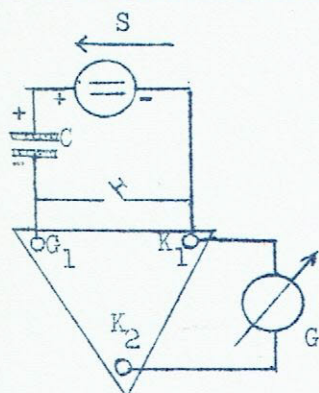


Figure 2

- La non-consommation d'entrée de l'appareil en fonction  $V_{\omega}$  permet d'utiliser comme contre-batterie, un simple condensateur à très haut isolement (Supérieur à 10 millions de  $M\Omega$ ), pour contrôler les faibles variations de tension d'une source.

- En utilisant le montage de la fig.2 , très aisé à réaliser au moyen de notre boîtier variateur, type B.R. 1 dont l'isolement est de l'ordre de  $10^{14} \Omega$ , il est possible de mesurer, en déviation totale, une variation de tension de 1 Volt d'une source de 1.000 V. soit le  $\frac{1}{100.000} \%$  par division du cadran.

MODE OPERATOIRE

- Intercaler entre la source et l'appareil le boîtier B.R. 1 muni d'une capacité de tension-service en rapport avec celle de la source.
- Se placer en fonction  $V_{\omega}$  et sur le calibre 20 Volts.
- Mettre la manette d'entrée quelques minutes sur C-C, afin de charger la capacité en opposition avec la source.
- Ensuite, placer le contacteur "Entrée" sur 2.
- Si la déviation sur 20 V. est insuffisante, utiliser les calibres inférieurs : 5 ou 1 Volts.

N . B . - S'il s'agit d'opérer une mesure de longue durée, vérifier le bon réglage du compensateur de courant-grille.

2°) Prendre toutes précautions d'isolement.

- Une notice est fournie avec le B.R. 1, indiquant notamment les temps de charge pour obtenir une mesure précise.

- VARIATEUR MULTIPLE - En utilisant un montage variateur à deux canaux, il est possible de mesurer : le gain, la distorsion et la dissymétrie d'un amplificateur à courant continu ou d'un étage inverseur de phase.

- AVERTISSEMENT - Il est totalement inutile de tenter de mesurer une faible variation de tension avec un condensateur isolé au papier dont la perte de charge peut dépasser plusieurs Volts à la minute.

N . B . - Outre leur isolement  $> 10^{13} \Omega$ , nos capacités sont munies d'un anneau de garde coupant la ligne de fuite.

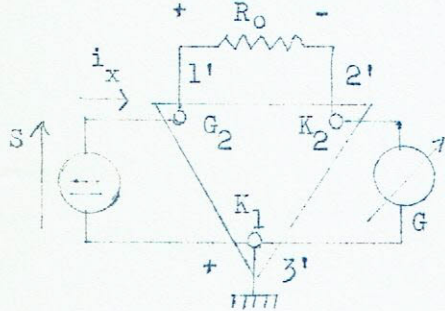
# FONCTION " I<sub>x</sub> "

MESURE des FAIBLES INTENSITES : de 0,5 microampère (déviaton totale) à 1,5 mA.  
----- en 6 calibres : 1 - 5 - 20 - 100 - 500 microampères et 1,5 milliampères.

- On obtient 0,5 et 2,5 microampères en employant le Multiplicateur x 0,5 sur les deux premiers calibres (le multiplicateur n'agit pas sur les autres calibres).

N.B. - Bien que le calibre minimum soit 2 mA., la sensibilité limite de mesure est : 1,5 mA, car au-delà il y a des risques de saturation, donc d'erreur.

PRINCIPE - Le circuit à mesurer est branché sans perturbation sur l'entrée à résistance nulle :  $G_2 K_1$



- L'appareil mesure la tension développée par l'intensité inconnue sur une résistance précise branchée sur l'entrée à haute impédance qui ne consomme pas.

On a  $V_{1,2'} = - V_{2,3'}$  (tension lue sur le galvanomètre)  
Les points 1 et 3 sont au même potentiel, c'est par définition un court-circuit électronique. - L'intensité se retransmet intégralement à  $R_0$  et l'on a :

$$i_x = \frac{V_{2,3'}}{R_0}$$

- Les résistances de référence à  $\pm 0,5 \%$  ont des valeurs comprises entre 2,5 et 5 M $\Omega$ .  
- Le calibre de tension utilisé (par commutation intérieure) est : 5 Volts.

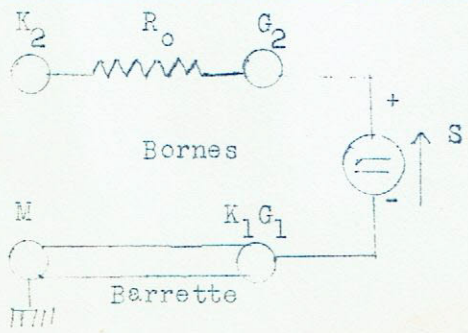
- RESERVE - L'équilibre idéal étant rarement réalisé, pour que les mesures soient valables, il faut que la résistance interne du circuit à mesurer soit supérieure ou égale à : 300  $\Omega$  pour 1,5 milliampère et 1 M $\Omega$  pour 1 microampère.

## MESURE

- Faire attention à ce que la 1 M $\Omega$  de la pointe de la sonde soit bien court-circuitée.
- Contacteurs : Fonction : sur  $I_+$  - Calibre : sur 2 mA - Entrée : en (2).
- Brancher le circuit aux bornes de la sonde - Accroître la sensibilité afin d'obtenir une lecture convenable.

N.B. - Le compensateur de courant-grille n'agit pas en fonction  $i$   
 - Il est normal que l'aiguille arrive en butée, quand on met la sonde en court-circuit.  
 - Lorsque l'intensité mesurée dépasse 2 mA, le système électronique est saturé et sur le galvanomètre, l'aiguille, après avoir été en butée vers 2,5 mA, redescend progressivement au fur-et-à-mesure que l'intensité croit.

MESURES HORS CALIERES de TRES FAIBLES INTENSITES ( $10^{-7}$  à  $10^{-10}$  Ampère) sur circuits ----- à résistance élevée 10 à 1.000 M $\Omega$  et plus.



- Pour la mesure hors calibres de très faibles intensités, il suffit d'insérer entre les bornes supérieures du Multimeureur des résistances de référence des valeurs ci-dessous indiquées :

- $R_0 = 50 \text{ M}\Omega$  pour obtenir  $10^{-7}$  A. pleine déviation.
- $R_0 = 500 \text{ M}\Omega$  - - - -  $10^{-8}$  A. - - - -

- Au-delà de ces valeurs, il y a lieu, soit :
  - de compenser le courant-grille de G 2 pour ramener à  $10^{-13}$  Ampère, afin d'éliminer la tension parasite qu'il développerait aux bornes de  $R_0$ , ou ce qui est préférable :
  - d'utiliser le boîtier Nano-ampèremètre E.R. 3, lequel assure le blindage des éléments et comporte :
    - un compensateur de courant-grille de G 2 et
    - un jeu de résistances étalonnées à 0,5 et 1 % donnant respectivement la pleine déviation pour :  
 $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$  ampère avec une parfaite stabilité.

- Le boîtier E.R. 3 comporte une prise pour enregistrement ; il peut être également utilisé pour mesurer : des résistances de haute valeur depuis 0,5 M $\Omega$  à 50 millions de M $\Omega$  selon la tension (20 à 1.000 Volts) ou des isollements à caractère capacitif, tels que : condensateurs, enroulements, etc...

- MODE OPERATOIRE -

- Mettre l'entrée de la sonde (G 1 - K 1) en court-circuit au moyen du bouchon B.C.C.
- Placer l'appareil en fonction  $V_+$  sur le calibre 5 Volts, contacteur d'entrée sur 2, inverseur de polarité sur  $V+$  et x 1.
- Relier le moins de la source à la barrette inférieure (G 1 masse).
- Relier par un fil blindé le "plus" de la source à la borne rouge G.2.
- En cas de vibration d'aiguille, shunter  $R_0$  par une capacité à haut isolement de 100 à 300 pF ; au besoin, mettre l'appareil à la terre.

N . B . - En utilisant le calibre 1 Volt, la sensibilité se trouve accrue de 5 fois, mais il peut en résulter une instabilité de la déviation ou un amorçage d'oscillation.

- MESURE de FAIBLES INTENSITES ALTERNATIVES depuis 1 microampère à 2 milliampères de fréquences inférieures à 2.000 périodes.
  - Placer l'appareil en fonction " $I_+$ " contacteur d'entrée sur 2.
  - Brancher au moyen du Jack un voltmètre alternatif de 5 Volts - 5.000  $\Omega$ .
  - Si le cadran est gradué en 100 divisions, la lecture correspond aux calibres normaux du Multimesureur.

- ENREGISTREMENT en FONCTION " $I_+$ "

- Dans cette fonction, il est nécessaire d'utiliser le Jack qui coupe le galvanomètre du Multimesureur.
- Un enregistreur de 5.000  $\Omega$  donnant la pleine déviation pour 1 milliampère correspond à la sensibilité normale du Multimesureur (en fonction  $I_+$ ).

N . B . - Ne pas utiliser d'enregistreur de résistance inférieure à 1.000  $\Omega$  par volt afin d'éviter la saturation des tubes de sortie.

FONCTION " R "

MESURE de RESISTANCES 20 Ω à 5.000 MΩ

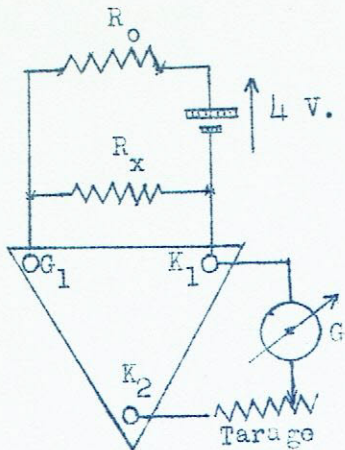


Figure 5

- METHODE : diviseur de tension.
- PRECISION : 1 à 3 % vers le milieu de l'échelle.
- CALIBRES (Centre de l'échelle) : 1 KΩ - 10 KΩ - 100 KΩ - 1 MΩ - 10 MΩ - 100 MΩ : 50 fois ces valeurs en fin d'échelle.
- MODE OPERATOIRE - Après mise en température et réglage précis du zéro, placer l'appareil en fonction Ω - Contacteur d'entrée sur 2 - Inverseur dans le sens donnant la déviation à droite - Multiplicateur sur 1 - Tarer en déviation totale.
- TENSION de MESURE - 4 Volts - Changer la pile, lorsque l'appareil donne une valeur erronée sur le premier calibre 1 KΩ (même s'il tare encore en déviation totale). La pile est accessible sur l'arrière de l'appareil.

MESURES HORS CALIBRES de RESISTANCES ELEVEES - 0,5 MΩ à 10<sup>12</sup> Ω

- LECTURE - Sur l'échelle linéaire en appliquant la formule  $R_x = R_0 \frac{S}{V_{R_0}}$
- METHODE de MESURE - Conversion en tension du courant de fuite - Cette méthode consiste à insérer entre les bornes supérieures G2 - K2 où la résistance est infinie, une résistance de conversion des valeurs ci-dessous indiquées.
- VALEUR de R<sub>0</sub> et déviation obtenue avec 100 Volts appliqués et sur le calibre 5 Volts
 

$R_0 = 50 \text{ M}\Omega$	mesure de	1.250 MΩ à 100.000 MΩ	-	2.500 MΩ à 40 divisions
$R_0 = 100 \text{ M}\Omega$	-	-	-	5.000 MΩ à 40
$R_0 = 500 \text{ M}\Omega$	-	-	-	12.500 MΩ à 1 million de MΩ - 25.000 MΩ à 40

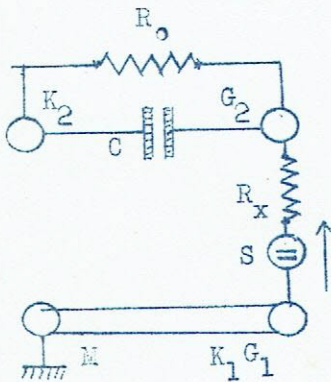


Figure 6

N. B. - A partir de 500 MΩ en référence, il y a un risque d'erreur dû à la tension parasite que le courant-grille non compensé de G2 développe aux bornes de \$R\_0\$. Il est préférable d'utiliser, à partir de cette valeur, le boîtier P.R. 3 qui comporte un compensateur incorporé du courant-grille de G2 et un jeu de résistances étalonnées à 0,5 et 1 % permettant de mesurer avec précision et stabilité les résistances et isolements depuis 0,5 MΩ à 5.10<sup>12</sup> Ω - Ce boîtier comporte une prise pour enregistrement ; il peut être utilisé pour la mesure de faibles intensités depuis 1 microampère à 10<sup>-10</sup> A., pleine déviation.

- MODE OPERATOIRE (en utilisant des résistances séparées)
  - Mettre l'entrée de la sonde en C-C, au moyen du bouchon B.C.C. - Placer l'appareil en fonction "V" sur le calibre 5 Volts, multiplicateur sur "1", inverseur de polarité sur V -, contacteur d'entrée sur "2".
  - Relier le moins de la source de mesure à la barrette inférieure (masse), la résistance à mesurer entre le plus de la source et la borne rouge G2, par une connexion blindée ; en cas de vibration d'aiguille, brancher une terre et mettre le contacteur d'entrée sur la position 1, qui introduit une constante de temps en shuntant \$R\_0\$ par une capacité de 300 pF. à haut isolement.

- TENSION de MESURE - Avec 20 Volts, il est possible de mesurer jusqu'à  $10^{12} \Omega$ , mais la stabilité est meilleure en appliquant des tensions plus élevées comprises entre 50 et 1.000 Volts.

N . B . - Les chiffres du tableau sont valables pour 100 Volts appliqués.

MESURE de RESISTANCES d'ISOLEMENTS de HAUTE VALEUR par la

METHODE de CONSTANCE de TEMPS

La non-consommation d'entrée et le très faible courant-grille du Multimeur permettent de mesurer par cette méthode avec une précision de 2 à 3 % des résistances et des isolements jusqu'à  $10^{12} \Omega$ ; au-delà, intervient la résistance d'entrée de  $10^{14} \Omega$  du Multimeur (en fonction V).

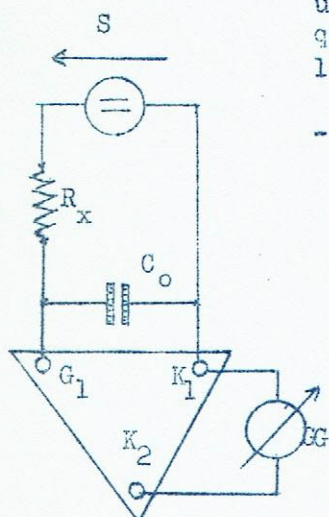


Figure 7

- MODE OPERATOIRE - Le contacteur d'entrée étant sur C-C,
- Brancher aux bornes de la sonde une capacité étalonnée à grand isolement ( $10^{12} \Omega$ )
- Relier la résistance à mesurer d'une part, à la sonde d'autre part au "plus" d'une source de 50 à 500 Volts.
- Relier le "moins" de la source à la masse de la sonde ou à la barrette inférieure du Multimeur.
- Placer l'appareil en fonction "V" sur le calibre - 20 - 5 ou 1 Volts, selon la vitesse de déviation obtenue.
- Entrée en position "2" pendant un temps déterminé avec précision.
- La valeur de  $R_x$  se déduit de la formule connue :

$$R_x = \frac{t}{C} \cdot \frac{1}{\text{Log} \frac{E}{E-V_c}}$$

Toutefois si  $\frac{E}{V_c} > 50$ , on peut appliquer la formule simplifiée.

$$R_x = \frac{t}{C} \cdot \frac{E}{V_c}$$

Exemple : En utilisant en référence une capacité étalonnée de 1.000 pF., il est possible de mesurer en 100 secondes avec une tension appliquée de 100 Volts, une résistance de l'ordre de  $10^{12} \Omega$  avec une précision de 2 %. - Tenir compte de la capacité de la sonde 100 pF. environ.

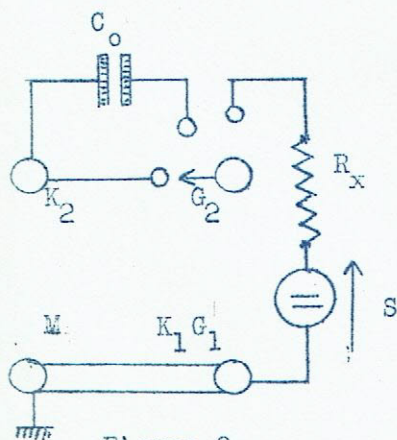


Figure 8

N . B . - Il est possible de mesurer par constante de temps des résistances de valeur supérieure à  $10^{12} \Omega$  en utilisant les bornes G 2 - K 2. Ce montage (fig. 8) évite que la résistance d'entrée du tripôle ( $10^{14} \Omega$ ), ne vienne en parallèle sur la source.

- D'autre part, en prenant soin de ne relier le condensateur d'intégration à la grille G 2 (borne rouge) qu'après l'avoir chargé à travers  $R_x$  pendant un temps déterminé, on évite la perturbation due au courant-grille de G 2.

- Ne pas omettre de placer la sonde en court-circuit pour opérer cette mesure.

MESURE d'ISOLEMENTS CAPACITIFS ELEVES : condensateurs, enroulements, câbles, transformateurs, alternateurs (jusqu'à 1 micro-Farad)

- METHODE de MESURE - Conversion en tension du courant de fuite.
- MONTAGE UTILISE analogue à celui utilisé pour la mesure de résistances pures.
- TENSION APPLIQUEE : 20 - 100 - 250 - 500 ou 1.000 Volts.

N. B. - Outre sa sensibilité, ce montage possède une résistance d'entrée nulle qui élimine toute constante de temps, lors de mesure d'isollements à caractère capacitif (câbles, etc...).

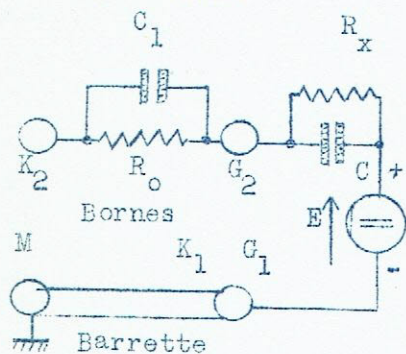


Figure (9)

- RESISTANCE de REFERENCE à UTILISER : 50 - 100 ou 500 MΩ pour mesurer des isollements compris entre 2.500 MΩ et 1 million de MΩ.

- Au-delà, il est préférable d'utiliser le boîtier Nano-Ampèremètre B.R. 3 qui comporte un compensateur de courant-grille de G 2, une prise pour enregistrement et 5 calibres de résistances étalonnées à 0,5 et 1 % permettant de mesurer depuis 0,5 MΩ à 5.10<sup>13</sup> Ω sous 100 à 500 V. appliqués.

- Une notice est fournie avec chaque boîtier B.R. 3.

- MODE OPERATOIRE - Le contacteur entrée étant sur C-C, mettre l'entrée de la sonde en court-circuit au moyen du bouchon B.C.C.
- Placer l'appareil en fonction "V" et sur le calibre 20 Volts, l'inverseur de polarité sur V-.
- Insérer entre les deux bornes supérieures une résistance des valeurs ci-dessus indiquées.
- Relier le "moins" de la source à la barrette inférieure mise à la terre.
- Pour éviter une déviation brutale du galvanomètre, charger préalablement Cx sur la source.
- Brancher ensuite Cx dans le sens convenable entre le "plus de la source et la borne rouge (G 2).
- Si la déviation est insuffisante sur 20 V. utiliser le calibre 5 V.

N. B. - La résistance des isolants augmentant avec la durée d'application de la source, par suite de leur polarisation progressive, la valeur de l'isolement doit se lire après une minute d'après la formule simplifiée :

$$R_x = R_0 \frac{E}{V}$$

- En cas d'oscillation de l'aiguille, mettre le contacteur entrée sur la position 1 qui introduit une constante de temps en shuntant R0 par une capacité de 300 pF. à haut isolement.

- PRECAUTIONS

- Utiliser une source de tension de mesure exempte de fluctuations.
- Brancher une bonne terre.
- Blinder soigneusement les fils qui arrivent à la grille.



QUELQUES ORDRES de GRANDEURS d'ISOLEMENTS

- Condensateurs : au papier 5.000 MΩ à 1 million de MΩ - selon capacité.  
                   céramique 2.000 MΩ à 1 - - - - -  
                   au mica 50.000 MΩ à 5 millions de MΩ - - -  
                   au Styroflex plusieurs dizaines de millions de MΩ par la méthode de perte de charge.
- Carburant 200.000 MΩ c/m.
- Cristaux (minéralogie) - 50 MΩ à 600 millions de MΩ.
- Fils textiles artificiels 100.000 MΩ à 1 million de MΩ ( $10^{12} \Omega$ )  
     - émaillés isolement entre couches 50.000 MΩ à 50 millions de MΩ ( $10^{13} \Omega$ )
- Papier Japon (20 feuilles) 2 millions de MΩ (sous 500 V)
- Rouleau de câble au Polythène 100 millions de MΩ
- Stéatite non siliconée 5.000 à 50.000 MΩ

N . B . - Pour les valeurs supérieures à  $10^{13} \Omega$  il est préférable d'avoir recours à notre Iso-R-Mètre qui peut mesurer jusqu'à  $10^{15} \Omega$  sous 500 V. et au-dessus de milliard de MΩ par constante de temps ou par perte de charge.

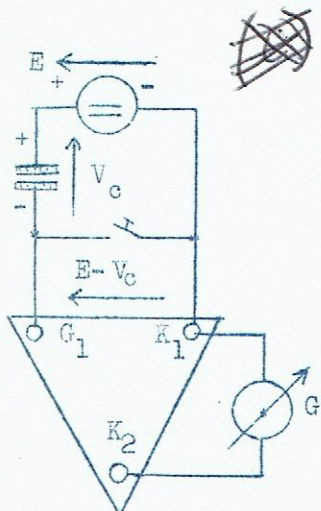


Figure 10

MESURE de RESISTANCES d'ISOLEMENT de TRES HAUTE VALEUR à CARACTERE CAPACITIF (au-delà de  $10^{10} \Omega$ ) par la méthode de perte de charge.

- Lorsque l'insuffisance du courant de fuite ou une capacité trop élevée s'opposent à la mesure directe d'un isolement capacitif, on doit avoir recours à la méthode de perte de charge.
- Le Multimeureur utilisé en "variateur" selon le schéma de la fig.10 permet, grâce à ce montage de réduire de 500 à 1.000 fois le temps habituellement nécessaire pour opérer une telle mesure.
- La méthode consiste à charger la capacité Cx en opposition avec la source "S" de telle sorte que l'appareil mesure ensuite seulement la différence entre la tension de la source et la charge de Cx après un temps déterminé.

N . B . - Lorsque la déviation est trop lente pour opérer une lecture rapide, il y a lieu de débrancher la capacité de G 1, pour éviter la perturbation que pourrait provoquer le courant-grille ( $10^{-13} A$ ) ; puis après un temps t on la relie à nouveau à l'appareil et on lit sur le calibre 20 - 5 ou 1 Volts, la perte de charge intervenue.

Exemple : Une perte de charge de 100 millivolts en 10 minutes d'une capacité de 100.000 pF. chargée à 100 Volts, correspond à un isolement de :

$$R_i = \frac{t}{c} \cdot \frac{1}{\text{Log} \frac{E}{E - V_c}} \text{ et pour : } \frac{V}{E} \neq 1 \quad R_i \neq \frac{E}{E - V_c} \cdot \frac{t}{c} \quad R_i \neq 6.10^{12} \Omega$$

MODE OPERATOIRE

- Placer l'appareil en fonction "V" sur le calibre 20 V.
- Brancher la capacité à la sonde, la seconde connexion de la capacité au "plus" de la source, le "moins" de la source à la masse de la sonde.
- Mettre la manette sur C-C pendant une minute pour charger la capacité, puis se placer sur 2.
- Si la déviation est trop lente sur 20 V, utiliser les calibres inférieurs : 5 V, ou 1 V.
- Ne pas utiliser le multiplicateur sur 0,5, ce qui supprime le compensateur et ferait augmenter de 100 fois le courant-grille.

N . B . - La mesure précise d'une faible perte de charge par la méthode du "variateur" ne peut s'opérer que si la source de tension est rigoureusement stable.

2°) Il y a lieu de tenir compte que la résistance d'isolement des capacités augmente considérablement avec la durée d'application de la tension de charge jusqu'à "polarisation" du diélectrique.

- En conséquence, les mesures ne seront "comparables" que si la durée d'application de la tension de charge est identique et si les capacités n'ont pas subi de charge récente.

- Dans ce dernier cas, les mettre en court-circuit plusieurs heures pour faire disparaître la tension d'hystérésis du diélectrique avant d'opérer à nouveau la mesure.

F O N C T I O N " C "      COULOMBMETRE

MESURE de CAPACITES par méthode de différence de charge.

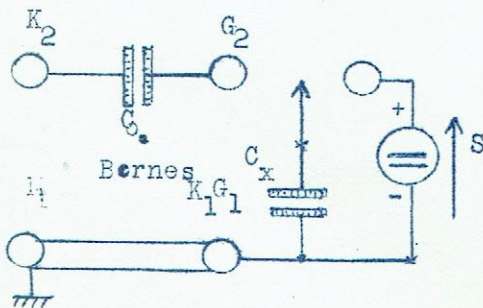


Figure 11

Cette méthode consiste à mesurer la tension que développe aux bornes de  $C_0$  la décharge de  $C_x$

Exemple :

- Avec 100.000 pF. en référence, une capacité  $C_x$  de 50.000 pF. chargée à 5 V. et déchargée entre G 1 G 2 provoquera sur le calibre 5 V une déviation de 50 divisions, et de 100 divisions si  $C_x$  égale  $C_0$ .
- Par ce procédé on obtient la lecture directe de la valeur de la capacité en pF. ou en  $\mu$ F. avec une précision de l'ordre de 2 % par rapport à  $C_0$ .

*Tension maxi admissible sur G2 : 20V*

TENSION MAXIMA ADMISSIBLE SUR G 2 : 20 volts

BOITIER CAPACIMETRE-COULOMETRE B. R 5

- Il permet de mesurer en lecture directe de 10 pico-Farads à 1 microfard avec une précision de 2 à 3 % suivant les calibres.
- Il comporte un jeu de capacités étalon et un bouton poussoir à quatre contacts effectuant automatiquement la charge-décharge des condensateurs à mesurer.
- Une note détaillée est fournie avec chaque boîtier.

FONCTION  $\int$  d. q. - INTEGRATEUR ANALOGIQUE  
=====

Dans cette fonction le tripôle est attaqué entre G 1 - G 2 où la résistance d'entrée pratiquement nulle élimine toute constante de temps gênante.

La méthode consiste en principe à insérer entre les bornes G 2 - K 2 où la résistance est infinie, une capacité d'intégration de 100.000 ou 500.000 pF. à très grand isolement ( $10^{13} \Omega$ ) étalonnée à 1 %. - Le signal à intégrer est appliqué entre G 1 - G 2 (résistance d'entrée nulle) à travers une résistance de valeur comprise entre 50 M $\Omega$  et 1.000 M $\Omega$ .

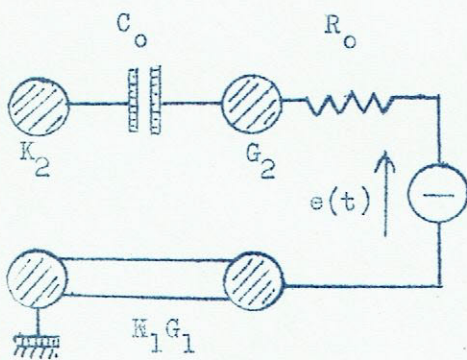


Figure 12

Soit  $e(t)$  la tension que l'on veut intégrer on voit d'après la fig. 13 et en tenant compte des caractéristiques du tripôle que la tension aux bornes de  $C_0$ , donc celle lue sur le galvanomètre est :

$$V = \frac{1}{R_0 C_0} \int_0^t e(t) dt.$$

$\theta = R_0 C_0$  est la constante de temps de l'intégrateur.

Le temps d'intégration est 8 fois la constante de temps pour une erreur inférieure à 2 %, lorsque l'on intègre la fonction unité.

Selon les valeurs adoptées pour  $R_0$  et  $C_0$  on peut opérer des intégrations au sens mathématique du terme, depuis 10 secondes à 60 minutes avec une précision meilleure que 3 % si toutes précautions de manipulation ont été prises.

- On ne peut admettre plus de 20 Volts aux bornes de  $C_0$ .
- Pour les intégrations de longue durée, il faut compenser le courant-grille de G 2 qui chargerait la capacité d'une tension parasite de 10 millivolts à la minute.

A cet effet, nous conseillons l'emploi du boîtier intégrateur B.R. 2 qui comporte un compensateur du courant-grille de G 2 et un jeu de 5 capacités et résistances étalonnées à 0,5 et 1 % permettant de réaliser les calibres :  
 $\theta$  : 1 - 5 - 25 - 100 - 500 secondes.

Le boîtier comporte une prise pour enregistrement et un bouton poussoir pour donner le départ de la mesure.

N . B . - Une notice technique est fournie avec le boîtier Intégrateur.

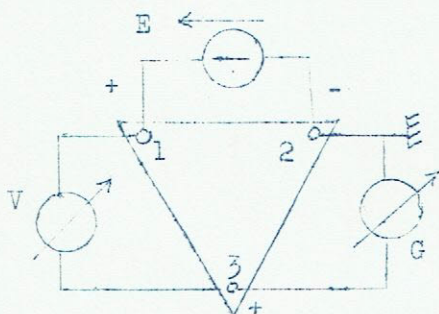
## REGLAGE de $\epsilon$

En principe on ne peut toucher à ce réglage que :

- 1°) Dans le cas de vieillissement des lampes.
- 2°) Dans le cas de changement des lampes.
- 3°) Si on a dû le dérégler pour éviter une auto-oscillation sur un circuit fortement capacitif.
- 4°) Si on a dû le régler spécialement pour les mesures sur circuits à très faible résistance interne.

Pour tous les autres cas, le réglage initial donne la précision optimum, voici comment il s'effectue :

### SCHEMA de PRINCIPE



Par définition du fonctionnement du tripôle on doit avoir :

$$\overline{V_{1,2}} \approx -\overline{V_{2,3}} \text{ de sorte que } \overline{V_{1,3}} \neq 0$$

Régler  $\epsilon$ , c'est équilibrer le tripôle aussi près que possible du fonctionnement idéal.

On se donne

$$\epsilon = \left| \frac{V_{1,3}}{V_{1,2}} \right| \leq 0,005$$

On applique à l'entrée de la sonde une tension  $\overline{E}$  variant de -20 V à +20 V.

On lit la tension résiduelle  $V_{1,3}$  sur un Voltmètre V branché entre les bornes 1 (+ de la sonde) et 3 (borne rouge).

### Tolérance

Pour  $V_{1,2} = \pm 20$  Volts on doit trouver  $|V_{1,3}| \leq 0,1$  Volt pour  $\epsilon \leq 0,005$

Si le réglage est très bon, on a :  $|V_{1,3}| \leq 0,05$  Volt pour  $\epsilon \leq 0,0025$

Linéarité : on vérifie à  $\pm 2$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V que  $\epsilon \leq 0,005$

### MODE OPERATOIRE

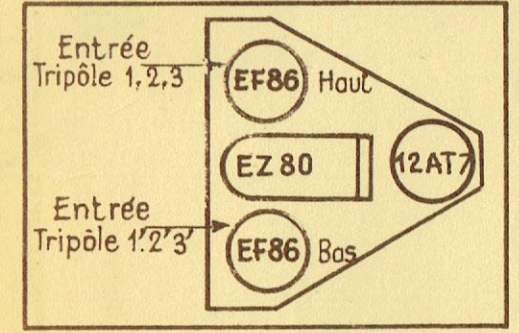
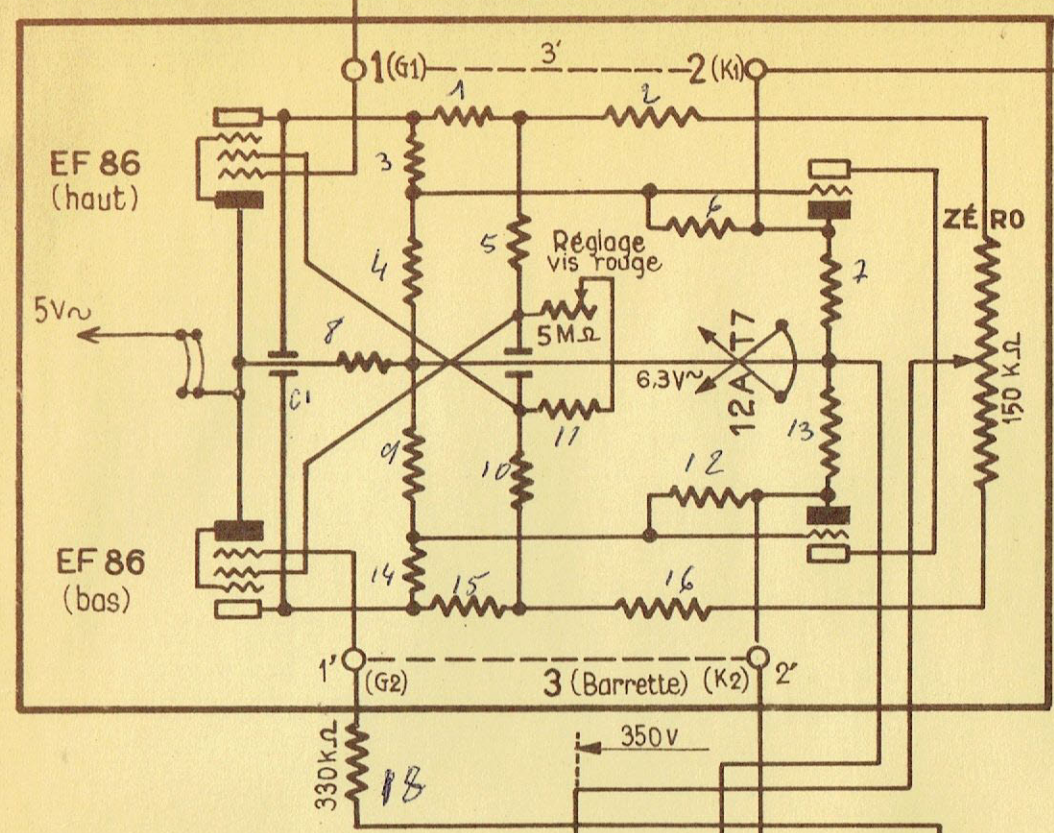
Aucun boîtier ne doit être branché sur les bornes. - Faire apparaître le réglage  $\epsilon$  en tirant vers l'extérieur la vis chromée sous la gravure.

- Régler le zéro électrique et le zéro mécanique
- Compenser le courant-grille.
- Brancher la sonde sur la source  $\pm 20$  Volts.
- Brancher le Voltmètre annexe entre la pointe de touche de la sonde et la borne rouge.
- Contacteurs sur : (0 - 2 KV) - 20 Volts et x 1.
- Lire la valeur de la tension résiduelle - Elle doit être dans les tolérances indiquées ci-dessus et si possible, de valeur absolue à peu près égale pour +20 Volts et -20 Volts.

Attention ! Chaque fois que l'on touche  $\epsilon$  le zéro se dérègle - Rétablir ce dernier avant de vérifier la tension  $V_{1,3}$

N.B. - Le réglage d'origine étant plus rigoureux que celui (plus simple) indiqué ci-dessus, nous sommes à la disposition des usagers pour rétablir le réglage de leur appareil dans un délai très court.

TRIPÔLE



MULTIPLIEUR / INVERSEUR

JACK

GALVANOMÈTRE.  
1 mA  
200 Ω ± 5%

X1  
X0,5

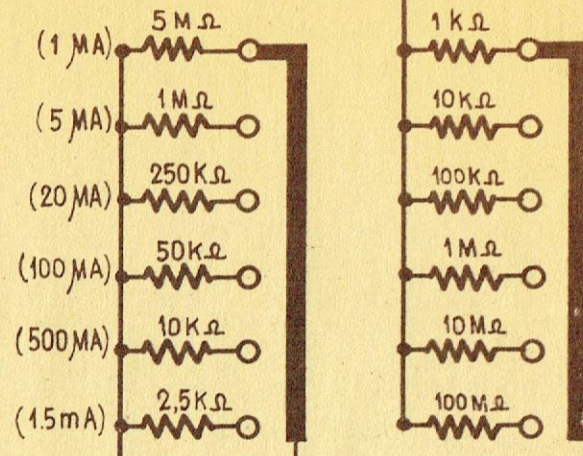
COMPENSATEUR  
OA 85

vis rouge  
vis jaune

Bouton Poussoir

450.000pf  
Mémoire

CALIBRES



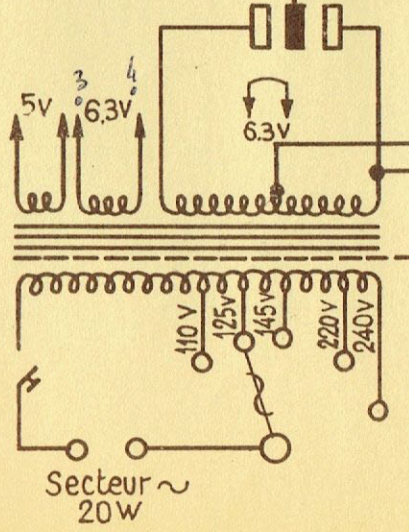
TRIPÔLE 1.2.3

Fonctions : V. Ω  
Entrée : Sonde

TRIPÔLE 1'2'3'

Fonction : i  
Entrée : Sonde  
Mesures hors Calibres  
Entrée : Bornes

ALIMENTATION



EZ 80

Rouge

G2 (1')

Masse

K1 (3')

0,25MF(500V)

ENTRÉE

TARAGE Ω

Bouchon

6,3V 6AT7H

FONCTIONS

MULTIMESUREUR E.R.I.C

Breveté France et Etranger

EMOUZY  
1959