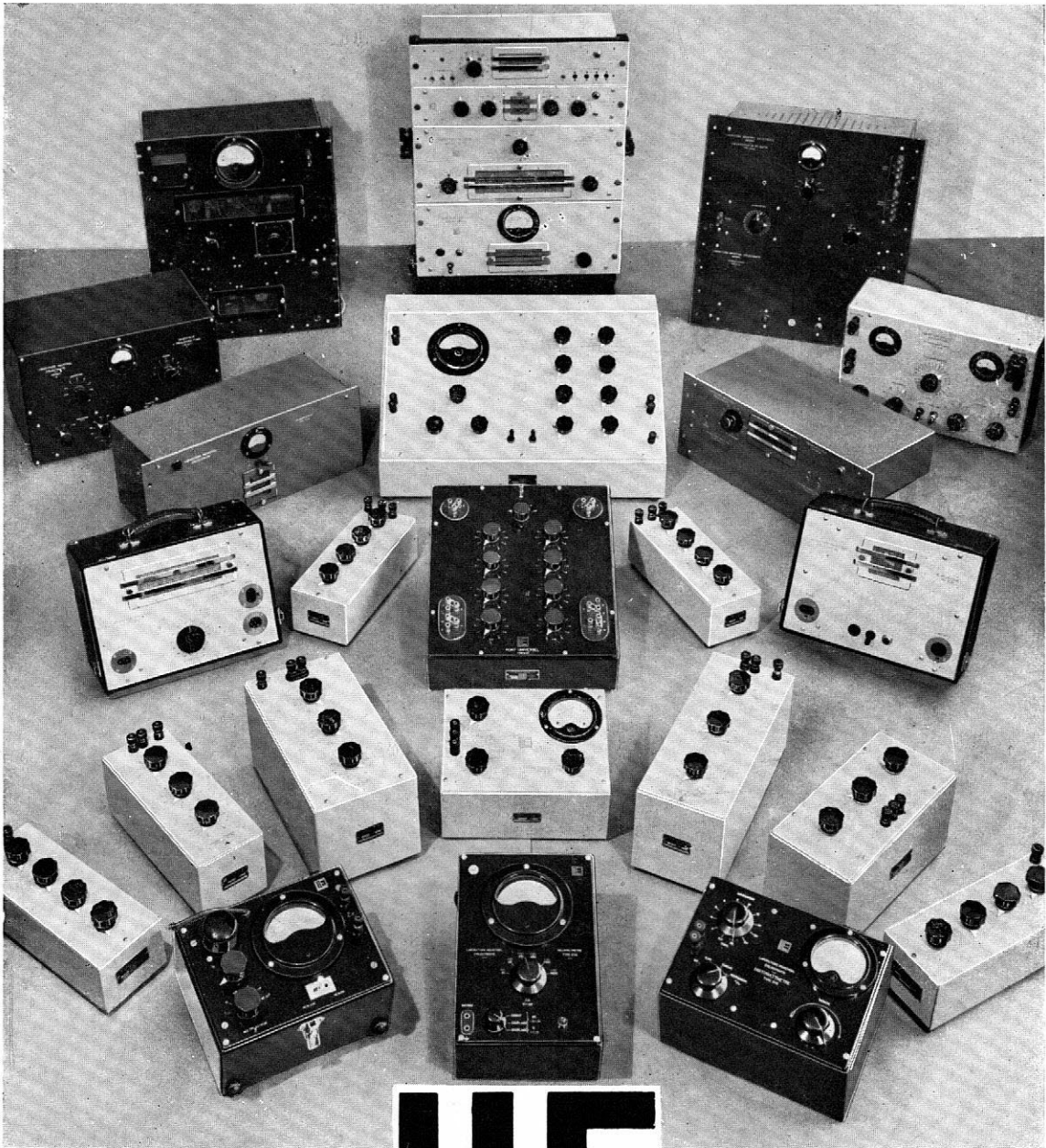
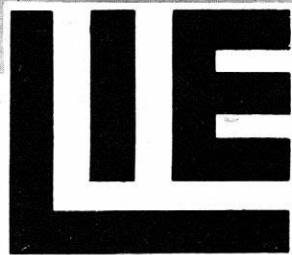


APPAREILS DE MESURES



41, RUE ÉMILE-ZOLA
MONTREUIL-S-BOIS



T É L É P H O N E
AVRON 39-20 3 LIGNES
GROUPEES



LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ

Société Anonyme au Capital de 15.000.000 de Francs

41, Rue Émile Zola

MONTREUIL-SOUS-BOIS (SEINE)

R. C. Seine 250 070 B

★

TÉLÉPHONE :

AVRON : 39-20 et la suite.

ADRESSE TÉLÉGRAPH.
LABINDUSELEC - PARIS

★

CHÈQUES POSTAUX:
PARIS 2041-13

APPAREILS DE MESURE

	Pages	
BOITES A DÉCADES	—	5
BOITES DE RÉSTANCES	—	6 et 7
BOITES DE SELFS	—	8 et 9
BOITES DE CAPACITÉS	—	10 et 11
BOITES D'AFFAIBLISSEMENT	—	12 et 13
HYSOMÈTRE	—	14 et 15
IMPÉDANCEMÈTRE	—	16 et 17
HYSOWATMÈTRE	—	18 et 19
MILLIVOLMÈTRE	—	20 et 21
FRÉQUENCEMÈTRE	—	22 et 23
Q-MÈTRE	—	24 et 25
GÉNÉRATEUR à POINTS FIXES	—	26 et 27
PONT de MESURES de SELFS	—	28 et 29
PONT UNIVERSEL	—	30 et 31
TRANSFORMATEURS de MESURES	—	32
GÉNÉRATEUR à FRÉQUENCES FIXES	—	33, 34 et 35

GARANTIE DU MATÉRIEL

Tout notre matériel est garanti un an contre tous vices de fabrication. En conséquence, tout article se trouvant sous garantie sera réparé gratuitement si sa mise hors service n'est pas imputable à une erreur d'utilisation.



LA technique des courants faibles ne se trouve plus actuellement dans le domaine expérimental où l'on procède par tâtonnements et essais. De nombreux travaux, études et conférences ont permis de définir les phénomènes rencontrés et de spécifier les caractéristiques d'un appareil ou d'une installation qui doit satisfaire à telles ou telles autres performances. Des calculs permettent de déterminer un tel appareil et de fixer les conditions à imposer au matériel utilisé pour sa construction.

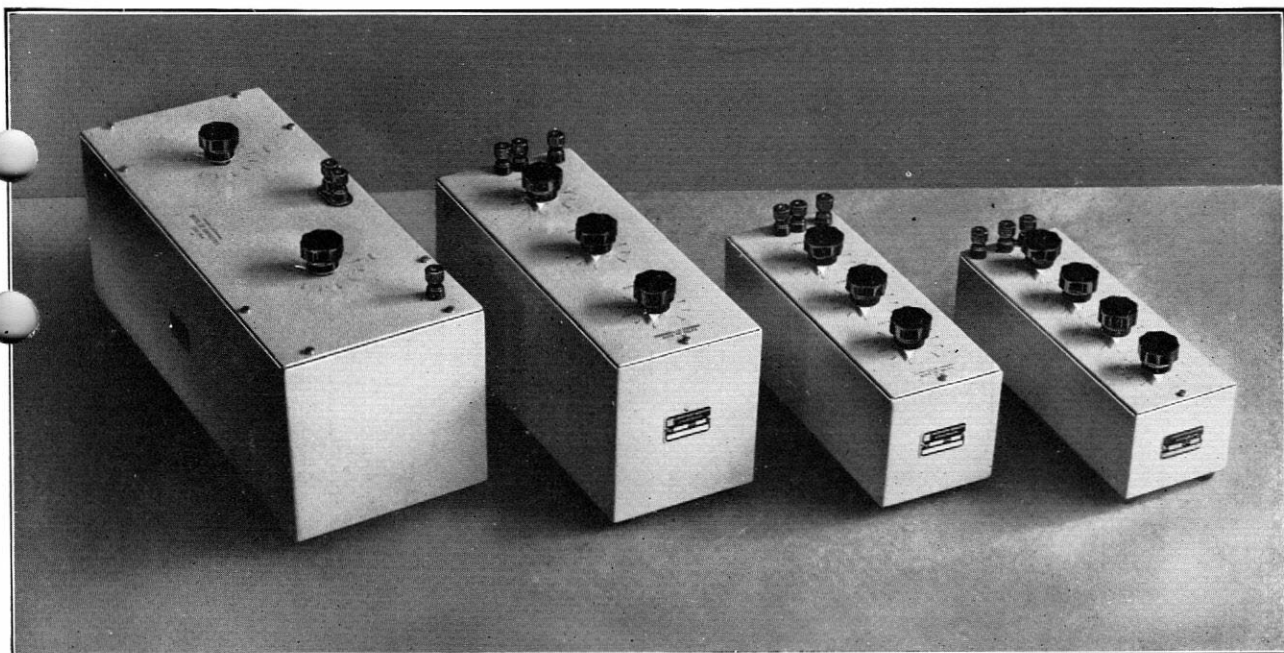
Il convient donc de disposer dans les Laboratoires d'Études et d'Essais, dans les plateformes d'essais, d'appareils de mesure pour vérifier facilement et rapidement les caractéristiques du matériel utilisé et les performances des appareils construits. Or, nombre d'appareils de mesure dont on peut disposer actuellement ne peuvent servir qu'à des techniciens avertis. Leur emploi nécessite des précautions opératoires, des connaissances techniques et très souvent l'application de formules mathématiques. Tous ces facteurs rendent les mesures longues et délicates à effectuer et à interpréter.

Nous nous sommes efforcés dans la mesure du possible de supprimer ces inconvénients et de créer des appareils qui permettent de déterminer les grandeurs à mesurer rapidement, par lecture directe. Les réglages, les étalonnages préalables, les précautions à prendre sont, soit supprimées, soit réduits au minimum. Cependant le souci de simplicité et de rapidité de la mesure ne nous a pas fait oublier d'autres caractéristiques des appareils, telles que leurs robustesse, précision, etc...

Dans le catalogue que nous faisons paraître aujourd'hui, les techniciens trouveront à part les boîtes à décades et quelques ponts d'un emploi universel, un certain nombre d'appareils de mesure qui permettent de mesurer rapidement par lecture directe, sur un cadran étalonné, les grandeurs électriques les plus importantes qu'on rencontre dans la technique des courants faibles. Ainsi,

L'Hypsowattmètre	—	—	la puissance
Le Millivoltmètre	—	—	la tension
L'Impédancemètre	—	—	l'impédance
Le Fréquencemètre	—	—	la fréquence
Le Q. mètre	—	—	la surtension
L'Hypsomètre	—	—	la distorsion linéaire

L. I. E.



GÉNÉRALITÉS

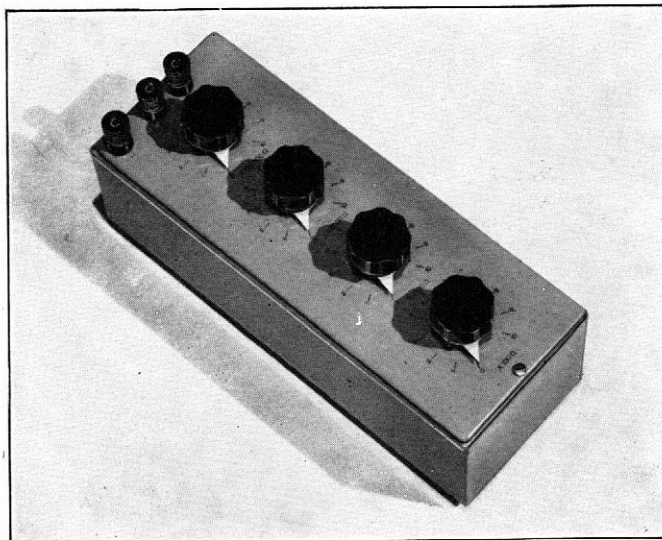
Les boîtes à décades peuvent être considérées à juste titre comme les appareils de base de chaque laboratoire d'études de chaque installation de contrôle, de chaque plate-forme d'essais. En effet, les seuls éléments passifs qu'on rencontre dans l'électrotechnique et quel que soit le domaine d'application (courants faibles ou forts, basse ou haute fréquence) sont les résistances, les selfs et les capacités. Or, les boîtes à décades sont constituées précisément par ces éléments dont on peut faire varier la valeur dans les limites assez larges. On peut les classer en trois groupes, à savoir :

1. Boîtes de résistances
2. Boîtes de selfs
3. Boîtes de capacités.

Tout appareil électrique, tout montage est constitué essentiellement par des résistances,

selfs et capacités. Par conséquent en superposant diverses boîtes à décades on peut réaliser n'importe quel montage. On peut aussi réaliser tous les montages en pont, on peut constituer différents filtres, etc, etc... En outre dans de nombreux cas on peut avoir recours aux boîtes à décades pour déterminer expérimentalement les valeurs des éléments à utiliser pour obtenir dans chaque cas particulier les meilleurs résultats.

Par conséquent dans les travaux d'études et de recherches, dans l'aménagement de leurs bancs d'essais, les techniciens ont un besoin constant de boîtes à décades. Elles leur permettent d'effectuer les montages qui leur garantissent un fonctionnement sûr, si les précautions d'usage sont respectées, et qui remplacent souvent des appareils onéreux dont l'acquisition n'est pas justifiée.



UTILISATION

Dans toutes les mesures électriques, les boîtes de résistances trouvent une large application. On les utilise pour introduire un amortissement dans un circuit ; pour constituer une charge, un élément de couplage, un élément de comparaison, un bras de pont, etc.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Les boîtes de résistances L.I.E. sont constituées par les décades suivantes :

10×1 ohm ; 10×10 ohms ; 10×100 ohms ; 10×1.000 ohms ; 10×10.000 ohms et 10×100.000 ohms.

Chaque décade est constituée par 10 résistances identiques, qu'on met successivement en série à l'aide d'un commutateur à 11 positions. On assure ainsi la position zéro et dix positions donnant successivement toutes les valeurs de résistance dont la dernière est égale à la valeur de départ de la décade suivante. De ce fait, on a un recouvrement entre deux décades voisines.

Chaque boîte de résistances est constituée par 4 décades. Par conséquent, les trois types de boîtes de résistances fabriquées présentent respectivement une résistance totale de :

11.110 ohms variable par bonds de	1 ohm
111.100 — — —	10 ohms
1.111.000 — — —	100 ohms

Les quatre décades sont montées sur un panneau métallique peint et grave. L'ensemble est placé dans une boîte métallique qui assure aussi bien une protection mécanique que magnétique. Les commutateurs de décades sont pourvus de crans d'arrêt ce qui permet de repérer chaque position sans être obligé de regarder le cadran. Les résistances utilisées pour la constitution de décades sont soit des résistances bobinées soit à charbon et notamment :

On utilise les résistances bobinées pour les décades 10×1 , 10×10 , 10×100 et 10×1.000 ohms et les résistances au charbon pour les décades 10×10.000 et 10×100.000 ohms.

Pour ne pas détériorer les boîtes de résistances, il faut veiller à ce que la puissance appliquée aux bornes ne soit pas supérieure à celle que l'appareil peut supporter. En principe, le courant maximum admissible peut avoir différentes valeurs pour la même boîte de résistances suivant que l'on utilise toutes ou certaines décades seulement. Ainsi, dans la boîte de résistance 11.110 ohms, le courant maximum admissible est de 20 mA si l'on utilise toutes les décades et il est de 600 mA si l'on utilise la première décade de 10×1 ohms seulement.

Les résistances utilisées ont un coefficient de température faible et sont réalisées de manière à présenter une constante de temps négligeable.



BOITES DE RÉSISTANCES

CARACTÉRISTIQUES

Précision d'étalonnage : La précision d'étalonnage est de 0,25 % pour les résistances bobinées et de 0,5 % pour celles à charbon.

Stabilité : Les résistances à charbon utilisées présentent un vieillissement artificiel positif de 0,5 %.

Résistance de contact : La résistance de contact par décade est inférieure à 6/1000 d'ohm. Par conséquent, la valeur totale de la résistance de contact d'une boîte est inférieure à 24/1000 d'ohm.

Constante de temps : La constante de temps de résistances utilisées est d'ordre de 10^{-7} .

Gamme de fréquences d'utilisation : Est de 0 à 50.000 pps sans que l'erreur commise soit supérieure à 1/1000.

Le coefficient de température de résistances utilisées est inférieur à 0,3/1000 par degré.

Courant admissible : Le courant admissible varie suivant la décade. Sa valeur est donnée dans le tableau ci-dessous.

Référence	Résistance	Précision	C Max. en mA	Constante de temps	Résistance de contact.	Observation
1 d	10×1	0,5 %	600	2.10 ⁻⁸	0,006	Bobinées
2 d	10×10	0,5 %	200	—	—	—
3 d	10×100	0,5 %	60	—	—	—
4 d	10×1.000	0,5 %	20	—	—	—
5 d	10×10.000	1 %	6	—	—	au charbon
6 d	10×100.000	1 %	2	—	—	—

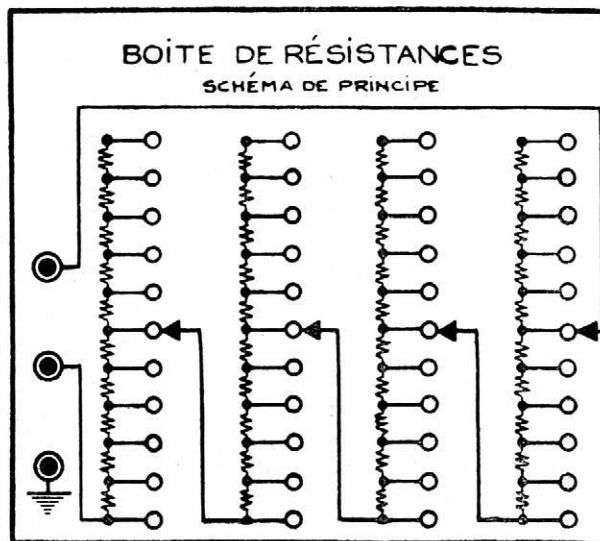
Présentation : Dans une boîte métallique peinte et gravée, sortie par deux bornes à un écartement standard de 19 m/m.

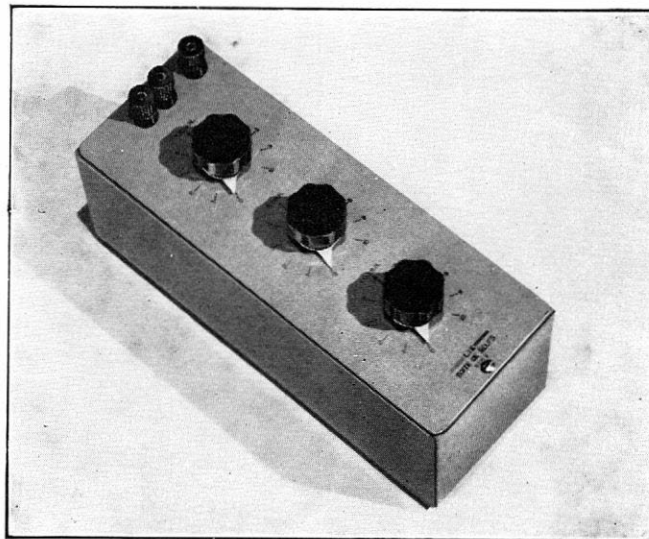
Poids : Les trois types des boîtes de résistances ont le

même poids qui est de 3 kg. 200.

Encombrement : Les trois types des boîtes de résistances ont le même encombrement qui est de : 320×120×130 m/m.

Référence	Nombre de décades	Décades utilisées	Résistance totale en Ohms	Variation par bonds de
RM 1	4	1d - 2d - 3d - 4d	11.110 ohms	1 ohm
RM 2	4	2d - 3d - 4d - 5d	111.100 —	10 —
RM 3	4	3d - 4d - 5d - 6d	1.111.000 —	100 —





UTILISATION

Les boîtes de selfs L.I.E. sont prévues pour être utilisées dans le domaine de fréquences acoustiques. Elles trouvent leurs applications dans la constitution des circuits accordés; des détrembreurs, des correcteurs, des filtres, d'égalisateurs, d'équilibreurs d'impédance de comparaison, d'éléments de pont, etc.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Les boîtes de selfs L.I.E. sont constituées par décades. Chaque décade est constituée par un certain nombre de selfs toroidales à prises et d'un commutateur à 11 positions permettant de réaliser toutes les valeurs de selfs de la décade de dixième en dixième, y compris la valeur zéro. La plus grande valeur réalisée sur une décade correspond à la valeur minimum de la décade suivante, ce qui assure un recouvrement de valeurs entre deux décades voisines. Deux boîtes de selfs ont été réalisées par L.I.E. : SFM 1 B et SFM 2 B.

Chaque boîte est constituée par les 3 décades suivantes :
 SFM 1 B par $10 \times 0,001$ H; $10 \times 0,01$ H; $10 \times 0,1$ H,
 SFM 2 B par $10 \times 0,0001$ H; $10 \times 0,001$ H; $10 \times 0,01$ H,

réalisant respectivement les valeurs totales de selfs de 1,11 Henry variable par bond de 0,001 H et de 0,111 Henry variable par bond de 0,0001 H.

Cependant, les décades utilisées dans la première boîte ne sont pas les mêmes que celles de la deuxième. Les décades utilisées dans la première boîte sont réalisées sur tores de grandes dimensions pour conserver une induction suffisamment faible aux basses fréquences. De ce fait la capacité propre des enroulements est assez élevée et interdit son emploi pour les fréquences élevées. Par contre, dans la deuxième boîte, les tores sont de petites dimensions, d'où une grande induction et une faible surtension aux basses fréquences. La gamme de fréquences se trouve ainsi divisée en deux parties : l'une comportant les basses fréquences allant jusqu'à 5.000 pps. environ dans laquelle il convient d'utiliser la boîte SFM 1 B et l'autre comportant les fréquences au delà de 2.000 dans laquelle on utilisera la boîte SFM 2 B.

Les trois décades sont montées sur un panneau métallique peint et gravé. L'ensemble est placé dans une boîte métallique assurant une protection mécanique. Les sorties se font sur deux bornes standard placées à une distance de 19 mm. Les commutateurs à cran d'arrêt permettent de repérer les différentes positions.



CARACTÉRISTIQUES

Précision d'étalonnage : Les selfs sont étalonnées à 2% près à 1.000 pps⁽¹⁾. La capacité propre des enroulements provoque une augmentation apparente de la self qui atteint 5% pour les fréquences indiquées dans le tableau ci-dessous.

Stabilité : variation de la perméabilité du circuit magnétique utilisé inférieure à 2%.

Coefficient de température : $3 \cdot 10^{-4}$ par degré.

Gamme de fréquences d'utilisation : La boîte de self SFM 1 B est prévue pour être utilisée dans la gamme des fréquences téléphoniques. La boîte SFM 2 B par contre, est prévue pour les fréquences utilisées dans la Radiodiffusion.

Fréquences de résonance : Les fréquences de résonance sont données pour les différentes décades par le tableau ci-dessous.

Référence	Valeur totale	Précision	Décade en mH	Fréquence de réson.	Surtension S.	maximum F. corresp.	Erreur de 5% p. F=
SFM 1 B	1,11 H	+ 2%	10 × 100	7.500	120	1.000	3.400
			10 × 10	23.000	150	3.000	10.000
			10 × 1	37.500	200	5.000	17.000
SFM 2 B	111 mH	+ 2%	10 × 10	36.000	120	3.000	17.000
			10 × 1	87.000	125	5.000	40.000
			10 × 0,1	306.000	125	10.000	140.000

Surtension : La surtension de la self et la résistance de pertes dépendent essentiellement de la fréquence et de la valeur de la self. Dans le tableau ci-dessus, on a consigné les valeurs maxima de surtensions pour différentes décades ainsi que les fréquences correspondantes.

Courant admissible : Le courant admissible dans les enroulements des selfs de boîtes SFM 1 B et SFM 2 B est de 500 mA environ. Du fait que les noyaux magnétiques utilisés sont en poudre de fer comprimée, les selfs sont insensibles dans de grandes limites au courant continu superposé dans les enroulements.

(1) Sauf pour la position 0,1 mH de la SFM2 B pour laquelle la précision est de 5% environ.

Tension induite : La tension parasite induite dans les enroulements des selfs est négligeable par suite de la forme torique du circuit magnétique utilisé.

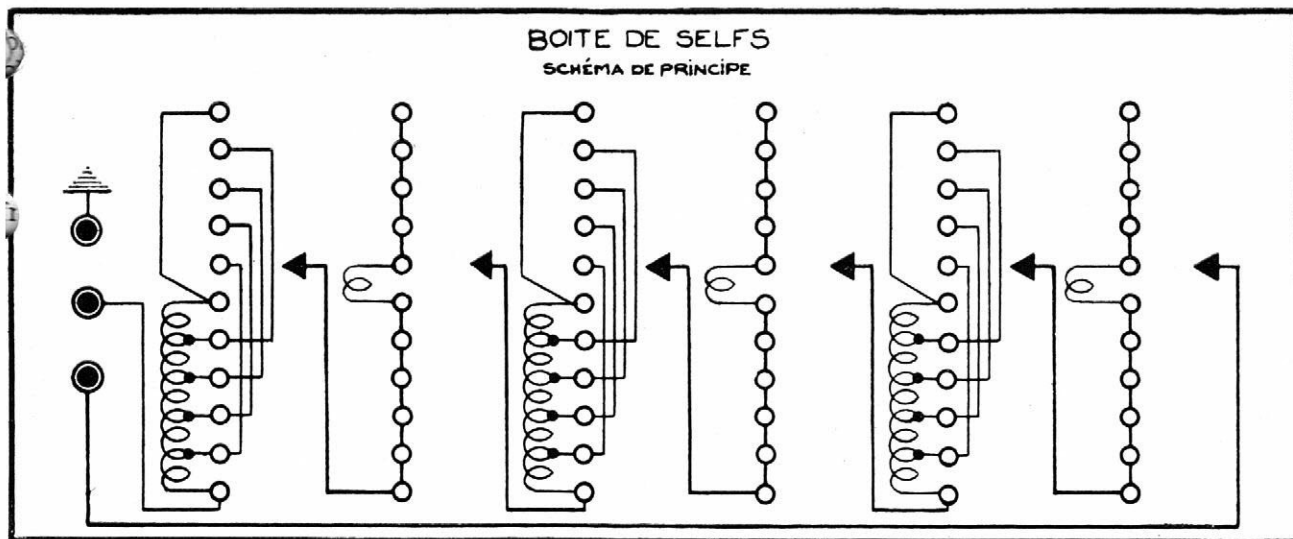
Présentation : Dans une boîte métallique peinte et gravée, sortie par deux bornes à un écartement standard de 19 mm.

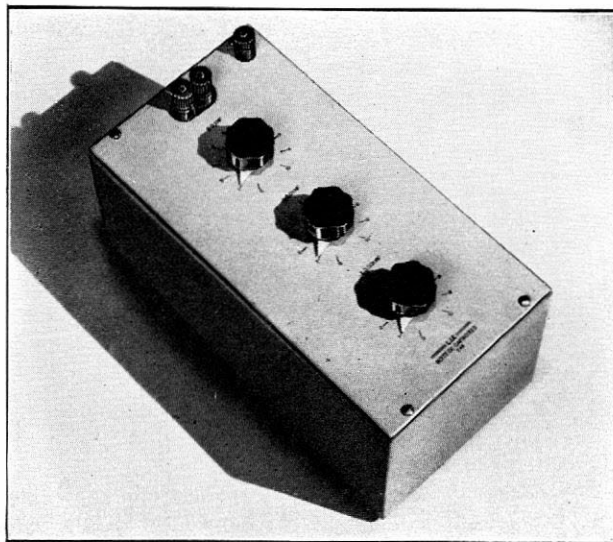
Poids : Le poids de la boîte de selfs SFM 1 B est de 14,500 kg.

Le poids de la boîte de selfs SFM 2 B est de 5 kg. 500.

Encombrement : L'encombrement de la boîte SFM 1 B est : 385 × 150 × 222 mm.

L'encombrement de la boîte SFM 2 B est : 320 × 180 × 170 mm.





UTILISATION

Les boîtes de capacités trouvent leur emploi dans tous les montages d'essais, de contrôle ou de recherches. On les utilise pour la constitution des filtres, des éléments de couplage, des correcteurs, des circuits accordés, des équilibrateurs, etc.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Les boîtes de capacité L.I.E. sont constituées par décades. Chaque décade est constituée par un certain nombre de capacités et un commutateur à 11 positions permettant de réaliser toutes les valeurs de capacités de la décade de dixième en dixième y compris la valeur zéro. La plus grande valeur réalisée sur une décade correspond à la valeur minimum de la décade suivante, ce qui assure un recouvrement de valeurs entre deux décades voisines. Les trois boîtes de capacité standard, réalisées par L.I.E., sont CM 1A, CM 8 et CM 4. La première à trois décades présente une capacité totale de 1,11 microfarad, variable par bonds

de 0,001 microfarad et la deuxième à deux décades présente une capacité totale de 110 microfarads variable par bonds de 1 microfarad. La première est réalisée avec des capacités au mica à faibles pertes, elle est destinée à des montages de filtres de fréquences, de ponts, etc., où l'angle de perte joue un rôle important. La deuxième est réalisée avec des capacités au papier à pertes non négligeables, et est destinée à des montages, dans lesquels les pertes interviennent peu (couplage, filtrage du courant redressé, etc., etc.) Les décades constituant une boîte de capacité sont montées sur un panneau métallique gravé et l'ensemble est mis dans une boîte métallique. Les commutateurs utilisés présentent une capacité propre très réduite, ils sont, en outre, à cran d'arrêt, ce qui permet de repérer leur position sans être obligé de regarder le cadran. La capacité formée par les décades est reliée aux deux bornes placées sur le panneau à un écartement standard de $19 \frac{m}{m}$. Le corps du boîtier est relié à une troisième borne marquée masse, qui est isolée du circuit des capacités.

Pour ne pas détériorer les boîtes de capacité, il convient d'éviter de leur appliquer une tension trop élevée, dépassant la tension maximum admissible.



CARACTÉRISTIQUES

Précision d'étalonnage : Les capacités utilisées dans les boîtes de capacités sont étalonnées avec une précision supérieure à 1% pour la CM 1 A et la CM 8, à 3% pour la CM 4.

Capacité résiduelle : La capacité résiduelle due au câblage et aux capacités propres des commutateurs est de : pour les boîtes CM 1 A et CM 8 : 25 μF , pour la boîte CM 4 : 90 à 110 μF .

Angle de pertes : L'angle de perte de la boîte de capacité CM 1 A à 500 et 5.000 pps. est de l'ordre de $5 \cdot 10^{-4}$ et en tous cas inférieur à 10^{-3} . Pour la CM 8 l'angle de perte est de l'ordre de $2 \cdot 10^{-4}$ et celui de la boîte de capacité CM 4 inférieur à 2/100.

Tension admissible : La tension continue maximum admissible aux bornes sans risque de claquage, pour les

boîtes de capacité CM 1 A et CM 8 est de 500 v, pour la boîte CM 4 de 250 volts.

Présentation : Les boîtes de capacités sont présentées dans des coffrets métalliques assurant une protection mécanique et électrique. Les bornes de sortie sont à un écartement standard de 19 mm. La borne masse est reliée au coffret et est indépendante du circuit des capacités.

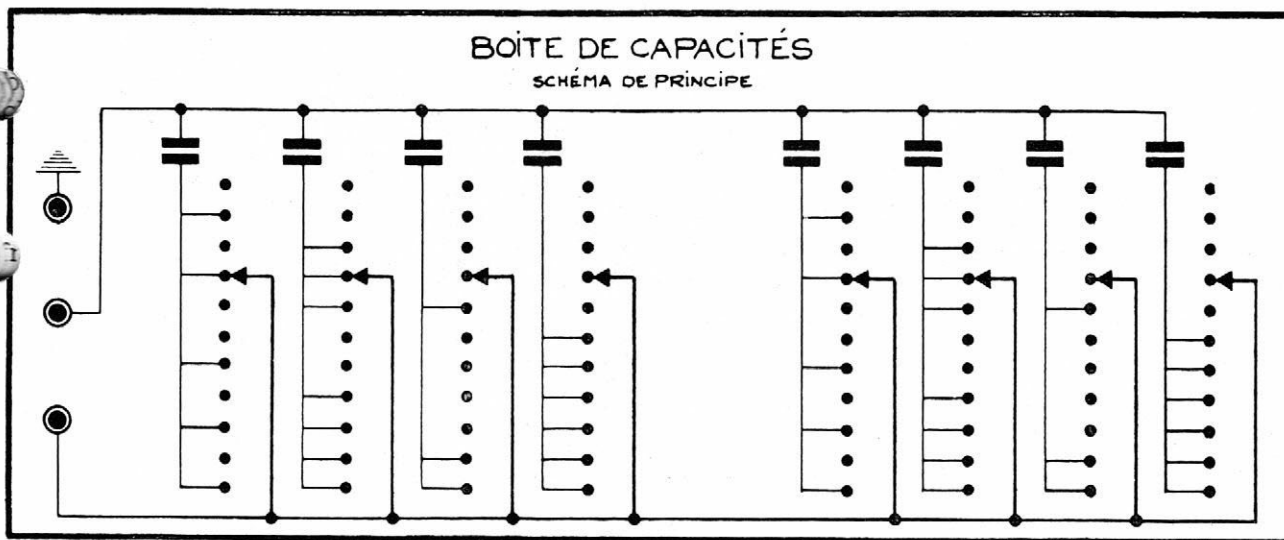
Poids : Le poids des boîtes de capacité CM 1 A et CM 8 est de 3,700 kg. Le poids de la boîte de capacité CM 4 est de 14,100 kg.

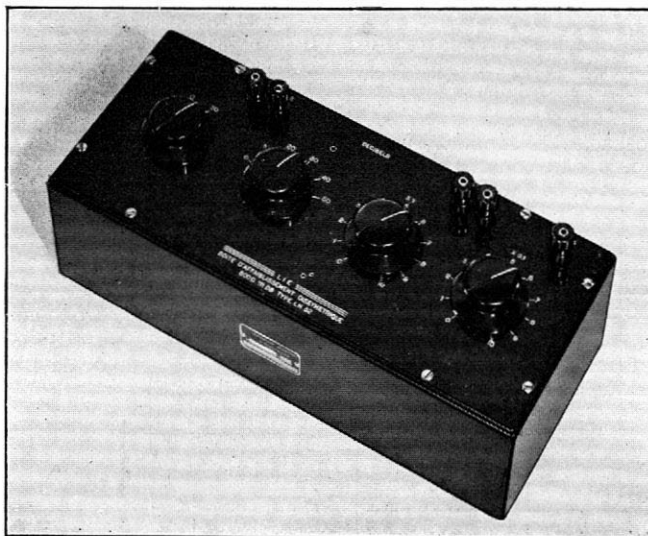
Encombrement : L'encombrement des boîtes de capacité CM 1 A et CM 8 est de : $360 \times 130 \times 150$.

L'encombrement de la boîte de capacité CM 4 est de $500 \times 200 \times 200$.

Référence	Valeur totale	Nombre de décades	Variation par bond de	Précision	Angle de Perte	Tension admissible	Capacités au
CM 1 A	1,11 μF	3	0,001 μF	1%	1/1000	500 v.	mica
CM 4	110 μF	2	1 μF	3%	2/100	250 v.	papier
CM 8	1,11 μF	3	0,001 μF	1%	2/10000	500 v.	styroflex

NOTA. — La boîte de capacité CM 8 avec condensateurs au styroflex est fabriquée sur commande seulement et n'est pas disponible en stock.





UTILISATION

Les boîtes d'affaiblissement sont utilisées partout où l'on veut, soit pour la mesure, soit pour la vérification, soit pour l'exploitation, insérer un affaiblissement donné dans un circuit sans introduire aucune perturbation. Ainsi on les emploie dans les mesures précises ou les vérifications rapides de gain des amplificateurs, d'affaiblissement de quadripôles quelconques (transformateurs, filtres, etc.) de courbes de transmission, etc.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Les boîtes d'affaiblissements sont des quadripôles passifs constitués uniquement par des résistances montées en lignes artificielles. La structure de ces lignes est soit en « T », soit en « H », suivant qu'elles sont dissymétriques ou symétriques. Les boîtes d'affaiblissement sont caractérisées essentiellement par la valeur totale d'affaiblissement,

par la variation d'affaiblissement et par leur impédance caractéristique. Chaque boîte d'affaiblissement a deux bornes d'entrée, deux bornes de sortie et une borne de masse. Fermée à une extrémité sur son impédance caractéristique, elle présente à l'autre extrémité la même impédance quel que soit son affaiblissement. Quel que soit le type de la boîte, la variation d'affaiblissement est obtenue par un affaiblisseur fixe, un affaiblisseur à 5 positions 5×10 db. (ou 5×1 N) et deux décades 10×1 db. et $10 \times 0,1$ db. (ou $10 \times 0,1$ N et $10 \times 0,01$ N) qu'on introduit en circuit à l'aide des commutateurs. Les commutateurs utilisés sont à faible capacité propre, de sorte que la gamme de fréquences d'utilisation de ces boîtes est très étendue. Chaque position du commutateur est munie d'un cran d'arrêt, ce qui permet de faire varier l'affaiblissement sans regarder les boutons. L'affaiblissement introduit par la boîte est égale à la somme des affaiblissements lus sur chaque bouton. L'ensemble est placé dans une boîte métallique peinte et gravée offrant une protection mécanique et magnétique.



BOITES D'AFFAIBLISSEMENT

CARACTÉRISTIQUES

Impédances caractéristiques : 200 ou 600 Ohms suivant le modèle.

Affaiblissement total : 111 décibels, ou 11,1 Nepers suivant le modèle.

Variation d'affaiblissement : par bond de 0,1 db. ou 0,01 N suivant le modèle.

Structure : Les boîtes d'affaiblissement symétriques sont constituées par des lignes en « H ». Les boîtes d'affaiblissement dissymétriques sont constituées par des lignes en « T ».

Résistances utilisées : Bobinées au constantan.

Précision d'étalonnage : La précision d'étalonnage des résistances est de 0,5%.

Constance d'impédance à une extrémité, l'autre étant fermée sur l'impédance caractéristique : meilleure que 1,5%.

Erreur sur la valeur d'affaiblissement: inférieure à 1% environ, soit 0,1 db ou 0,01 N.

Gamme de fréquences d'utilisation : L'erreur sur la valeur d'affaiblissement en fonction de la fréquence est d'environ 3% à 50.000 pps.

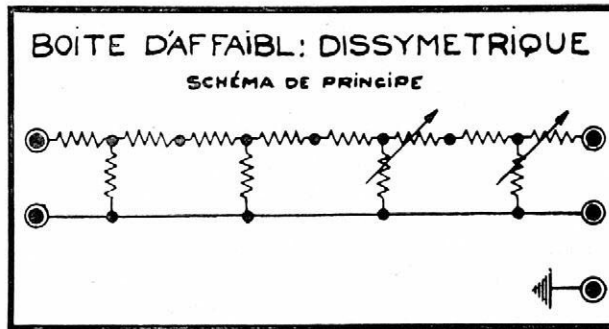
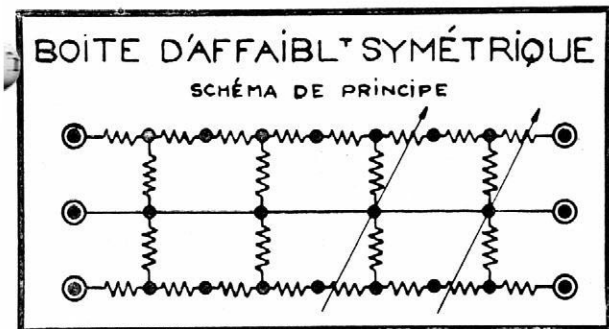
Coefficient de température de résistance : 2/100.000 par degré.

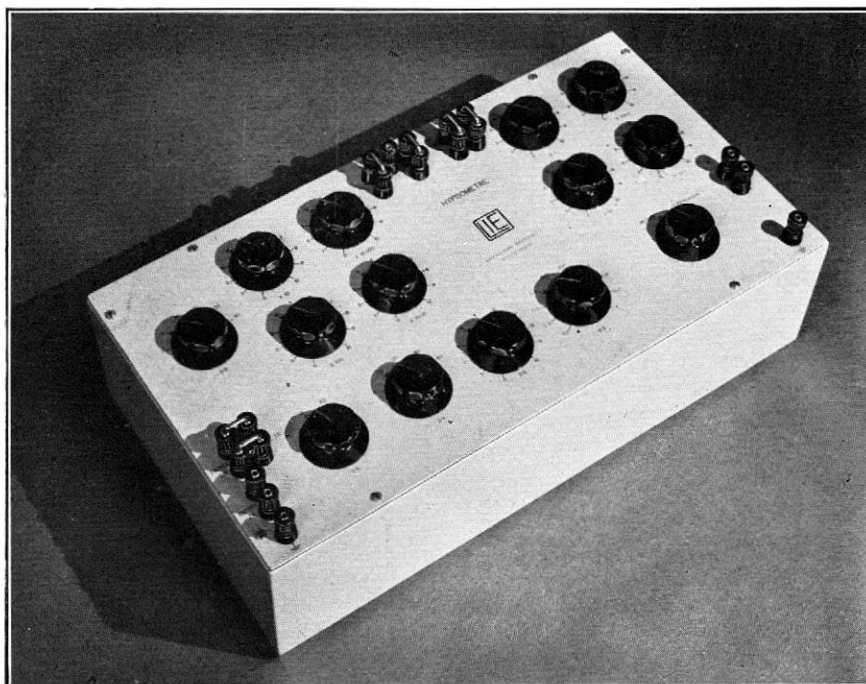
Puissance admissible : 1 Watt.

Présentation : Dans des boîtes métalliques peintes et gravées.

Encombrement et poids : Voir tableau ci-contre.

Référence	Impédance ohms	Affaiblis. total	Variation de l'affaiblissement	Encombrement	Poids kgs
LM 49	200 sym.	111 db.	50 db. + 5 × 10 db. + 10 × 1 db. + 10 × 0,1 db.	380 × 158 × 215	4,100
LM 50	200 diss.	111 db.	—	380 × 158 × 145	2,800
LM 51	600 sym.	111 db.	—	380 × 158 × 215	4,100
LM 52	600 diss.	111 db.	—	380 × 158 × 145	2,800
LM 53	600 sym.	11,1 N	5 N + 5 × 1 N + 10 × 0,1 N + 10 × 0,01 N	380 × 158 × 215	4,100
LM 54	600 diss.	11,1 N	—	380 × 158 × 145	2,800





UTILISATION

L'hypsonmètre L. I. E. type ED 13 est un appareil destiné à mesurer aussi bien les variations d'affaiblissement ou de gain en fonction de la fréquence (Courbe de transmission) que la valeur absolue d'affaiblissement ou de gain de tous les quadripôles passifs ou actifs, tels que transformateurs, filtres, correcteurs amplificateurs, etc. dans des conditions d'utilisation.

Il est donc d'un emploi général dans tous les laboratoires d'études ou de contrôle sur toutes les mesures d'essais ou l'on désire étudier ou vérifier l'affaiblissement ou le gain d'un quadripôle quelconque en fonction de la fréquence.

PRINCIPE DE L'APPAREIL

La méthode de mesure utilisée est la méthode de comparaison. On compare l'affaiblissement du quadripôle à étudier avec un affaiblissement d'un circuit étalon. Dans le cas de mesure de gain (affaiblissement négatif), on insère en

série avec le quadripôle à étudier un affaiblissement connu de manière à ce que l'ensemble représente un affaiblissement positif qu'on compare avec l'affaiblissement du circuit étalon.

L'appareil comprend donc deux circuits : dans l'un, on insère le quadripôle à étudier, le deuxième sert du circuit de comparaison. Le premier circuit est constitué par un potentiomètre permettant d'introduire un affaiblissement connu et deux boîtes de résistances qui servent à fermer le quadripôle à étudier sur ses impédances de travail. Le deuxième est constitué par une ligne d'affaiblissement étalonée.

Un transformateur à écran permet d'attaquer à l'entrée les deux circuits mis en parallèle. Les sorties de ces circuits sont indépendantes. Un inverseur permet de les brancher successivement aux bornes de sortie de l'appareil. La source (un générateur B.F.) attaque les bornes d'entrée de l'appareil ; aux bornes de sortie on branche un voltmètre à très forte impédance, qui permet de constater l'égalité de tensions.



CARACTÉRISTIQUES

Gamme de fréquence : L'appareil est prévu pour fonctionner dans une gamme de fréquences comprises entre 20 et 20.000 pps.

Précision : La précision de mesures dans la gamme de fréquences précitée est meilleure que 0,1 db.

Le circuit de comparaison comprend une ligne d'affaiblissement de 91 db. variable par 0,1 db. et notamment : 0 - 40 ; 0 - 10, 20, 30, 40 ; 10×1 ; $10 \times 0,1$ db.

Ses caractéristiques générales sont celles de boîtes d'affaiblissement standard L.I.E.

Circuit de mesure.

Le circuit de mesure comprend :

1) Un affaiblissement constitué par un potentiomètre symétrique double introduisant un affaiblissement de :

0 - 5 - 10 - 20 - 30 - 40 db.

la résistance «r» comprise entre les curseurs du potentiomètre prend alors les valeurs suivantes :

600 - 337 - 190 - 60 - 19 - 6 Ohms.

Il faut en tenir compte dans le choix de la résistance de fermeture à l'entrée du quadripole à mesurer.

2) Une boîte de résistances symétrique double 111.100 Ohms à 4 décades réglables par bonds de 10 Ohms permettant de fermer le quadripole à l'entrée sur son impédance de travail.

3) Une boîte de résistance dyssymétrique de 11.110 Ohms

à 4 décades réglables par bonds de 1 Ohm permettant de fermer le quadripole de la sortie sur son impédance de travail.

La précision d'étalonnage de ces boîtes et leurs caractéristiques générales sont celles des boîtes de résistances standard L.I.E.

Transformateur d'entrée : Transformateur à écran symétrique dont le déséquilibre des capacités est inférieur à 10 cm.

Disposition de bornes : Les bornes d'entrée sont dédoublées de sorte qu'on peut attaquer l'appareil soit à travers le transformateur soit directement.

Les bornes de branchement du quadripole à mesurer sont également dédoublées, ce qui permet l'insertion de toute autre valeur, d'impédance (réelle ou imaginaire) suivant le besoin.

Accessoires : Les appareils nécessaires pour installer un poste de mesure avec l'hypsomètre sont : un générateur B.F., un voltmètre à forte impédance d'entrée pour lesquels on peut utiliser avantageusement :

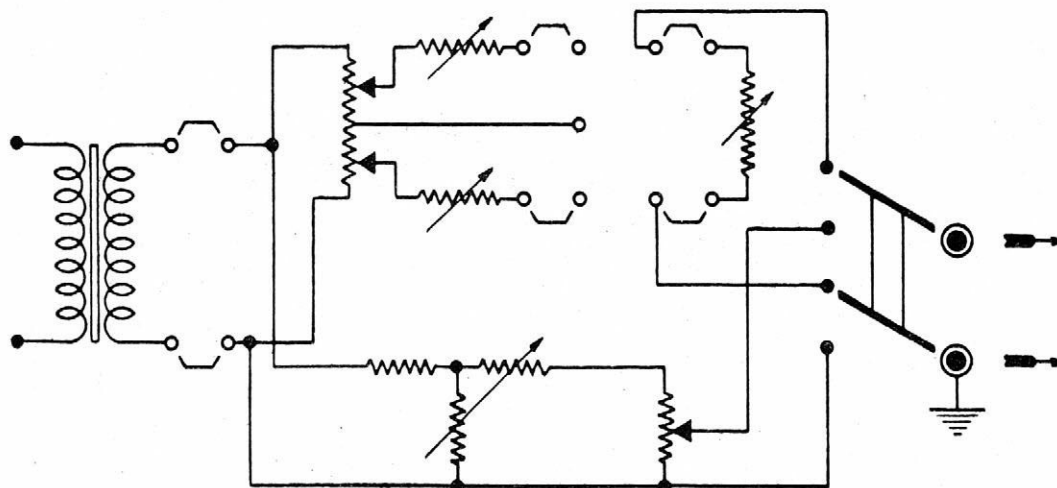
- 1) Le générateur L.I.E. EG 25 à 30 fréquences fixes.
- 2) Le millivoltmètre L.I.E. type EV 15.

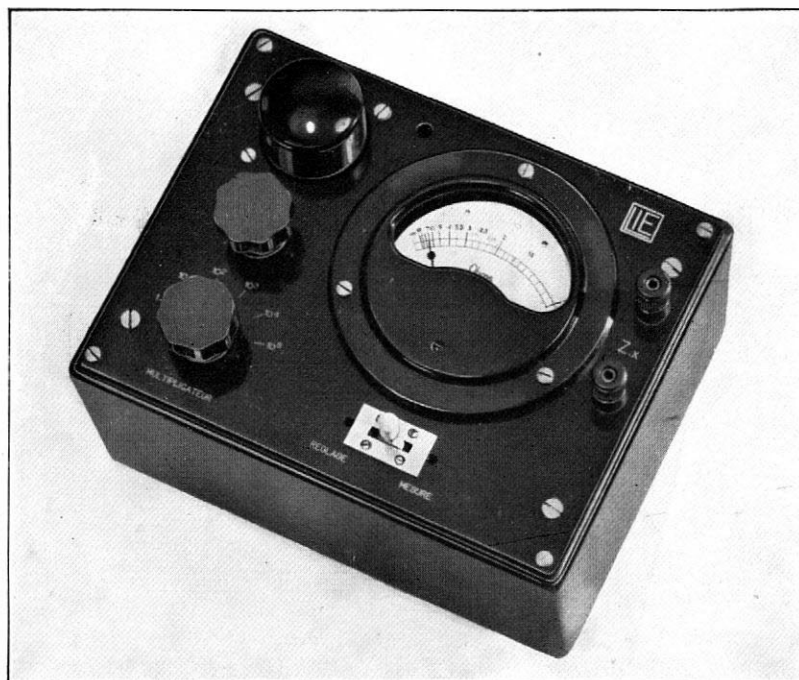
Encombrement : 562 x 302 x 153 mm.

Poids : 12 kgs.

HYPSONMÈTRE SYMÉTRIQUE .TYPE ED.13

SCHEMA DE PRINCIPE





UTILISATION

L'impédancemètre L.I.E. type EV 2 trouve son emploi partout où l'on désire mesurer rapidement les selfs, les capacités et les modules des impédances. La mesure exacte de ces grandeurs en courant alternatif est généralement assez complexe. L'appareillage nécessaire est encombrant et coûteux et la mesure, délicate, est longue à effectuer.

L'impédancemètre EV 2, qui est un appareil portatif de faibles poids et encombrement, permet d'effectuer la mesure d'impédance avec une précision suffisante dans la majorité de cas, par lecture directe et sans aucune manœuvre ni réglage en connectant simplement l'impédance à mesurer aux bornes de l'appareil. On obtient la valeur de la self ou de la capacité (dans les cas d'inductances ou capacités pures) en faisant intervenir la pulsation du courant.

PRINCIPE DE L'APPAREIL

L'impédancemètre EV 2 est constitué par un vibreur

fournissant un courant alternatif de 800 pps, (pulsation 5.000) en série avec un microampèremètre. Si la force électromotrice fournie par le vibreur est constante: la déviation de l'aiguille du microampèremètre est inversement proportionnelle à l'impédance du circuit. Cette impédance est constituée par l'impédance constante de la source en série avec l'impédance à mesurer. Il est possible, par conséquent, de graduer l'échelle de l'appareil de mesure directement en ohms et effectuer la mesure par lecture directe. Des précautions ont été prises pour que l'erreur de mesure soit aussi faible que possible et indépendante de l'argument de l'impédance à mesurer.

L'appareil présente donc l'avantage d'effectuer les mesures d'impédance par lecture directe sur le cadran. Le seul réglage à effectuer consiste à ramener avec un potentiomètre prévu à cet effet la tension de la source à une valeur constante marquée au trait rouge sur le cadran. Il suffit ensuite de brancher l'impédance à mesurer aux bornes pour lire immédiatement et directement la valeur de l'impédance.



IMPÉDANCEMÈTRE

CARACTÉRISTIQUES

- 1) **Fréquence de mesure** : 800 pps à ± 1 % près;
 2) **Impédances mesurées** : de 1 ohm à 1 mégohm;
Sels mesurés : de 200 microhenrys à 200 Henrys;
Capacités mesurées : de 200 micromicrofarads à 200 microfarads en six gammes. Pour chaque gamme la déviation totale de l'aiguille de l'appareil de mesure correspond respectivement à :

	Impédance en Ohms	Sels en millihenrys	Capacités en microfarads
1 ^{re} gamme	1	0,2	200
2 ^e —	10	2	20
3 ^e —	100	20	2
4 ^e —	1.000	200	0,2
5 ^e —	10.000	2.000	0,02
6 ^e —	100.000	20.000	0,002

3) **Précision** : Le sens de l'erreur dépend de la nature de l'impédance. L'erreur est plus ou moins grande suivant que la lecture se fait au début, au milieu ou à la fin de l'échelle.

Le tableau ci-contre donne les erreurs en % pour une température ambiante de 18° centigrades.

	Erreur maximum sur les			Erreur moyenne sur les impédances
	Résistances	Inductances	Capacitances	
Début de l'échelle de la graduation 10 à 3.	+10%	-10%	-10%	5%
Milieu de l'échelle de la graduation 3 à 1,5.	± 4 %	+5%	+5%	3%
Fin de l'échelle de la graduation 1,5 à 1....	-10%	+10%	+10%	7%

4) **Déviati on à vide** : La déviation à vide est de l'ordre de 1 % de la déviation totale.

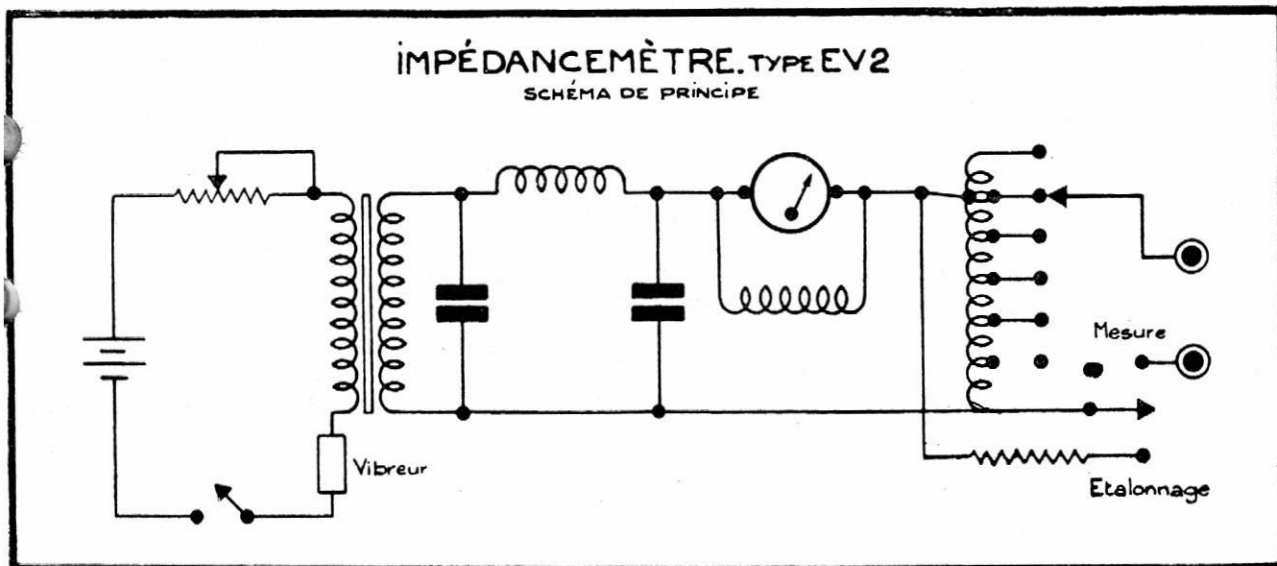
5) **Alimentation** : L'appareil est alimenté par une tension continue de 9 v. (2 piles de 4,5 volts).

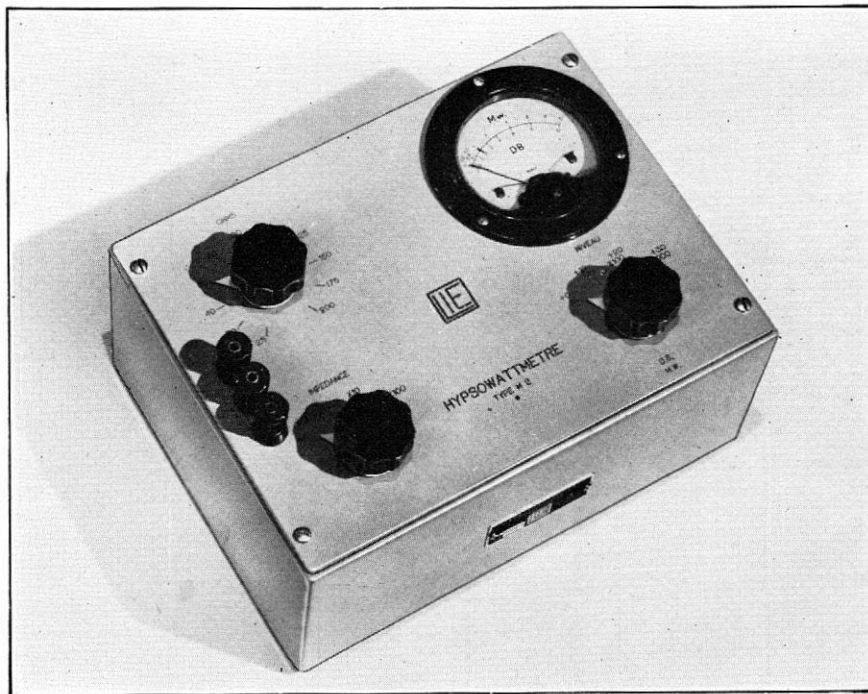
6) **Consommation** : La consommation de l'appareil est de 0,6 watts. Par conséquent, les deux piles, comprises dans l'appareil, peuvent assurer un fonctionnement continu de 10 heures.

7) **Présentation** : Dans un boîtier métallique peint noir.

8) **Encombrement** : 275 x 225 x 190.

9) **Poids** : 8 kg. 200.





UTILISATION

L'hypsowattmètre L.I.E. type EV 1 est un appareil indispensable à tous les techniciens désireux de connaître la puissance que peut débiter leur amplificateur ou une source quelconque basse fréquence. Il permet de charger la source basse fréquence sur une impédance voulue et déterminer ensuite par lecture directe la puissance débitée en vérifiant la bonne adaptation d'impédances.

L'appareil de mesure étant gradué non seulement en watts, mais également en décibels, l'hypsowattmètre EV 1 peut être avantageusement utilisé pour relever des nombreuses courbes telles que :

- Courbe de transmission;
- Courbe de sensibilité;
- Largeur de bandes de filtres, etc.

de divers appareils y compris des appareils de T.S.F.

PRINCIPE DE L'APPAREIL

L'hypsowattmètre L.I.E. est constitué essentiellement

par un transformateur à prises multiples, fermé au secondaire sur une résistance constante et suivie d'un voltmètre à courant alternatif. La charge du transformateur étant constante, la puissance consommée est toujours proportionnelle au carré de la tension aux bornes. Il suffit donc de lire la valeur de cette tension pour avoir la puissance consommée dans la résistance et par conséquent débitée par la source, compte tenu du rendement du transformateur.

Le rendement du transformateur est sensiblement constant pour toutes les fréquences acoustiques et quelle que soit la prise utilisée. Grâce à ces différentes prises, on peut faire varier la charge vue du côté primaire du transformateur dans des très larges limites.

On peut, par conséquent, faire varier l'impédance d'entrée de l'appareil et lui donner la valeur égale à celle du circuit d'utilisation. On détermine la puissance débitée dans cette impédance par lecture directe sur le cadran, qui porte deux graduations, l'un en watts, l'autre en décibels, le niveau zéro étant 1 mW.



HYPSONWATTMÈTRE

CARACTÉRISTIQUES

- 1) **Fréquences d'utilisation** : de 20 à 10.000 pps.
 2) **Puissance mesurée** : de 0,1 milliwatt à 10 watts
 (-10 db., + 40 db.)
 en quatre gammes ; pour chaque gamme la déviation totale
 de l'aiguille correspond respectivement à :

2,5	3	4	5	6	8
25	30	40	50	60	80
250	300	400	500	600	800
2.500	3.000	4.000	5.000	6.000	8.000

- 100 milliwatts ou 20 db.
 1 watt ou 30 db.
 10 watts ou 40 db.
 Le niveau 0 db. correspondant à 1 mW.

- 3) **Impédances de charge** : de 2,5 à 20.000 ohms
 en quatre gammes suivantes :

10	12,5	15	17,5	20	ohms
100	125	150	175	200	ohms
1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	ohms
10.000	12.500	15.000	17.500	20.000	ohms

- 4) **Précision** : La précision de la mesure est fonction de la fréquence. Suivant la valeur d'impédance de charge, l'erreur de mesures est plus ou moins grande.

Dans le tableau ci-contre, on a consigné les erreurs maximum sur les valeurs de puissances et d'impédances, ainsi que les erreurs moyennes sur les valeurs d'impédances en fonction de la fréquence.

Fréquences	30	50	250-3000	5.000	10.000
Erreur sur la valeur de la :					
Puissance max.	1,5db.	1 db.	0,3 db.	1,5 db.	3 db.
Impédance { moy. ...	—	15 %	4 %	10 %	—
{ max. ...	—	30 %	10 %	20 %	—

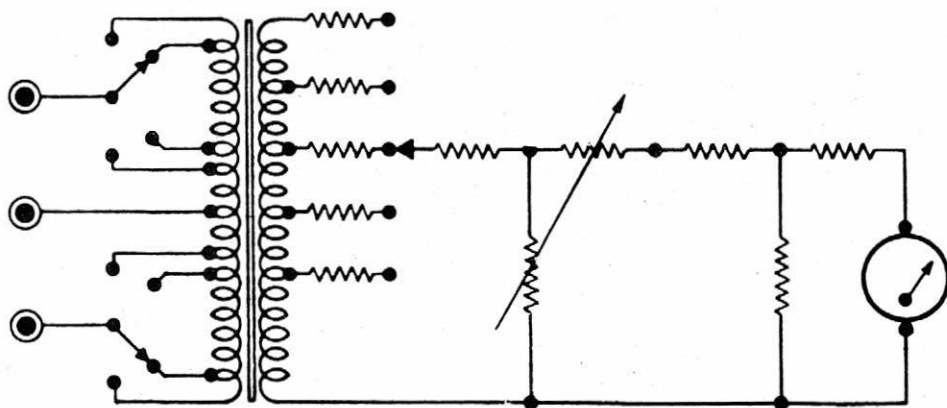
L'étalonnage de l'appareil est effectué à une température de 20° centigrade environ. Les chiffres ci-dessus se rapportent donc à cette température et ne tiennent pas compte des modifications éventuelles des caractéristiques de l'appareil de mesure proprement dit (redresseur sec) en fonction de la température.

N.B. — L'entrée de l'hypsowattmètre est symétrique avec point milieu accessible. L'appareil permet par conséquent d'effectuer les mesures sur le montage push-pull. Le déséquilibre du courant dans les enroulements ne doit pas cependant dépasser quelques milliampères.

- 5) **Présentation** : Dans un boîtier métallique peint noir au four.

- 6) **Encombrement** : 280 × 210 × 140.
Poids : 6 kg. 800.

HYPSONWATTMÈTRE. TYPE EV1
 SCHÉMA DE PRINCIPE





UTILISATION

Le millivoltmètre L.I.E. type EV 15 est un appareil permettant la mesure des tensions basse fréquence comprises entre 100 microvolts et 300 volts. Du fait de sa grande sensibilité, il permet pratiquement de mesurer toutes les tensions qu'on rencontre dans la technique des courants faibles. On peut ainsi mesurer directement les tensions les plus faibles fournies par les microphones sensibles, la cellule photoélectrique, le bruit de fond des amplificateurs, etc... L'étendue des échelles de mesures permet également de mesurer les tensions qu'on rencontre couramment à la sortie des amplificateurs de puissance. Le millivoltmètre EV 15 peut également être utilisé comme décibel-mètre grâce à l'échelle graduée en db pour les niveaux compris entre $-75 + 52$ db. Sa grande stabilité permet d'utiliser le millivoltmètre comme appareil de zéro dans les montages de comparaison, de ponts, etc...

PRINCIPE ET RÉALISATION

Le millivoltmètre L.I.E. EV 15 est constitué essentiellement par un amplificateur à résistance à gain variable et étalonné, suivi d'un appareil de mesure à courant alternatif. L'amplifi-

cateur est à quatre étages dont le premier est constitué par une lampe antimicrophonique (R 121). L'alimentation est assurée par le secteur alternatif 110 volts, 120 volts, 130 volts, 50 pps.

Une contre réaction de tension très poussée assure une grande stabilité de l'appareil et rend les indications pratiquement indépendantes des variations de la tension du secteur.

Deux commutateurs sont insérés dans l'appareil pour réaliser les différentes sensibilités. L'un à l'entrée permettant de faire la mesure :

- Soit en volts;
- Soit en millivolts.

L'autre entre les étages réalisant diverses sensibilités et notamment : 1, 3, 10, 30, 100 et 300 volts ou millivolts suivant la position du premier commutateur.

La tension à mesurer est appliquée à travers une capacité à une résistance de 1 mégohm. L'impédance d'entrée est par conséquent de 1 mégohm.

En position « millivolts », toute la tension disponible aux extrémités de la résistance de 1 mégohm est appliquée à la grille; en position « volts » une fraction seulement de cette tension lui est appliquée. La tension alternative amplifiée qui attaque l'appareil de mesure est en outre disponible à la sortie sur deux bornes marquées « sortie ».



CARACTÉRISTIQUES

Sensibilité : L'étendue de l'échelle de mesures est couverte par douze gammes, six étalonnées en millivolts et six en volts donnant respectivement pour la déviation totale de l'aiguille :

1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 millivolts,
1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 volts.

ou en décibels :

- 58 - 48 - 38 - 28 - 18 - 8;
+ 2 + 12 + 22 + 32 + 42 + 52.

Le niveau zéro étant 0,775 volt.

Sur l'échelle de 1 millivolt, on peut lire 300 microvolts et apprécier une centaine de microvolts (-80 db.).

Gamme de fréquence d'utilisation : L'appareil est prévu pour être utilisé dans la bande de fréquence comprise entre 20 et 50.000 pps.

Impédance d'entrée : Supérieure ou égale à 1 megohm dans la bande de fréquence d'utilisation.

Capacité d'entrée : inférieure à 15 cms.

Précision : A 1.000 pps la précision d'étalonnage est + 2% de la déviation totale. La précision de mesure en fonction de la fréquence est de :

± 0,15 db de 20 à 20.000 pps;
± 0,3 db de 20 à 50.000 pps
± 1 db de 20 à 100.000 pps.

Les chiffres ci-dessus ne tiennent pas compte du changement des caractéristiques de l'appareil de mesure (redresseur sec) qui varient avec la température. L'étalonnage est effectué à 20° environ.

Stabilité : La stabilité de l'appareil est de ± 1% pour ± 10% de variation de tension d'alimentation secteur.

Alimentation : Secteur - 110 volts - 120 volts - 130 volts - 50 pps.

Lampes utilisées : R 121 - 2 × 6 J 7 - 2 × 6 J 5.

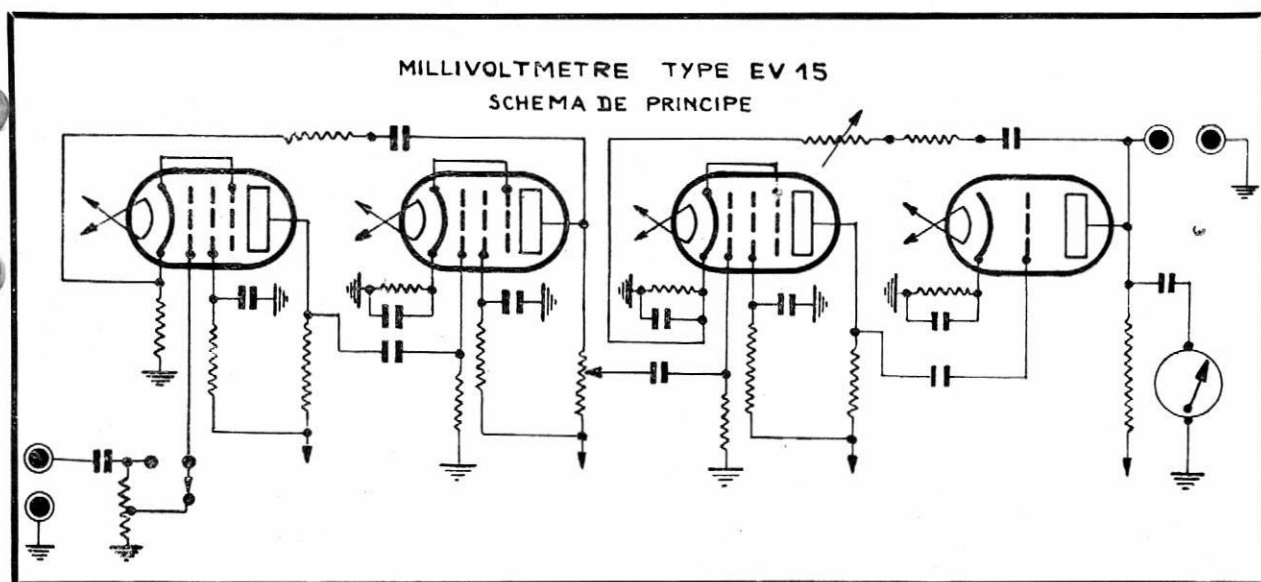
Consommation : La consommation est de 150 mA sur 110 volts.

Présentation : L'appareil est présenté dans un coffret métallique peint et grave. L'échelle de l'appareil de mesure utilisé est de 100 mm.

Encombrement : 305 × 210 × 120 mm.

Poids : 5,500 kg.

Accessoires : L'entrée du millivoltmètre EV15 n'est pas symétrique; on peut la symétriser en utilisant le transformateur P 4872 prévu à cet effet (voir page 32).





UTILISATION

Le fréquencesmètre Type E.V. 8 est un appareil destiné à mesurer la fréquence d'une source quelconque dans le domaine de la basse fréquence et des ultra-sons.

Son grand avantage est d'être à lecture directe. Une fois le générateur relié au fréquencesmètre, la simple manipulation d'un bouton indicateur d'échelle permet de lire directement sur un appareil de mesure gradué en fréquences, la valeur cherchée.

Cet appareil est particulièrement précieux dans l'étude d'un phénomène variable en fonction de la fréquence, car il évite l'interpolation toujours hasardeuse sur un cadran d'hétérodyne.

Il évite dans de nombreux cas la réalisation de figures de Lissajoux qui nécessitent l'emploi d'une source auxiliaire de fréquence connue et d'un oscilloscope.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Le principe de l'appareil consiste à charger un condensateur d'une valeur fixe par une tension que l'on rend constante et dont on veut mesurer la fréquence. La charge de ce condensateur est proportionnelle alors à la fréquence.

La réalisation comporte essentiellement une lampe amplificatrice, une lampe écréteuse pour maintenir la tension constante, une lampe déphaseuse, et 2 lampes finales montées d'une manière telle que la première se trouve bloquée lorsque la deuxième est débloquée et vice-versa.

Dans ces conditions, le condensateur branché entre la plaque et la cathode de la première lampe se charge, lorsque celle-ci est débloquée et lorsqu'elle est bloquée il se décharge à travers la deuxième lampe.

Un milliampèremètre branché à la sortie avec un dispo-



"FRÉQUENCEMÈTRE"

sitif intégrateur donne alors par lecture directe la valeur de la fréquence.

L'emploi de l'appareil est extrêmement simple. Il suffit de brancher aux bornes la tension et de lire directement sur l'appareil de mesure la valeur de fréquence, en choisissant sur le commutateur la gamme correspondante.

L'étalonnage se fait par comparaison avec la fréquence du secteur.

L'appareil est présenté dans un coffret métallique peint en noir. Il comporte au centre un appareil de mesure de 100 m étalonné directement en fréquences, avec un bouton placé au-dessous, qui donne les différentes gammes de mesure.

En outre, un potentiomètre permet l'étalonnage de l'appareil, un interrupteur et un voyant commandent sa mise en marche.

CARACTÉRISTIQUES

1° **Limite d'utilisation en fréquences** : 10 à 50.000 pps.

2° **Gammes de mesure** : 6 gammes couvrant respectivement —0-150 pps, —0-500 pps, —0-1.500 pps, —0-5.000 pps, —0-15.000 pps, —0-50.000 pps.

Pour faciliter la lecture, l'appareil de mesure comporte deux échelles : une graduée de 0 à 5 et l'autre de 0 à 15.

3° **Précision** : La précision de lecture est de 2% de la déviation totale de l'échelle.

4° **Limite d'utilisation en tension** : Pour toutes les ten-

sions à mesurer comprises entre 200 mV et 50 V, les indications données sont indépendantes du niveau d'entrée.

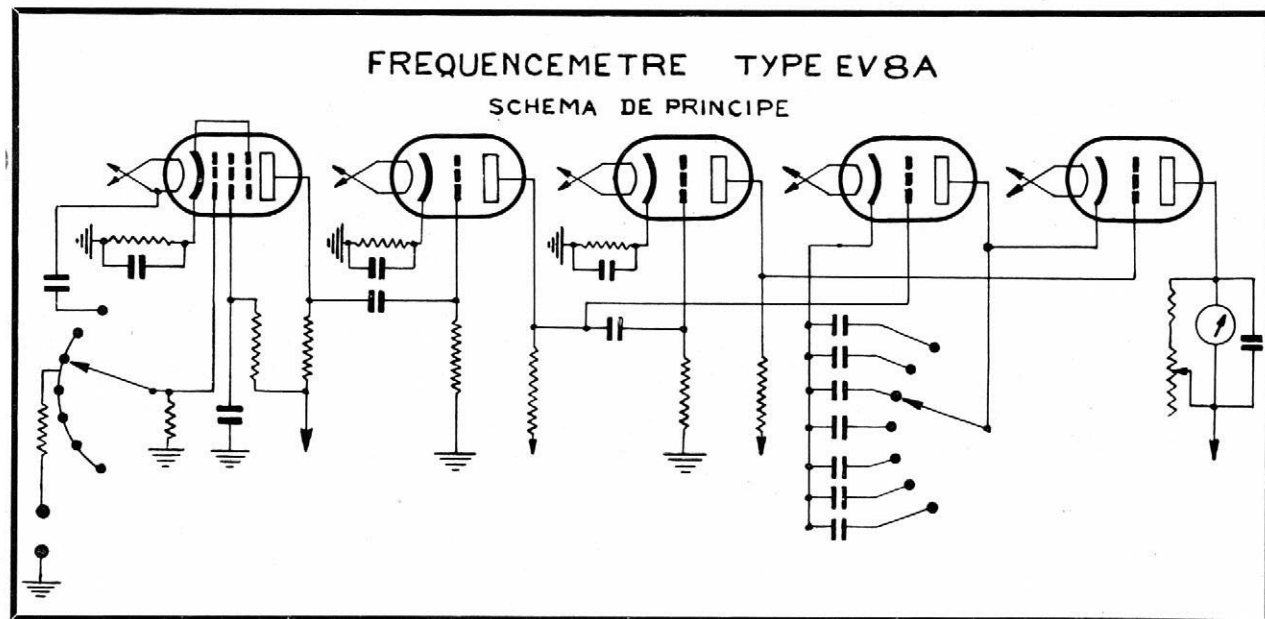
5° **Impédance d'entrée** : De 10.000 à 100.000 ohms suivant la valeur du niveau d'entrée.

6° **Alimentation** : Par secteur alternatif 110 volts.

7° **Puissance prise au secteur** : 40 W.

8° **Encombrement** : $360 \times 270 \times 260 \text{ mm}$.

9° **Poids** : 10,500 kg.





UTILISATION

Le Q-mètre Basse Fréquence EV 10 a été créé pour permettre la mesure de surtension des selfs utilisées dans les montages BF. Cet appareil trouve par conséquent son emploi dans tous les laboratoires et plate-formes d'essais où l'on désire mesurer rapidement la qualité des selfs utilisées.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Le principe de l'appareil consiste à injecter une tension basse fréquence dans le circuit oscillant constitué par une capacité variable et la self dont on veut mesurer la surtension. Par définition, la surtension est égale au rapport entre la valeur de la tension aux bornes de la capacité à la résonance et la valeur de la force électro-motrice

injectée. Si cette force électro-motrice est maintenue constante, on peut graduer le voltmètre directement en surtension.

L'appareil est constitué essentiellement par un transformateur, une capacité variable et un voltmètre à lampes.

Le transformateur a une impédance de 600 ohms au primaire et un fort rapport abaisseur égal à 5.000/1, 200/1, 100/1 introduisant dans le circuit oscillant les impédances de 15/1000, 24/100 et 6/100 d'ohm.

Ces valeurs sont suffisamment faibles pour ne pas modifier la valeur de la surtension de la self.

Le voltmètre à lampes dont les indications sont pratiquement indépendantes de la tension du secteur est associé avec un appareil de mesure gradué directement en surtension.



"Q MÈTRE BASSE FRÉQUENCE"

CARACTÉRISTIQUES

Limites d'utilisation en fréquences : 20-20.000 pps.

Gammes de mesures : 6 gammes de mesures :
pour niveau 1 v. : 0-50,0-100 et 0-200
pour niveau 0 v. 5 : 0-100,0-200 et 0-400.

Précision de mesures : 10% environ.

Capacité d'accord : 1.111 μ F, à variation continue.
Possibilité de brancher une capacité extérieure pour aug-

menter l'étendue de mesure du côté des faibles valeurs de selfs.

Tension maximum aux bornes de la self à mesurer :
1 v.

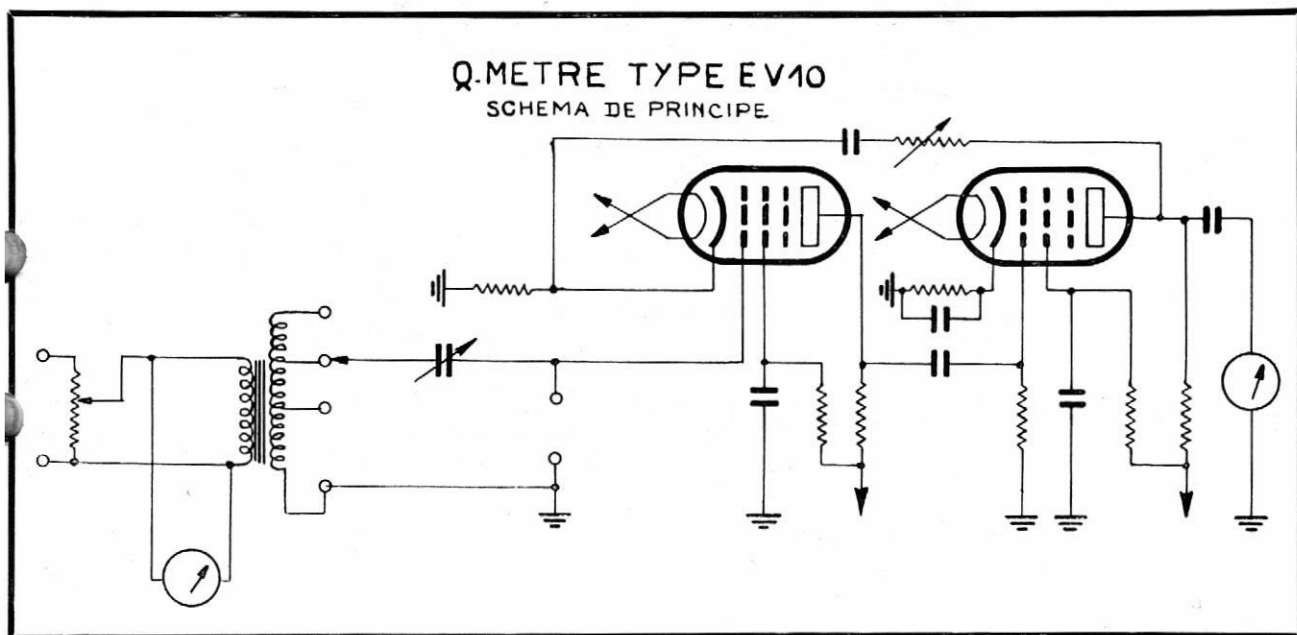
Alimentation : Secteur 110 v., alternatif 50 pps.

Puissance prise au réseau : 25 watts environ.

Encombrement : 49 x 28,5 x 34.

Poids : 11 kg.

Q-METRE TYPE EV10
SCHEMA DE PRINCIPE





UTILISATION

Le générateur L.I.E. type EG 25 est un appareil fournissant 30 fréquences fixes réparties entre 20 et 15.000 pps. Il trouve son emploi dans tous les montages où l'on a besoin d'une source de tension basse fréquence. Il est caractérisé surtout par sa faible distorsion non linéaire, sa stabilité de fréquences et sa facilité d'emploi évitant tout étalonnage. Par conséquent, son utilisation est particulièrement indiquée dans les mesures de taux d'harmoniques, surtout aux basses fréquences, dans l'alimentation de ponts, etc. Cependant, le grand nombre de fréquences qu'il peut fournir en fait un appareil d'un emploi général dans tous les laboratoires.

PRINCIPE

Le générateur E.G. 25 est construit suivant le principe des oscillateurs à résistances et capacités. Il comprend deux lampes montées en amplificatrice à réaction et contre réaction. Dans le circuit de contre-réaction est placé le dispositif sélectif à résistances et capacités, dont les caractéristiques sont telles que pour la fréquence choisie, la contre réaction est supprimée.

L'accrochage se produit alors pour cette fréquence, par suite de la réaction introduite dans le montage.

Le choix de la gamme s'effectue par commutation des capacités, tandis que dans une même gamme, la fréquence désirée est obtenue par variation des résistances.

DESCRIPTION

Tous les organes de commande sont rassemblés sur sa face avant.

A gauche : les commutateurs sélecteurs de la fréquence, celui du haut pour la gamme (XI, X10, X100) celui du bas pour la fréquence elle-même (20-25-30-40-50-60-80-100-120-150).

Au milieu : le voltmètre qui permet de lire la tension de sortie et, en-dessous, le réglage de l'accrochage.

A droite : en haut, le réglage de la tension de sortie et, en bas, le commutateur d'impédances qui change simultanément la sensibilité du voltmètre.

La sortie s'effectue par les deux bornes du haut à droite, la troisième borne doit être réunie à la terre.



GÉNÉRATEUR A POINTS FIXES

CARACTÉRISTIQUES

Gamme de fréquences : 30 fréquences fixes réparties en 3 gammes de 10 fréquences chacune, choisies entre 20 et 15.000 pps. La première gamme fournit 20-25-30-40-50-60-80-100-120-150 pps.

Dans la deuxième gamme, les mêmes fréquences sont multipliées par 10 et, dans la troisième, par 100.

Précision d'étalonnage : Les fréquences sont étalonnées avec une précision de $\pm 1\%$, on les obtient par un jeu de commutateurs sans aucun étalonnage ni remise à zéro préalable.

Stabilité : Les fréquences sont parfaitement stables et insensibles à des variations même très importantes de la tension secteur. Dans les conditions normales d'emploi, elles ne varient pas de plus de 2% après plusieurs heures de fonctionnement de l'appareil.

Un potentiomètre permet de se placer à la limite d'accrochage des oscillations. Quelle que soit la fréquence choisie, la position de ce potentiomètre reste sensiblement la même à la limite d'accrochage.

Distorsion linéaire : La tension à la sortie est constante à ± 2 db. près pour toutes les fréquences fournies.

Distorsion non linéaire : La distorsion non linéaire est d'ordre de 5% pour la puissance maximum fournie. En

diminuant la puissance, le taux d'harmoniques diminue rapidement. En outre, le potentiomètre d'accrochage permet de le ramener à une valeur de 0,3%.

Il faut pour obtenir le minimum de distorsion non linéaire se placer au décrochage des oscillations et non pas à l'accrochage. Ces deux positions ne sont pas nécessairement les mêmes.

Impédance de sortie : Trois impédances de sortie sont prévues : 5.400-600-50 ohms.

Puissance à la sortie : La puissance maximum à la sortie est de 100 milliwatts environ.

Tension à la sortie : La tension à la sortie est de 24 v., 8 v. - 2,4 v. respectivement, suivant l'impédance de sortie choisie.

Un voltmètre à la sortie permet d'en effectuer la lecture. Lampes utilisées : 1 6F5 g-1 6V6 g-1 5Y3 gB.

Alimentation : L'alimentation de l'appareil est assurée par le secteur 110-120 v.-50 pps.

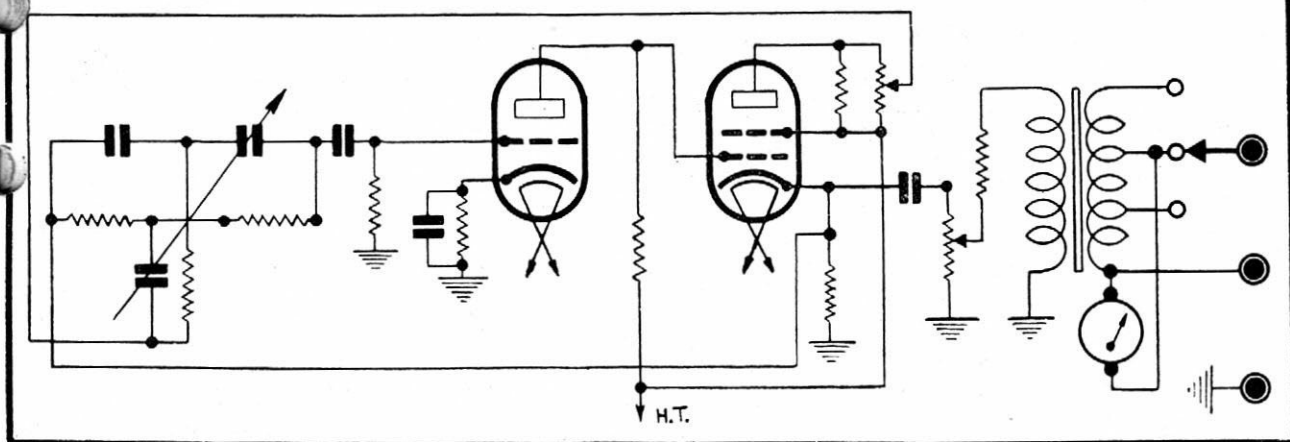
Consommation : 350 mA sous 110 volts.

Encombrement : 360x230x238.

Poids : 11 kg. 450.

GÉNÉRATEUR A 30 FRÉQUENCES

SCHEMA DE PRINCIPE



AVEC SUPERPOSITION DE COURANT CONTINU



Utilisation. — La valeur d'une self inductance d'un circuit à noyau magnétique ne présente une signification que si l'on précise bien les conditions de son utilisation au point de vue courant continu qui le traverse et la tension alternative qui lui est appliquée. Or, la superposition du courant continu dans les montages avec les ponts courants, est une opération assez délicate si l'on veut éviter le passage de ce courant dans certaines branches du pont.

Le pont L.I.E. Type M 39 est réalisé de manière à pouvoir superposer et régler la valeur du courant continu dans la self à mesurer, tout en gardant la souplesse et la précision des mesures. Il trouve, par conséquent, un emploi très répandu aux laboratoires de recherches et de contrôle en général et en particulier chez tous les constructeurs de transformateurs, selfs, haut parleurs, etc.

Principe et description. — Le pont L.I.E. M 39 est un pont de Hay dans lequel une source de courant continu non comprise dans l'appareil, est placée en série avec la source alternative, pour attaquer une diagonale du pont. Un milliampèremètre et un rhéostat permettent de régler et de déterminer la valeur de la self à mesurer. Un inverseur permet d'éliminer la source du c.c. et d'effectuer la mesure sans courant continu.

L'alimentation du pont se fait soit, par le secteur 50 pps, soit par une hétérodyne B.F. à travers un transformateur

au secondaire duquel est placé un potentiomètre permettant de faire varier le niveau d'attaque et d'effectuer les mesures à courant évanouissant. On dit que la mesure est faite à courant évanouissant lorsque toute diminution du niveau d'attaque du pont n'amène aucune variation dans le résultat des mesures.

L'indicateur d'équilibre du pont, non compris dans l'appareil, est attaqué par un transformateur dont le primaire est branché dans la diagonale du pont en série avec une capacité, de manière à éviter le passage de courant continu dans le bras du réglage de l'équilibre du pont. Ainsi, en réglant l'équilibre du pont, on ne modifie pas le courant continu traversant la self.

Le bras du pont qui permet de fermer le circuit du C.c. est constitué par une résistance réglable servant de multiplicateur. Les deux autres bras constitués par deux boîtes de résistances permettent d'équilibrer le pont et de déterminer les termes réels et imaginaires de la self à mesurer. Les boutons de la boîte de résistances, qui permettent d'équilibrer le terme imaginaire, sont gradués en valeur de self qui se détermine ainsi directement en tenant compte du multiplicateur sans aucun recours à des formules complexes.

Par contre, la détermination de la résistance de perte nécessite l'emploi d'une formule qui est d'ailleurs excessivement simple.



PONT DE MESURES DE SELFS

CARACTÉRISTIQUES

Fréquence de mesure : 50 pps à 1.000 pps.

Courant continu superposé : de 0 à 1,5 A. et notamment dans la position du multiplicateur :

0,1	—	—	1,5 A.
1	—	—	0,5
10	—	—	0,150
100	—	—	0,050

SelFs mesurées : comprises entre 0,0001 et 1.111 H. en quatre gammes données par le tableau ci-dessous :

Multiplicateur	Ic.	L min.	L max.
0,1	1.500	0,0001	1
1	500	0,001	10
10	150	0,01	100
100	50	0,1	1.000

Surtension mesurée : 0,3 et 320 env.

Précision de mesure : L'erreur sur les valeurs de self inductance inférieure à 3 % ;
sur les surtensions, inférieure à 12 %.

Formule utilisée : N étant la valeur du multiplicateur, L et R les valeurs lues sur les bras du pont au moment d'équilibre : (pour f = 50 pps)

$$L_x = L \times n \qquad S_x = \frac{318}{R}$$

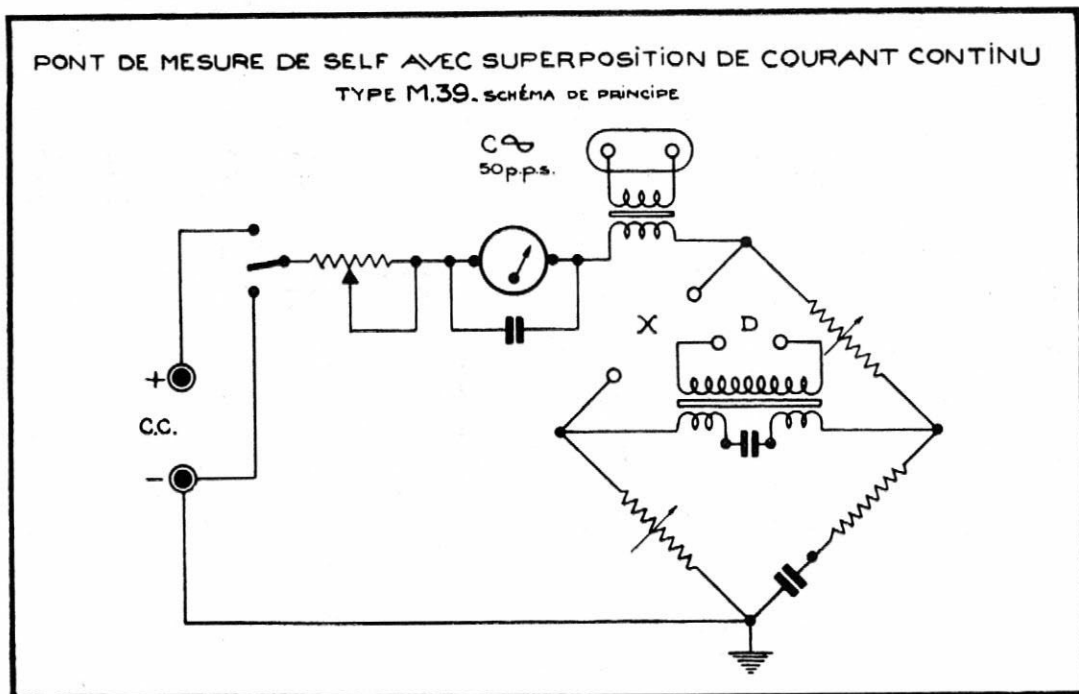
La valeur de L_x est donnée par défaut, le facteur correctif dépend de la surtension.

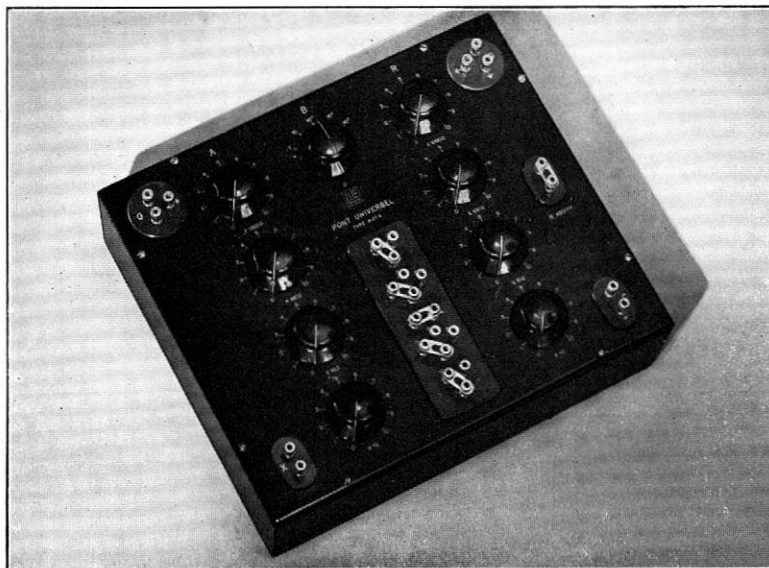
Sx	Facteur correctif
1	0,5
3,3	0,9
5	0,96
10	0,99

Pour une surtension supérieure à 10, l'erreur est inférieure à 1 %.

Encombrement : 650 × 420 × 310

Poids : 28 kgs.





Utilisation. — Le pont universel L.I.E. type M 37 A est un appareil permettant de réaliser avec quelques accessoires tous les montages en pont connus, utilisés aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif. La gamme de fréquence d'utilisation s'étend ainsi de 0 à 20.000 pps.

Cet appareil trouve son utilisation dans tous les laboratoires et présente l'avantage d'offrir beaucoup de possibilités de mesures avec un nombre d'accessoires limité.

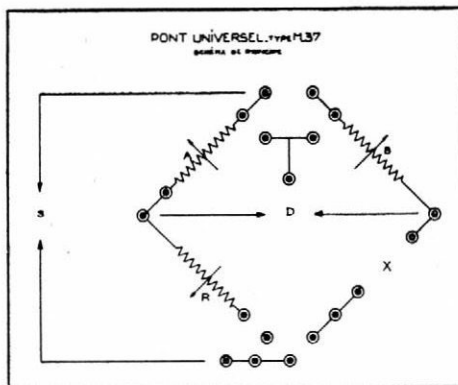
Principe et description. — Le pont universel L.I.E. type M 37 A est constitué par deux boîtes de résistances de 11.110 ohms chacune et une résistance variable qui peut prendre les valeurs suivantes :

1, 10, 100, 1.000 et 10.000 ohms.

Les boîtes de résistances sont à quatre décades avec

une variation par bonds de 1 ohm. Tous les éléments aboutissent à des bornes accessibles sur le panneau de l'appareil. Ces bornes sont dédoublées de manière à permettre l'insertion des éléments complémentaires. Les bornes sont disposées de manière à faciliter leur interconnection pour la réalisation de différents montages. Le schéma ci-contre donne le principe de l'appareil.

Pour la mesure des résistances, l'appareil peut servir directement sans aucune adjonction d'éléments extérieurs. Il suffit de brancher la source, le détecteur et la résistance à mesurer et régler le pont au silence. Par contre, pour la mesure des selfs, des capacités ou des fréquences, convient d'utiliser une boîte de selfs ou une boîte de capacités suivant le montage qu'on désire réaliser.





CARACTÉRISTIQUES

Les bras de pont sont constitués par deux boîtes de résistances de 11.110 ohms ayant les mêmes caractéristiques que la boîte RM 1. La précision d'étalonnage est de 0,25%. Il en est de même avec la résistance variable de 1, 10, 100, 1.000 et 10.000 ohms.

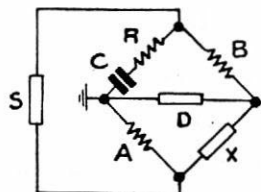
La gamme de fréquence d'utilisation est : 0-20.000 pps.

Accessoires. — Pour effectuer tous les montages du pont, les accessoires suivant sont indispensables :

1. Source de tension : Générateur L.I.E. Type EG 25 à 30 fréquences fixes.
2. Détecteur de zéro : Millivoltmètre L.I.E. type EV 15.
3. Transformateur à double écran : Référence L.I.E. P. 4872.
4. Boîte de capacité L.I.E., CM 1 A.
5. Boîte de selfs : Référence L.I.E. SFM 1 A ou SFM 2 A.

MESURES DES SELFS (impédances à terme imaginaire positif)

PONT DE HAY est utilisé lorsque la surtension de la self à mesurer est relativement élevée. Dans ce montage on équilibre la self à mesurer avec une capacité placée en série avec la résistance R dans le bras opposé du pont. Les valeurs de terme imaginaire et réel sont fonction de la surtension:

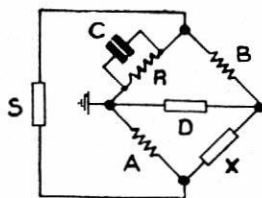


$$S_x = \frac{1}{RC\omega}$$

$$R_x = \frac{AB}{R} \frac{1}{1+S_x^2}$$

$$L_x = ABC \frac{1}{1+(\frac{1}{S_x})^2}$$

PONT DE MAXWELL offre l'avantage de déterminer les termes réels et imaginaires de l'impédance à mesurer, indépendamment de la surtension ou de la fréquence. Mais il ne peut être avantageusement utilisé que pour les impédances à faible surtension. Dans ce montage on équilibre la self à mesurer avec une capacité placée en parallèle avec la résistance R, dans le bras opposé du pont.

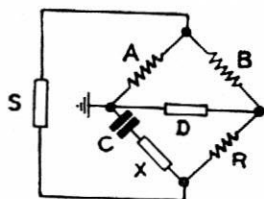


$$R_x = \frac{AB}{R}$$

$$L_x = ABC$$

$$S_x = RC\omega$$

PONT DE RÉSONANCE, permet de déterminer aussi bien les selfs que les capacités suivant l'étalon utilisé. On place l'impédance à mesurer en série avec un étalon et, lorsque le pont est réglé à l'équilibre, le terme imaginaire est donné par la condition de résonance, et le terme réel par la condition générale d'équilibre.



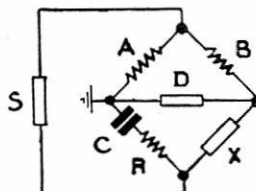
$$R_x = \frac{A}{B} R$$

$$L_x = \frac{1}{C\omega^2}$$

ENCOMBREMENT : 410 x 350 x 110 mm

MESURES DES CAPACITÉS (impédances à terme imaginaire négatif)

PONT DE SAUTY ou capacité série, est utilisé lorsque l'angle de perte de l'impédance à mesurer est négligeable. La capacité à mesurer est comparée à une capacité étalon placée en série avec la résistance R dans un bras adjacent du pont. Les valeurs des termes imaginaires et réels sont indépendants de la fréquence.

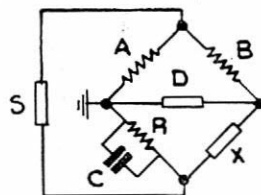


$$R_x = \frac{B}{A} R$$

$$C_x = \frac{A}{B} C$$

$$q_x = \frac{1}{RC\omega}$$

PONT DE WIEN ou capacité parallèle, est surtout utilisé pour mesurer les capacités à grand angle de perte. Dans ce pont, les expressions qui donnent les termes imaginaires et réels sont fonction de l'angle de perte et, par conséquent de la fréquence. La capacité est comprise avec une capacité étalon placée en parallèle avec la résistance R, dans le bras adjacent du pont.



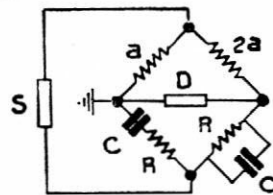
$$q_x = RC\omega$$

$$R_x = \frac{B}{A} R \frac{1}{1+q_x^2}$$

$$C_x = \frac{A}{B} C \left[1 + \left(\frac{1}{q} \right)^2 \right]$$

MESURES DES FRÉQUENCES

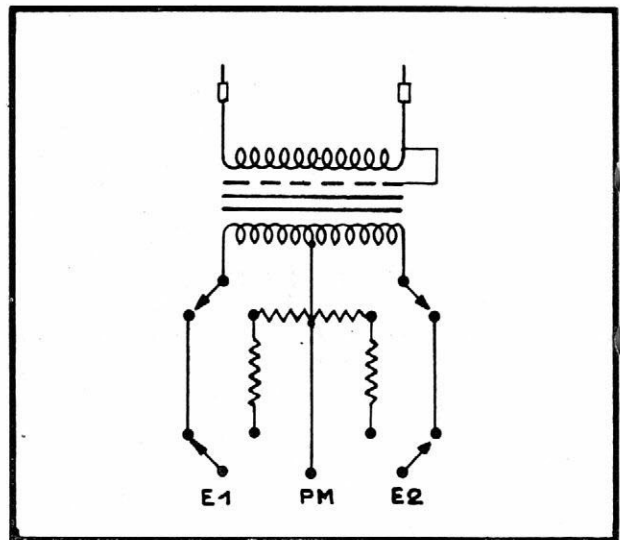
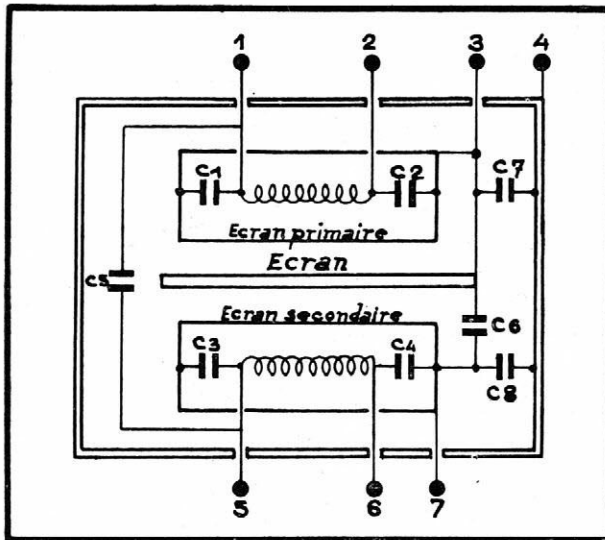
PONT ROBINSON, représente un arrangement particulier du pont universel, qui permet à l'équilibre de déterminer la fréquence de la source. Ce montage, dans lequel B est égal à 2 A, nécessite l'emploi de deux boîtes de capacité.



$$RC\omega = 1$$

On peut également déterminer la valeur de la fréquence de la source en constituant le pont de résonance à l'aide d'une boîte de self et une boîte de capacité étalons.

POIDS : 8 kgs 400.



TRANSFORMATEUR A DOUBLE ÉCRAN Type P 1023

Ce transformateur est destiné à isoler deux circuits dont un circuit ou les deux circuits peuvent avoir un point quelconque à la masse.

Il permet, partant d'une source dissymétrique qui peut avoir un point à la masse, en passant par le transformateur, d'alimenter d'une façon symétrique un pont de mesure qui peut avoir aussi un point à la masse.

De même, ce transformateur peut être placé dans la diagonale d'un pont de mesure qui ne doit pas avoir de point à la masse et attaquer un ampli détecteur ayant un point à la masse.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Le transformateur à double écran est constitué par un premier enroulement primaire enveloppé d'un écran et placé sur le noyau du circuit magnétique.

Le secondaire enveloppé d'un écran est placé sur le primaire.

Ils sont isolés entre eux d'une couche d'air dans le but de réduire la capacité C₆.

Les deux enroulements sont bobinés de manière à répartir également les potentiels le long de l'enroulement par rapport à l'écran, c'est-à-dire que les capacités C₁ et C₂ sont égales, de même C₃ et C₄.

La qualité des écrans et leur disposition permet de réduire les capacités C₅, C₆ et C₈.

Les sorties se font sur des bornes universelles permettant la prise de contact par serrage et par fiche.

CARACTÉRISTIQUES

Rapport de transformation : 1/1.

Impédances: Primaire de 50 à 5.000 ohms ; secondaire de 50 à 100.000 ohms

Fréquences d'utilisation : 20 à 20.000 pps.

Courbe de transmission : Dans la bande de fréquences d'utilisation et pour une impédance primaire de 600 ohms et une impédance secondaire de 1.200 ohms, la courbe de transmission est rectiligne à ± 0,5 db près.

Capacités :

$$\begin{aligned} C_1 = C_2 = 105 \mu\text{F} & \quad C_5 = 70 \mu\text{F} \\ C_3 = C_4 = 175 \mu\text{F} & \quad C_6 = 59 \mu\text{F} \\ C_7 = 67 \mu\text{F} & \quad C_8 = 3 \mu\text{F} \end{aligned}$$

Courant continu admissible : 0.

Tension maximum Pour 20 pps. - 20 volts, au-dessus de 100 pps. 100 volts.

Puissance maximum applicable : 1,5 W à 20 pps. - 7 W au-dessus de 100 pps.

Encombrement : Boîtier GY. (100 × 74 × 126)

Poids : 1,300 kg.

TRANSFORMATEUR SYMÉTRISEUR Type P 4872

Ce transformateur, qui a un rapport de transformation rigoureusement étalonné est destiné à symétriser l'entrée des appareils de mesure, comme par exemple le millivoltmètre dont l'entrée a un point à la masse. Il permet, en général, d'attaquer par une source symétrique, une charge dissymétrique telle que la grille d'une lampe. Dans le cas particulier de mesure au pont, le transformateur symétriseur permet l'emploi d'un millivoltmètre dissymétrique très sensible comme indicateur de zéro.

PRINCIPE ET RÉALISATION

Le transformateur symétriseur P. 4872 est réalisé sur un circuit magnétique de perméabilité élevée. Il est muni d'un écran efficace qui est relié à une des bornes de sortie. Les bornes d'entrée du transformateur peuvent être attaquées soit directement, soit par l'intermédiaire d'un diviseur de tension symétrique de 500.000 ohms d'impédance. Ce diviseur affaiblit dans un rapport de 100 la tension appliquée.

Un commutateur permet de mettre le diviseur de tension en ou hors circuit. Afin d'éviter tout effet de rayonnement, les bornes d'entrée sont noyées dans le boîtier et sont accessibles par fiches.

CARACTÉRISTIQUES

Rapport de transformation : 1/1 sans diviseur de tension.

100/1 avec le diviseur de tension.

Impédance d'entrée : 500.000 ohms avec le diviseur et supérieure à 50.000 ohms sans le diviseur.

Ces chiffres sont valables pour la bande de fréquence d'utilisation et pour une impédance de fermeture au secondaire égale au moins à 1 mégohm avec une capacité en parallèle égale ou inférieure à 20 μF.

Fréquence d'utilisation : 30 - 15.000 pps.

Courbe de transmission : Dans la bande de fréquences d'utilisation, la courbe de transmission est rectiligne à ± 2 db près pour une impédance de la source inférieure à 50.000 ohms et à ± 0,1 db près pour une impédance de la source inférieure à 5.000 ohms.

Symétrie primaire : meilleure que 1% dans la bande de fréquence d'utilisation.

Courant continu admissible : 0.

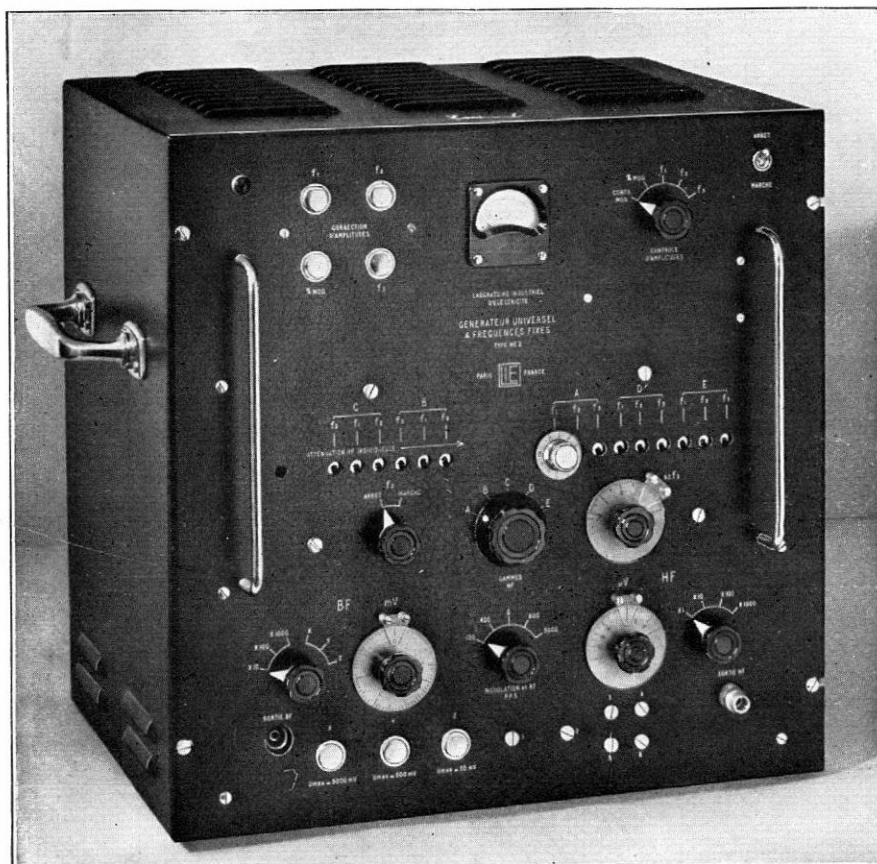
Tension maximum à l'entrée : 3 V sans diviseur de tension, 300 V avec diviseur de tension.

Encombrement : Boîtier MY (62 × 70 × 106).

Poids : 700 gr.



GÉNÉRATEUR A FRÉQUENCES FIXES



PRINCIPE ET RÉALISATION

Le générateur universel à fréquences fixes type H E 2 contient quatre parties principales :

- 1^o Oscillateur H.F. avec les atténuateurs individuels;
- 2^o Étage modulateur avec l'atténuateur H.F. général;
- 3^o Oscillateur B.F., avec l'atténuateur B.F. général et les atténuateurs individuels;
- 4^o Alimentation stabilisée.

1. Oscillateurs et Atténuateurs individuels. — Trois triodes à coefficient d'amplification élevé sont commutées à l'aide d'un commutateur sur les différents circuits oscillants (leur nombre pouvant aller jusqu'à 5 pour chacune d'elle). Ainsi 3 porteuses différentes sont émises simultanément dans chaque position de ce commutateur.

Chaque circuit possède un dispositif permettant de doser la tension anodique afin d'obtenir exactement la même amplitude d'oscillation pour toutes les porteuses.

Chaque triode est munie d'une diode permettant de contrôler à l'aide de l'appareil de mesure la tension H.F. engendrée.

Chaque circuit oscillant est relié avec l'étage modulateur par son atténuateur individuel. La commande des atténuateurs individuels est accessible par le devant du panneau de l'appareil et se fait à l'aide d'une clé spéciale munie d'un cadran gradué.

La position « O » de ce cadran répond aux valeurs absolues indiquées par l'atténuateur général, un dérèglement vers les chiffres croissants provoque un affaiblissement d'amplitude allant jusqu'à 20 db. sans toutefois dérégler ni la fréquence de chaque porteuse, ni le taux de modulation.

En outre, une des triodes oscillatrices est munie d'un petit condensateur variable commandé par un cadran étalonné sur le panneau avant qui permet de varier de $\pm 2\%$ la fréquence d'une des porteuses.

Une commande supprimant cette porteuse se trouve également sur le panneau.

GÉNÉRATEUR A FRÉQUENCES FIXES



2. Étage modulateur et atténuateur général.

La modulation se fait sur la grille de la lampe modulatrice en superposant à la tension haute fréquence venant des oscillateurs, la tension basse fréquence. L'appareil de mesure qui sert à mesurer la tension HF est associé avec un commutateur qui permet, dans ses différentes positions, de contrôler les valeurs de la tension BF et de la tension de polarisation de la lampe modulatrice.

Les circuits oscillants sont munis de supports à broche et sont ainsi facilement interchangeables.

Le réglage de la polarisation est accessible sur le panneau avant et ne nécessite pas le démontage du coffret.

Le circuit plaque de la modulatrice contient un réseau à impédance constante (40 ohms) à savoir : un atténuateur continu suivi d'un atténuateur décimal. La sortie de ce réseau se fait par un câble coaxial fermé à l'extrémité sur son impédance caractéristique (80 ohms).

L'étendue de la variation de la tension est de 0,5 μ V, à 10 mV. Les valeurs lues sur le bouton de commande de l'atténuateur décimal sont valables et continues pour n'importe laquelle des porteuses, à condition que son atténuateur individuel ne soit pas dérégulé expressément.

3. Oscillateurs B.F. et ses Atténuateurs. — L'oscillateur B.F. fournit des signaux de modulation à l'étage modulateur et permet en outre de prélever ceux-ci de l'extérieur, étalonnés en valeur absolue. Il est également possible de prélever instantanément trois amplitudes B.F. différentes préréglées par l'utilisateur.

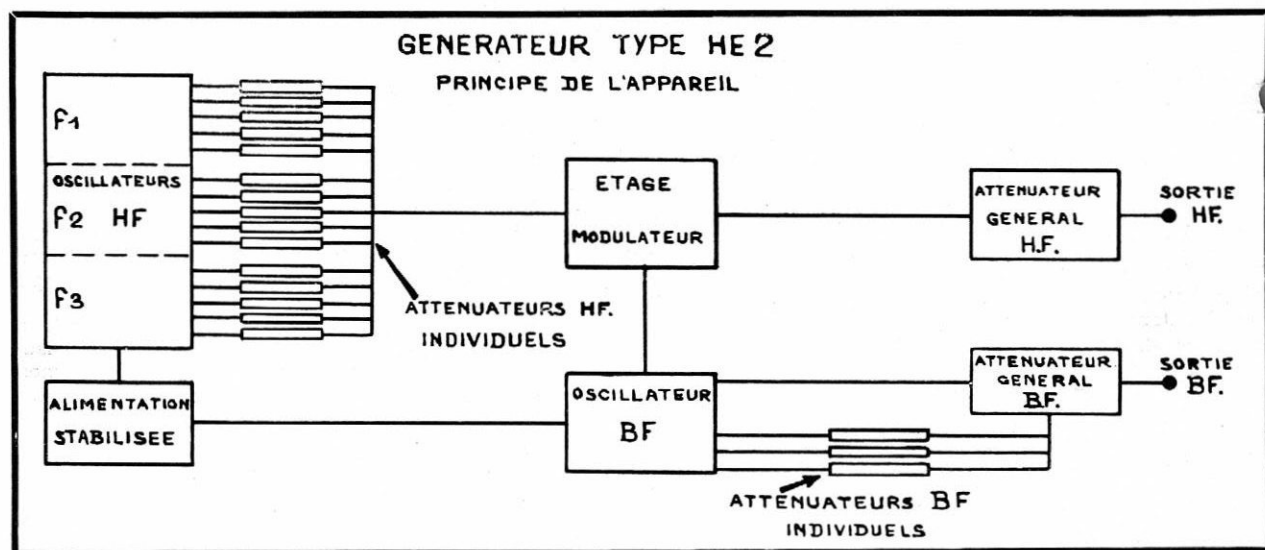
L'oscillateur est constitué par une triode en liaison avec un circuit oscillant B.F. à surtension élevée dont la fréquence est choisie à l'aide du contacteur. Ces fréquences sont 150 pps. - 400 pps. - 800 pps. et 3.000 pps.

L'intensité d'oscillation de chaque fréquence est réglable au moyen des potentiomètres accessibles sur le panneau avant. Une fois cet étage d'oscillation réglé, on peut faire varier la tension BF à l'aide de 2 atténuateurs : 1 continu et 1 autre décimal. Une sortie directe pour la tension BF est également prévue. Un potentiomètre permet de la faire varier entre 50 mV et 5 V.

L'atténuateur décimal comporte en dehors des trois positions étalonnées ($\times 1000$ - $\times 100$ - $\times 10$), trois positions marquées X, Y, Z. Trois potentiomètres, réglables à l'aide d'un tournevis permettent d'obtenir les tensions suivantes à la sortie du câble.

de 0,1 v. à 5 v. en pos. X,
de 10 mV. à 500 mV. en pos. Y,
de 1 mV. à 50 mV. en pos. Z.

4. Alimentation stabilisée. — La stabilisation est obtenue par l'emploi d'un transformateur dont le primaire est accordé sur la fréquence du réseau et dont le point de travail se trouve dans la partie incurvée de la courbe de magnétisation. Ce système a l'avantage de stabiliser avec la même efficacité aussi bien la H.T. que la tension de chauffage.





GÉNÉRATEUR A FRÉQUENCES FIXES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

PARTIE H. F.

GAMME DE FREQUENCES.

Le générateur peut fournir 5 groupes de trois fréquences (15 au total) entre 100 Kc. et 30 Mc.
Ces groupes de fréquences normales.

- A. 16 Mc. - 10 Mc. - 6,67 Mc.
- B. 1394 Kc. - 904 Kc. - 574 Kc.
- C. 264 Kc. - 205 Kc. - 160 Kc.
- D. 1848 Kc. - 472 Kc. - 1149 Kc.

PRÉCISION DE FREQUENCES $\pm 0,5 \%$.

STABILITÉ DE FREQUENCES

- a) En fonction de la variation de température de -10 à $+30^{\circ}\text{C}$. mieux que $0,2 \%$;
- b) Sens de la dérive Positif;
- c) En fonction de la variation de la tension du secteur mieux que $0,1 \%$ pour une variation de tension réseau $\pm 10 \%$

FACTEUR DE FORME DES PORTEUSES inférieur à 5% .

TAUX DE MODULATION 30% à $\pm 5 \%$.

FRÉQUENCES DE MODULATION 150 p.p.s.; 400 p.p.s.; 800 p.p.s. et 3000 p.p.s.

PRÉCISION DE FRÉQUENCES DE MODULATION $\pm 5 \%$.

DISTORSION DU SIGNAL DE MODULATION moins de 2% .

DISTORSION DUE A LA MODULATION moins de 1% .

MODULATION DE FRÉQUENCE moins de 10^{-3} sur 20 Mc.

IMPÉDANCE A LA SORTIE 40 Ohms.

ÉTENDUE DE LA TENSION DE SORTIE de $0,5 \mu\text{V}$ à 10 mV

PRÉCISION DE L'ÉTALONNAGE EN TENSION $\pm 10 \%$ $\pm 0,2 \mu\text{V}$ à 1 Mc. $\pm 20 \%$ $\pm 0,5 \mu\text{V}$ à 10 Mc.

AFFAIBLISSEMENT SUPPLÉMENTAIRE INDIVIDUEL DE
CHAQUE FRÉQUENCE ≥ 12 db.

RAYONNEMENT H. F. à 1 m. de l'appareil moins de $0,2 \mu\text{V}$. à 1 Mc. et moins de $0,5 \mu\text{V}$. à 10 Mc.

PARTIE B. F.

FRÉQUENCES 150 - 400 - 800 et 3.000 p.p.s.

PRÉCISION DE FREQUENCES $\pm 5 \%$.

STABILITÉ DE FREQUENCES mieux que $\pm 2 \%$ entre -10°C . et 30°C .
mieux que $\pm 1 \%$ pour $\pm 10 \%$ de variation de tension réseau.

DISTORSION D'HARMONIQUES moins de 2% .

ÉTENDUE DE LA TENSION DE SORTIE de 1 mV. à 5 V.

PRÉCISION D'ÉTALONNAGE DE LA TENSION $\pm 10 \%$.

IMPÉDANCE A LA SORTIE 100 à 10.000 Ohms.

GAMMES DE PRÉRÉGLAGE POSSIBLES 1 mV. à 50 mV.; 10 mV. à 500 mV.; 100 mV. à 5 V.

TENSION D'ALIMENTATION 110 V.

CONSOMMATION 0,96 Amp.

LAMPES EMPLOYÉES $3 \times 6\text{E}8 - 1 \times 6\text{M}6 - 1 \times 5\text{Y}3\text{G} - 1 \times 6\text{J}5 - 1 \times 6\text{H}6$.

DIMENSIONS Largeur : 480 mm. Hauteur : 480 mm. Profondeur : 350 mm.

POIDS Environ 23 kgs.